

## **1. LAVADO.**

En términos generales, las manzanas se deben lavar solamente cuando se encuentren sucias y se cree que ello es oportuno. Lógicamente con el lavado se eliminan algunas levaduras que se encuentran diseminadas por la epidermis de los frutos, lo que contribuye a retardar el comienzo de fermentación del mosto y a que esta se prolongue durante un periodo largo.

El agua utilizada en el lavado de las manzanas debe ser pura, sana y exenta de suciedad y gérmenes. El agua de pozo sólo debe usarse cuando se tenga la plena seguridad de que es pura y potable. Muchas veces contiene gérmenes patógenos, entre ellos el bacilo tífico de Eberth y el colibacilo de Esrich, que permanecen sobre las manzanas y pasan a la sidra una vez concluida la fermentación del mosto.

### **1.1. Lavado a mano.**

Se carga con las manzanas que se deseen lavar un cesto de mimbre, que se sumerge sucesivamente en una serie de cubos, llenos de agua. Durante la inmersión el cesto debe moverse para facilitar el desprendimiento de las impurezas de la manzana. Las manzanas lavadas se colocan luego sobre un lecho de paja para que se sequen.

### **1.2. Lavado mecánico.**

El lavador universal empleado es el que se basa en el sistema ideado por la casa Simon Frères, de Francia. Las manzanas a lavar se colocan sobre una cinta y con ella se transportan hasta la máquina propiamente dicha. Algunos obreros se encargan de separar de la cinta los frutos que no se encuentren en condiciones para ser utilizados en la fabricación de la sidra. Así las manzanas llegan a la tolva, cerrada por una compuerta cuya abertura puede regularse a voluntad. De la tolva, los frutos caen a un recipiente de palastro lleno de agua dividido en dos partes por una tela mecánica colocada horizontalmente. A través de esta tela pasan las impurezas sólidas que se encuentran sobre las manzanas y se van a depositar en el fondo del recipiente.

Los frutos se mantienen en movimiento con la ayuda de paletas que giran. Estas paletas los ayudan a subir por un plano inclinado para ganar el exterior del aparato.

Durante toda esta operación, las manzanas reciben una contracorriente de agua que ayuda a su limpieza.

Las manzanas lavadas se pasan a una mesa escurridora y secadora, y de aquí son transportadas más tarde a la trituradora.

Los aparatos lavadores se construyen de manera que no presenten ángulos ni bordes cortantes, que podrían arruinar los frutos durante el lavado.

## **2. MACERACION DE LA PULPA.**

Encubado o maceración se denomina a la operación que consiste en exponer al aire durante cierto tiempo la pulpa triturada de la manzana.

Se lleva a cabo en cubas de madera de escasa altura y gran superficie. Dura entre 12 y 24 horas, aunque generalmente no se prolonga por más de 18 horas. Si no se tuviera esto en cuenta y el encubado se hiciera durante más de 24 horas, la acción de las enzimas oxidantes se manifestaría sobre el tanino, fijando a él el oxígeno del aire y destruyéndole.

Cuando la maceración o encubado se hace correctamente, se mejoran las características de la pulpa y, por lo tanto, de la sidra obtenida con ella.

La pulpa triturada de manzanas ácidas puede macerarse con menos peligro que la proveniente de manzanas dulces o ricas en taninos.

La maceración se adapta más para las manzanas de primera estación, es decir, para aquellas que se arrancan del árbol en condiciones para ser prensadas inmediatamente.

Cuando se opera con una pulpa triturada constituida por manzanas de distintos tipos o procedencia, conviene hacer el encubado al abrigo del aire, durante 18 horas, empleando cubas altas y de poco diámetro, con una abertura cerrada convenientemente en su parte inferior, por donde puede realizarse la descarga de la pulpa macerada una vez que se haya dado por concluida la operación.

Antes de someter al encubado una pulpa triturada, deben considerarse todos los factores que se han expuesto para discernir sobre cuál es el mejor método a adoptar.

## **3. EL MOSTO Y SU COMPOSICION.**

El mosto o jugo de manzanas es un líquido espeso y más denso que el agua.

El mosto, a la salida de la prensa, está constituido por un 75-80% de agua, en el que se encuentran disueltas en distintos grados de dispersión las siguientes sustancias: azúcares; ácidos y sustancias ácidas; materias tánicas, pécticas, nitrogenadas, minerales, olorosas, enzimas, vitaminas, fermentos, gases y turbios. (Ver **GRAFICO 7**).



**GRAFICO 7.** Composición del mosto de manzanas.

La composición del mosto es pues bastante compleja.

### **3.1. Azúcares.**

Los azúcares son los elementos más importantes, ya que serán los que más tarde se van a transformar en alcohol y otros productos, por la acción de los fermentos alcohólicos o levaduras.

Los azúcares del mosto son, sacarosa o azúcar corriente, glucosa y levulosa; la sacarosa se forma en la manzana a expensas del almidón que contiene la fruta, y a medida que avanza la maduración se va transformando en glucosa y levulosa, por lo que

estos últimos azúcares son los que se encuentran en mayor proporción, hasta el 95% del azúcar total.

La glucosa y levulosa se llaman azúcares reductores, porque sobre ellos actúan los fermentos para producir alcohol.

La cantidad total de azúcares en el mosto oscila entre 83 y 132 gr./l.

### **3.2. Ácidos.**

El principal ácido del mosto de manzana es el ácido málico. El cual va acompañado de pequeñas cantidades de ácido cítrico y más pequeñas aún de ácido succínico, y el ácido oxálico y ácidos grasos no saturados ya en muy pequeñas cantidades.

El ácido málico abunda mucho en las manzanas agrias y verdes y en menor proporción cuando alcanzan su estado de madurez.

La presencia de ácidos en un mosto en fermentación es indispensable, por ser nocivos para los microorganismos patógenos. Contribuyen al mantenimiento del color natural de la sidra y hacen que se mantenga limpia. Le comunican el sabor agrio y la frescura que se encuentra en ella.

La acidez del mosto es mayor que la de la sidra, llegando a ser a veces un 50% superior.

Es muy conveniente al principio de la fermentación y cuando los mostos tienen una acidez baja, hay que aumentársela con la adición de ácido cítrico a dosis de 40-60 gr./hl.

### **3.3. Taninos.**

Estas materias que tienen por base el tánico se encuentran localizadas preferentemente en la piel y semillas de los frutos y abundan en las manzanas amargas. Son incoloras, pero se oxidan al entrar en contacto con el oxígeno del aire, bajo la acción de una enzima llamada oxidasa, tornándose oscuras o parduzcas.

Los ácidos entorpecen y en ciertas ocasiones anulan la acción de la oxidasa sobre el tánico; por esta razón. Los mostos de acidez elevada no adquieren una coloración muy marcada al ser expuestos al aire.

El tanino, ayuda a la precipitación de las materias pécticas, mucilaginosas y albuminoideas que los mostos contienen, con las que se combinan para formar precipitados insolubles, que pasan a formar las heces o “borras” desempeñando por lo tanto un papel defecante y clarificante de sidras y mostos.

El tanino es un gran antiséptico que contribuye a dar cuerpo a la sidra, comunicándole un sabor seco y astringente.

Los mostos de manzana contienen 1'4 gr./l de tanino y la sidra 1'17 aproximadamente.

### **3.4. Materias pécticas.**

Son sustancias muciliginosas no nitrogenadas, en estado coloidal. Cuando abundan en los frutos o jugos a la vez azucarados y ácidos, los convierten en jaleas.

Cuando las manzanas están verdes contienen una sustancia péctica insoluble en agua, la "pectosa"; los ácidos, el calor y la acción de una enzima convierten lentamente la pectosa en pectina, que forma disoluciones coloidales que son las que comunican a los mostos su viscosidad.

Muchas materias pécticas se insolubilizan durante la fermentación y se precipitan al fondo de las kupelas.

El porcentaje de materias pécticas en sidras y mostos depende de la proporción de los demás componentes.

### **3.5. Materias nitrogenadas.**

Pueden presentarse como albuminoides o como amidas pero nunca en forma nítrica y sólo vestigios como nitrógeno amoniacal.

Gran parte de los albuminoides se precipitan, con el tanino durante la defecación del mosto. Las amidas, que no precipitan, son los verdaderos alimentos de los fermentos alcohólicos o levaduras, ya que éstas para su multiplicación necesitan ciertos alimentos sin los cuales no podrían cumplir su misión característica, cual es la transformación del azúcar en alcohol.

Las sustancias nitrogenadas se encuentran en mostos y sidras en pequeñas cantidades, aunque suficientes para satisfacer las exigencias de los fermentos alcohólicos.

### **3.6. Materias minerales.**

Son sustancias indispensables para asegurar el metabolismo de los tejidos vegetales; las materias minerales forman parte de los constituyentes normales de la manzana, encontrándose en estos frutos en estado de sales de ácidos orgánicos y minerales.

Depende de diversos factores: composición y fertilización del suelo, influencia de la variedad, influencia del porteinjerto, coloración del fruto, factores climáticos, etc...

Las sales minerales que el fruto contiene y que luego pasan al mosto, están formadas principalmente por sulfatos y cloruros de sosa, potasa, magnesio y cal, que quedan formando las cenizas cuando se incinera una muestra de sidra.

También contiene en cantidades mínimas iones metálicos como hierro, cobre, boro, manganeso, etc.

Las materias minerales, al igual que las nitrogenadas, son alimentos necesarios para el desarrollo de levaduras.

### **3.7. Materias aromáticas.**

Son sustancias que se encuentran en mostos y sidras procedentes de la manzana, formadas durante la fermentación y resultantes de las reacciones químicas entre distintos componentes. Se encuentran bajo la forma de ésteres aldehydos.

### **3.8. Enzimas.**

Son sustancias que segregan las células de los microorganismos y sin las cuales sería imposible la fermentación. El número de enzimas conocido hoy en día es muy elevado.

Entre las enzimas del mosto se pueden citar: amilasa, que convierte el almidón en azúcar; sacarasa, que transforma la sacarosa en glucosa y levulosa; oxidasa, que hace posible la oxidación del tanino y materias colorantes; pectasa, que convierte la pectosa en pectina.

### **3.9. Vitaminas.**

Son sustancias indispensables en los organismos vegetales. En la manzana y por tanto en los jugos de la misma, se han encontrado diversas vitaminas: vitamina C, tiamina... .

## **4. PREPARACION DEL MOSTO PARA LA FERMENTACION.**

El mosto, no presenta siempre la misma composición. Varía con la época del año, con el tipo de manzana utilizada... .

Algunas veces el mosto presenta gran cantidad de materias extrañas en suspensión; otras es bastante claro; puede tener también un exceso de acidez, etc.

Los principales tratamientos y correcciones que se hacen a los mostos son los siguientes: filtración; acidificación o corrección de la acidez; tanificación o corrección del tanino; y el empleo del anhídrido sulfuroso.

#### **4.1. Filtración.**

Muchos peritos en sidrería aconsejan purificar el mosto con una colada y una filtración antes de fermentarlo, porque así la sidra alcanza una mayor graduación alcohólica, un sabor más delicado y una conservación más larga.

El colado se hace a través de unos coladores de crin de trama muy cerrada y se usa para eliminar las impurezas mayores.

Después de colarlo se pasa al filtro, que los que más se usan son los de pasta de amianto. Con una sola filtración se puede preparar un mosto bastante claro para que produzca una buena sidra. No es recomendable hacer más de dos filtraciones porque si no se eliminasen fermentos, pudiéndose llegar hasta la esterilización.

Al pasar el mosto por los coladores y los filtros se experimenta una aireación que favorece una fermentación rápida y regular.

#### **4.2. Acidificación.**

La acidez correcta de un mosto es fundamental, porque asegura una fermentación normal, garantiza la conservación de la sidra resultante, la protege contra el ennegrecimiento y le da más cuerpo.

Para la acidificación de los mostos se recurre a dos ácidos orgánicos: el tartárico y el cítrico.

El ácido tartárico se presenta en cristales incoloros y transparentes, bastante grandes. Su sabor es fuertemente ácido. Se disuelve con mucha facilidad en el agua y en el mosto de sidra.

La acidificación con ácido tartárico se hace teniendo en cuenta que, 1'53 gramos de dicho ácido equivalen a 1 gramo de ácido sulfúrico. Antes de incorporar el producto al mosto, se disolverá en un poco de agua o en algo del mismo mosto que se vaya a corregir.

El ácido cítrico forma cristales grandes, aunque algo menores que los del ácido tartárico, incoloros y translúcidos, de sabor excesivamente ácido y característico.

Es importante hacer notar que el ácido cítrico y sus sales se mantienen perfectamente en solución en presencia de alcohol.

Esta acidificación se hace teniendo presente que 1'43 gramos de dicho ácido, equivale a 1 gramo de ácido sulfúrico.

Si la acidez del mosto fuera excesivamente elevada, atentaría contra la vida de las levaduras, entorpecería su acción y, por consiguiente, la fermentación alcohólica. En estos casos se emplea el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) para disminuir la acidez.

### 4.3. Tanificación.

Para que un mosto fermente bien y produzca una sidra de propiedades correctas de conservación, debe contener entre 2 y 5 por mil de tanino. Esta sustancia desempeña un papel importante en la defecación y en el mantenimiento del buen estado de la bebida. Antes de echar el tanino se disolverá previamente en agua caliente.

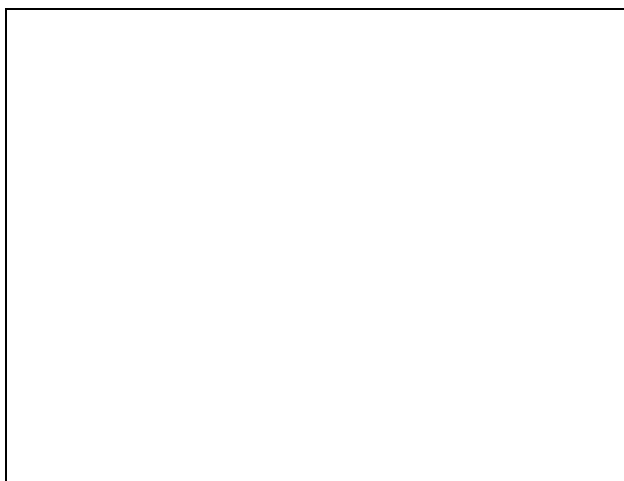
### 4.4. Utilización del anhídrido sulfuroso ( $\text{SH}_2$ ).

Se utiliza como antifermento. Es un gas incoloro, de olor picante y penetrante. Se obtiene quemando azufre en contacto con oxígeno del aire.

Cuando se adiciona anhídrido sulfuroso a un mosto, se disuelve y reacciona con sus componentes: parte forma compuestos con los azúcares y el resto se queda libre, aunque una pequeña parte se combina con la potasa y otras sales.

El sulfuroso libre realiza mejor su función antiséptica que el combinado. Así que en mostos dulces hay que añadir más cantidad de sulfuroso que en uno menos dulce para que produzca el mismo efecto.

Con pequeñas dosis de sulfuroso, se puede retrasar fácilmente la actividad de las levaduras en los mostos que todavía no han fermentado. Si se echa mucho sulfuroso a un mosto, puede llegar a paralizarle su fermentación, y se conserva sin que se altere. Esto es que un mosto está apagado por su sulfuroso (Ver **GRAFICO 8**).



**GRAFICO 8.** Efecto del sulfuroso en la purificación de los fermentos.

Cuando un mosto está fermentando, se le tiene que añadir mayor cantidad de sulfuroso, si se quiere paralizar, porque las levaduras lo soportan mejor.

Para desulfitar un mosto, basta con una simple aireación para que este gas desaparezca.



Las ventajas de utilizar el anhídrido son las siguientes:

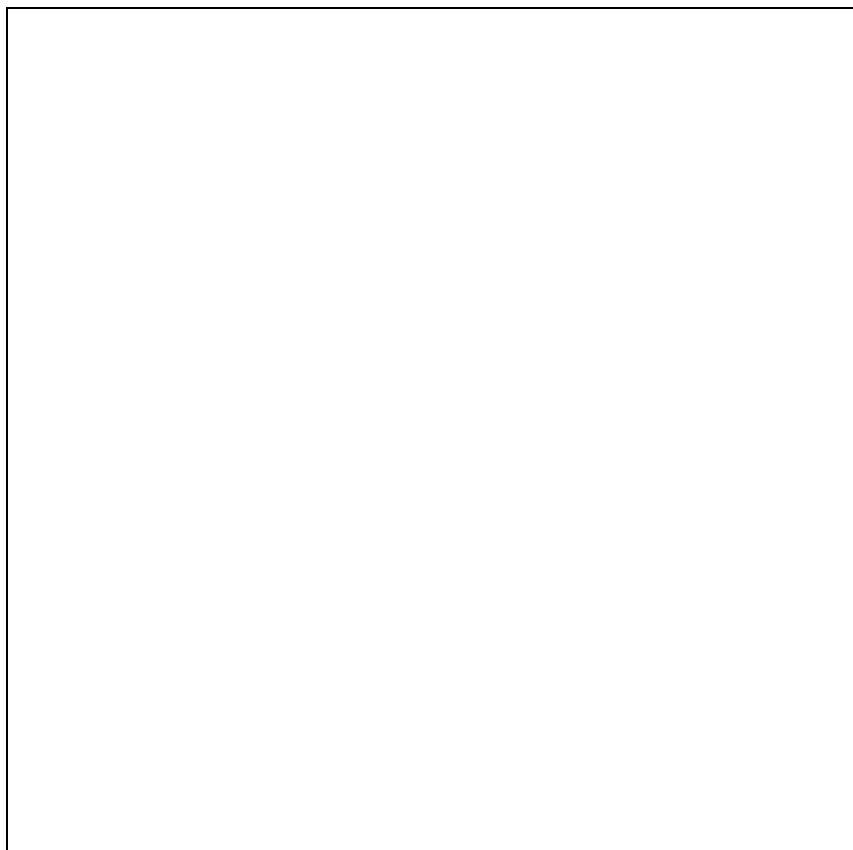
- a) Si se añade antes de la fermentación, se eliminan fermentos indeseables.
- b) Contribuye a dar estabilidad al color, porque elimina oxidasas que tiene la sidra y que en contacto con el aire oscurecerían la masa.
- c) Mantiene la temperatura por debajo de las que pudieran ser peligrosas.
- d) Paraliza la fermentación cuando interesa, sin que se altere el mosto.
- e) Facilita la extracción de materia colorante, así permite obtener sidras de bajo color, que son las más apreciadas.
- f) Preserva de otras fermentaciones que se pudieran dar pero donde se desean, como la acética, resultando sidras de poca acidez volátil y de fácil conservación.
- g) Aumenta el grado alcohólico y extracto seco de la sidra.
- h) La clarificación es rápida y brillante, con más finura y limpieza al paladar.
- i) Es práctico para desinfectar y conservar los recipientes después de haber terminado la fermentación lenta. (Ver **GRAFICO 9**).



**GRAFICO 9.** Vapores de anhídrido sulfuroso.

Pero el anhídrido sulfuroso en estado líquido también es muy típico en mostos, porque su dosificación es muy rigurosa y no se introducen sustancias extrañas. Se

disuelve muy bien en alcohol porque es más pesado que el agua. Se aplica por medio de sulfitómetros (Ver **GRAFICO 10**).



**GRAFICO 10.**

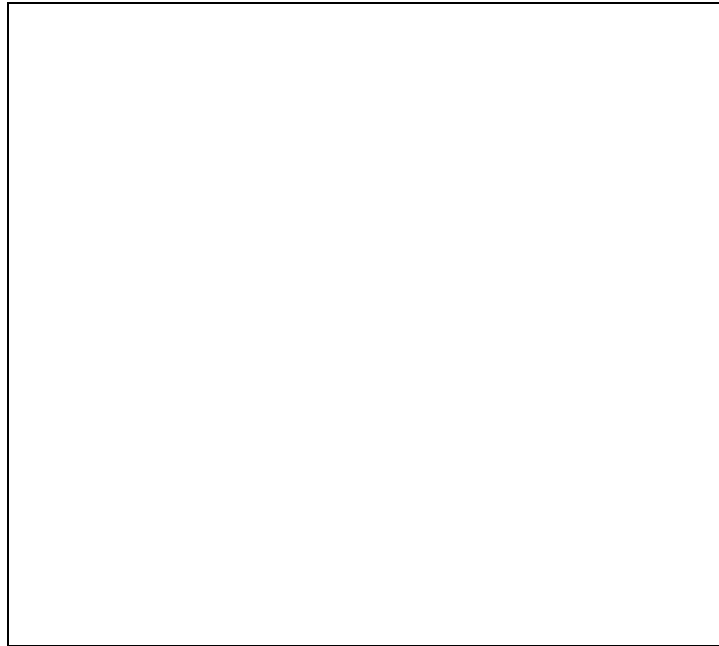
Aunque también se suelen usar metabisulfitos alcalinos, como el metabisulfito de potasa que es la sal preferida en la sulfitación de mostos y sidras. Se descompone en contacto con los caldos produciendo anhídrido sulfuroso (Ver **GRAFICO 11**).

Para su empleo, se tritura y se mete en una bolsita de tela no muy tupida, que se suspende por medio de un bramante en el interior del envase donde ha de disolverse. También puede disolverse en una pequeña cantidad del líquido a sulfitar para luego mezclarlo con el total de la masa.

Pero en todos los casos aquí expuestos, la dosis a emplear depende de varios factores:

- a) De la temperatura; si es alta habrá más microbios enemigos, siendo necesario forzar la dosis de sulfuroso.
- b) Del estado de sanidad de las manzanas, porque cuanto más alterada esté una manzana más flora microbiana perjudicial tendrá.

- c) De la cantidad de azúcar contenida en el mosto.



**GRAFICO 11.**

La dosis y los medios de aplicación en las distintas operaciones, pueden resumirse en lo siguiente:

- a) Para la limpieza y desinfección de toneles vacíos, se usarán azufrines sin goteo a razón de 3-5 gramos por hectolitro de capacidad.
- b) Para la desinfección de utensilios de la bodega, 10 gramos de sulfuroso líquido por litro de agua, o en otro caso 20 gramos por litro de metabisulfito de potasa.
- c) Para impedir que los mostos fermenten durante el desfangado, 14 gramos de metabisulfito de potasa por hectolitro.
- d) Para conservar la sidra durante un tiempo determinado, 12 gramos de metabisulfito de potasa por hectolitro.
- e) Para paralizar la fermentación, 100 gramos de metabisulfito de potasa o 50 gramos de sulfuroso líquido por hectolitro.

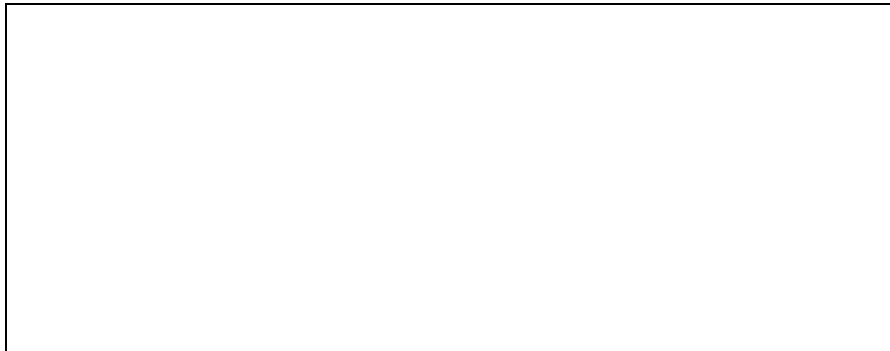
## **5. FERMENTACION.**

### **5.1. Levaduras.**

Son seres que pertenecen al reino vegetal y se agrupan en la clasificación botánica con el nombre de Blastomicetos u hongos germantes y pertenecen al grupo Sacaromicetaceos.

Las levaduras son microscópicas, de un tamaño que oscila entre 5 y 15 micras. Son abundantes en la naturaleza, encontrándose preferentemente sobre la capa aérea de los frutos y nutriéndose de una parte de los elementos azucarados de las frutas; su distribución es llevada a cabo por los insectos, el agua y el viento, que los arrastran con facilidad.

En una célula de levadura se distingue una pared celular transparente y permeable, constituida por celulosa o hemicelulosa; en el interior se localiza el protoplasma o citoplasma, que es una masa semilíquida, incolora, compuesta de materia albuminoidea mezclada con sales en disolución. Dentro del citoplasma se encuentra el núcleo, casi siempre en el centro de la célula, y alrededor de él están las vacuolas, con sustancias de reserva. (Ver **GRAFICO 12**).

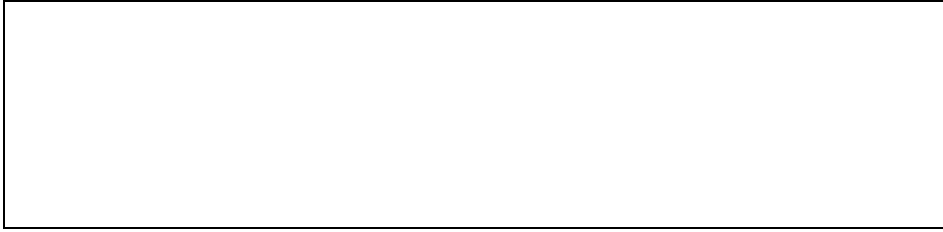


**GRAFICO 12.** Dibujo de una levadura.

El núcleo se divide en dos, en la reproducción, y uno de los dos núcleos resultantes va hacia la célula hija.

La levadura tiene formas variadas: elíptica, alargada, oval, etc.; depende de la composición y temperatura del medio donde se desarrollan.

La reproducción puede ser vegetativamente (gemación y escisión transversal) y por esporulación con formación de esporas internas. En el primer caso, a la levadura le sale unas o varias protuberancias o yemas y parte de la materia que contiene la célula, se trasladan a dicha protuberancia; ésta se va estrechando por su base, al mismo tiempo que una pared cierra el estrechamiento; de esta forma se habrá formado una célula hija (Ver **GRAFICO 13**).



**GRAFICO 13.** Reproducción de las levaduras por gemación.  
Multiplicación rápida de la especie.

La velocidad de gemación depende de la composición del medio, temperatura, aireación. etc. En condiciones normales una levadura da lugar a otra en 30 minutos; en un día se habrán producido millones de células porque por cada célula hija salen otras dos...

En otras especies de levaduras, la reproducción es por escisión transversal: la célula crece, se alarga y se va estrechando por el centro hasta formar una pared divisoria, resultando así dos células nuevas.

La reproducción por esporulación es propia de las verdaderas levaduras. En este proceso, el núcleo se divide varias veces; cada una de estas divisiones se rodea de materia protoplásmica y por último de una pared, formando las esporas (Ver **FOTO 9**).



**FOTO 9.** Microfotografía del “*Saccharomyces mali*” Z-2, ascas con 2, 3 y 4 esporas, desarrolladas sobre bloque de escayola después de 22 días de la siembra a 25° C, teñidas con azul de metileno. x 1.500 aumentos

Cada célula puede formar 710 esporas.

Las levaduras en estado de esporas resisten todas las intemperies y en esta forma pasan el invierno en el suelo de los vergeles, en las cortezas de los árboles, suelos, lagares, etc., pasando en verano y otoño a los frutos (Ver **GRAFICO 14**).



**GRAFICO 14.** Reproducción de las levaduras por esporulación.  
Conservación de la especie.

Cuando las esporas se mezclan con un medio azucarado, rompen la membrana que las encierra y se dispersan en el líquido. Enseguida cambian su forma de reproducción, haciéndolo por yemas.

Una misma especie de levaduras puede multiplicarse de ambas formas: si el medio le es propicio, la multiplicación es por gemación; por el contrario, si le es adverso, se reproducirá por esporulación.

Cada especie de levadura requiere una temperatura determinada para actuar correctamente. Esta temperatura varía entre 20° y 30° C. Se ha comprobado que a temperaturas inferiores a 0° C, la fermentación se detiene, mientras que a temperaturas superiores a 35° C se originan otras fermentaciones ajenas a la alcohólica, entre ellas, butírica, láctica, etc.

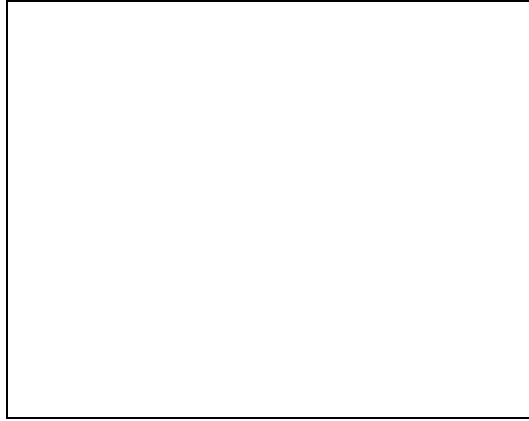
Sembrando un cultivo de levaduras sobre un medio rico en hidratos de carbono y sales minerales, la reproducción era por gemación. En cambio, sembrando el mismo cultivo en un bloque de escayola, a los pocos días las levaduras formaban esporas.

Las levaduras se comportan de diferente manera según estén en contacto con el oxígeno del aire (vida aeróbica) o al abrigo del mismo (vida anaerobia). En la vida aeróbica, las células respiran, consumiendo gran cantidad de azúcar y produciendo poco alcohol; por el contrario, cuando se evita en todo lo posible el contacto con el oxígeno producen una proporción elevada de alcohol.

Es necesario que durante el triturado se aireen los mostos, al objeto de que la levadura pueda multiplicarse, pero luego deben estar lo menos posible en contacto con el aire, para que la proporción de alcohol sea elevada.

Las principales levaduras del mosto de manzana son:

- a) ***Tómulas* y *Rhodotómulas***: Tienen forma esférica, se multiplican por gemación y no forman esporas; consumen gran cantidad de azúcar. (Ver **FOTO 10**).



**FOTO 10.** *Tórulas*, cultivadas en medio agar-malta a los cinco días de iniciarse la fermentación. Obsérvese en el interior de las células el gránulo de grasa. Sin colorear x 1.250 aumentos.

- b) *Apliculadas*: Abundantes en los frutos y se reconocen por su forma de limón. La más abundante en el mosto es la *Kloekuera apiculata*. Nunca producen esporas. Producen poco alcohol. Además, parece ser que producen ácidos volátiles (acético principalmente) siendo muy sensibles a la acción del anhídrido sulfuroso.
- c) *Saccharomyces*: Tienen una elevada capacidad para fermentar los azúcares mayoritarios del mosto de manzana (Ver **FOTO 11**).



**FOTO 11.** Cultivo puro de “*Saccharomyces*” aisladas de la fermentación alcohólica de la sidra.

Dentro de este género se encuentra la *Saccharomyces mali* que es el principal agente de la fermentación alcohólica de la sidra, predominando al final de la misma. Está formada por células ovales y algunas redondas y en su interior poseen una gran vacuola. Se reproducen por gemación y esporulación formando 1, 2, 3, y 4 esporas por asca.

d) Levaduras seleccionadas:

Se ha logrado separar las distintas especies de levaduras para sembrarlas en los mostos que más convenga, según sus características.

Con el empleo de levaduras seleccionadas se puede obtener una sidra de excelente calidad.

A parte de las levaduras antes mencionadas, existen otras levaduras que se suelen seleccionar, como *Acetobacter*, *Glucobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Zymomonas*. Este último no se ha descrito en nuestra sidra natural pero sí en las inglesas y francesas.

Desde 1920 se vienen preparando levaduras para mostos y sidras que pueden conservarse definitivamente. Estas levaduras tienen la ventaja de ser absolutamente puras.

Para sembrar un mosto con levaduras puras debe hacerse de la siguiente manera: Se calienta el jugo hasta una temperatura de 63° C. Una vez su temperatura haya descendido hasta 25° C se le añade la levadura pura. La fermentación comenzará a las pocas horas y, al cabo de 1 ó 2 días adquiere su actividad máxima. Se vierte entonces el contenido de la kupela sobre 100 ml. de mosto, también, esterilizado a 63° C y enfriado a 25° C. Y cuando su fermentación se encuentre en el pleno, se reparte el líquido entre las kupelas de fermentación, de manera de tratar con 1000 litros de mosto aproximadamente.

Para la transformación del mosto en sidra, desde el punto de vista microbiológico, se encuentra una flora compuesta por una variada representación de levaduras apiculadas, bacterias lácticas, y bacterias acéticas junto a levaduras del género *Saccharomyces*. En este momento, el grupo más importante lo constituyen las levaduras apiculadas con claro predominio de la especie *Kloekura apiculata*, ya que ésta está en condiciones adecuadas para desarrollarse y tiene una rápida tasa de reproducción asexual.

Las bacterias lácticas que tienen un carácter anaerobio, no tienen en el mosto las condiciones adecuadas para su multiplicación y permanecen en fase estacionaria.

El número de bacterias acéticas en el mosto resulta variable, dependiendo de la higiene que se haya tenido en el tratamiento del fruto.

En cuanto comienza la fermentación alcohólica de los azúcares mayoritarios del mosto (fructosa, sacarosa y glucosa) las distintas razas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* se convierten en protagonistas.



## 5.2. Fermentación alcohólica.

La fermentación alcohólica es el proceso bioquímico y microbiológico por el cual los azúcares se transforman en alcohol y CO<sub>2</sub>, quedando el mosto o jugo de manzana convertido en sidra, según la ecuación:



Una vez que el mosto ha salido de la prensa, y transcurrido algún tiempo de inactividad, si las condiciones son favorables comienza una efervescencia debido al desprendimiento de multitud de burbujas de CO<sub>2</sub>. Este desprendimiento se debe a la acción de las levaduras, que segregan los enzimas los cuales transforman los azúcares del mosto en alcohol y CO<sub>2</sub> como productos principales, y en pequeñas cantidades de otras sustancias variables según las clases de levaduras y las condiciones de elaboración.

Paralelamente a la fermentación alcohólica, se lleva a cabo la fermentación glicéropirúvica.

Fases de la fermentación.

### 5.2.1. Fermentación tumultuosa o defecación del mosto:

Una vez el mosto en la kupelas, empieza a borbotear, al mismo tiempo la temperatura del caldo aumenta y se aprecia un silbido característico con desprendimiento de burbujas de CO<sub>2</sub>, dando la impresión de que el mosto hierve.

Estas burbujas de gas, arrastran consigo impurezas menos pesadas que el mosto contiene, así como algunos de sus componentes formando en la superficie una masa espumosa llamada “sombbrero”. Si existe entre los componentes del mosto y las condiciones son favorables, el sombrero será de color pardo achocolatado y que está formado, tanto por células muertas y partículas de almidón como microorganismos vivos de diferentes orígenes. Esta masa de aspecto parduzco se elimina por la parte superior del tonel.

Si es de color blanco y sin consistencia es que ha habido una deficiente coagulación de materias pécticas y nitrogenadas, y las sidras resultantes serán turbias, de sabor mediocre y de mala conservación.

Al mismo tiempo que se forma el “sombbrero”, las sustancias más pesadas se depositan en el fondo, formándose las borras más o menos abundantes.

Esta depuración fisicoquímica, va acompañada de otra depuración microbiana en la que parte de las bacterias, levaduras y mohos que el mosto contenía, pasan al sombrero y a las borras.

Así el mosto ha sufrido la defecación o desfango, quedando parcialmente clarificado.

Para que se produzca una buena defecación, es conveniente triturar una mezcla de variedades con la misma madurez y nunca manzanas verdes o muy avanzadas y no triturar a temperaturas elevadas.

Las manzanas verdes son pobres en pectinas coagulantes y en consecuencia da defecación difícil; si están maduras serán ricas en pectinas, dando sidras cargadas de heces.

Respecto a la temperatura, esta activa la levadura y hace entrar enseguida al mosto en fermentación sin haber tenido lugar la coagulación de las materias pécticas y nitrogenadas, formándose entonces el sombrero blanco.

Normalmente la subida del sombrero, habrá terminado a los 6-8 días después del prensado.

La defecación, si no se produce espontáneamente, hay que recurrir al empleo de sales defecantes. Las más empleadas son: sacarato de cal, carbonato de cal y fosfato bicálcico.

Se conoce que ha terminado la defecación porque deja de desprenderse CO<sub>2</sub> en forma tumultuosa; en este momento es conveniente, separar el mosto claro y limpio del sombrero y las borras, ya que así se librá al líquido de sustancias extrañas, que impedirán la buena fermentación.

#### 5.2.2. Fermentación lenta o verdadera fermentación.

Una vez que el mosto haya defecado, experimenta una fermentación lenta, continuando hasta que todo el azúcar se haya convertido en alcohol, resultando una sidra seca.

Durante la fermentación, los aminoácidos tienden a desaparecer reapareciendo más tarde en pequeñas cantidades, pero en mayor variedad.

Los aminoácidos típicos de la hidrólisis de las levaduras son la lisina, la arginina, la fenilalanina y la tirosina.

Al disponer menos sustratos y al comenzar a agotarse el medio, la población de *Saccharomyces* empieza a declinar siendo el momento en el que las bacterias lácticas se multiplican a expensas de las sustancias disponibles entre ellos degradando el ácido málico en la llamada transformación maloláctica.

A lo largo del proceso de elaboración es importante realizar controles periódicos de la temperatura y de la densidad.

Cuando la sidra se seca, es decir, cuando han sido consumidos los azúcares contenidos en el mosto, entramos en la fase de almacenamiento en la que existe una elevada autólisis de levaduras. Los residuos de azúcar, aunque hayan sido consumidos la mayoría, siempre quedan pequeñas cantidades que este grupo de microorganismos puede aprovechar, causando problemas de distinta gravedad en el acabado del producto. Si en esta etapa existe algún tipo de aireación o cámara de aire se traducirá en el desarrollo de levaduras filmógenas que son perjudiciales para los compuestos por que forman bacterias acéticas que pueden provocar el picado acético de la sidra.

Las bacterias acéticas son las responsables de la transformación del etanol, producido por las levaduras, en ácido acético.

Las bacterias del ácido acético son al igual que las bacterias del ácido láctico, procariotas. Poseen forma de bacilo y se encuentran muy extendidas en la naturaleza. Pueden ser inmóviles o pueden tener cilios que propulsen sus movimientos.

Generalmente esta fermentación dura 4 ó 5 meses; en algunas zonas que las bodegas se encuentran a bajas temperaturas, se prolonga hasta 6 ó 7 meses. (Ver **FOTO 12**).

### **5.3. Control de la fermentación.**

Es necesario llevar un control para comprobar si el proceso fermentativo se desarrolla normalmente y poder corregirlo a tiempo cuando presente alguna anomalía.

Conviene tomar diariamente las temperaturas del mosto; para ello se introduce por la parte superior de la kupela un termómetro de los llamados de máxima. Estos, van encerrados dentro de una funda de cobre o latón, con una chapa que puede correrse para tapar o destapar la parte que lleva la escala. Encima de la columna de mercurio hay una barrita o índice que previamente se llevará hasta que toque el extremo superior de la columna de mercurio por medio de un imán; se sumerge en el mosto durante unos minutos y el índice nos marcará la temperatura máxima.

Si la temperatura llega a los 0° C no hay fermentación; a medida que la temperatura aumenta la fermentación se va haciendo más rápida y completa, con tal de que no exceda de unos límites, porque si la temperatura es muy alta, no sólo se corre el riesgo de que la sidra se quede dulce por falta de reproducción de los fermentos alcohólicos, sino también de que se desarrollen microorganismos que pudieran producir fermentaciones anormales y sidras enfermas.



**FOTO 12.** Microfotografía tomado al final de la fermentación alcohólica donde se observa el predominio de células del “*Saccharomyces mali*”. x 500 aumentos.

Para cada especie de levadura puede fijarse una temperatura mínima por debajo de la cual no pueda multiplicarse; una óptima en la que se multiplica con gran rapidez y finalmente por encima de la temperatura máxima, pierde nuevamente la facultad de reproducirse. (Ver **GRAFICO 15**).

El mosto una vez en la kupela debe tener una temperatura de 8°–10° C. A medida que la fermentación avanza, la temperatura va elevándose durante unos días hasta alcanzar la máxima de 16°–18° C; luego comienza a disminuir, estacionándose al cabo de 20–30 días en 10°–12° C continuando así hasta la completa transformación del azúcar en alcohol.

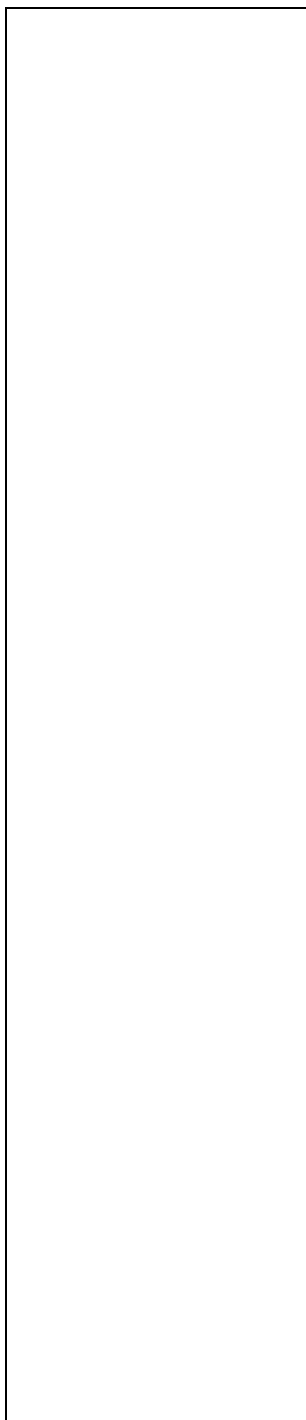
Con la aplicación de frío artificial se puede conducir a voluntad la velocidad de fermentación de la sidra.

En los diversos países europeos productores de sidra como Francia, Suiza, Inglaterra y Alemania, existen sidrerías refrigeradas artificialmente desde hace más de 30 años, que les ha permitido mantener a bajas temperaturas sus caldos en fermentación.

La utilización del frío permite a la sidrería industrial rebajar la temperatura de los mostos para facilitar su defecación o desfangado antes de la fermentación y conservar la sidra durante los fuertes calores del verano. (Ver **FOTO 13**).

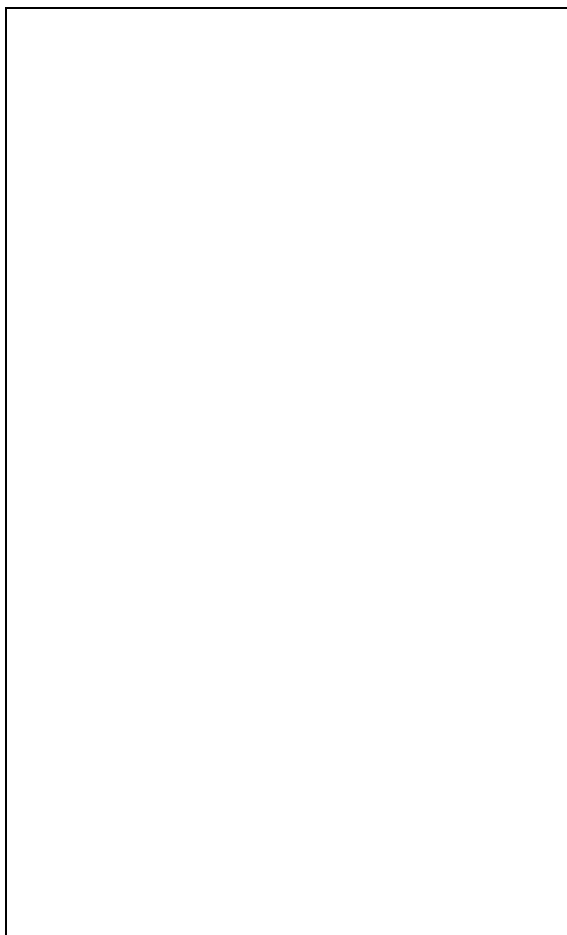
Al mismo tiempo que se observa la temperatura se comprobará la densidad del mosto, pues si la fermentación es normal, disminuye hasta 1.000, punto que indica el final de la fermentación.

A una elevación normal de la temperatura debe corresponder una disminución de la densidad, paralelamente.



**GRAFICO 15.** Termómetro de máxima utilizado para la vigilancia de las fermentaciones.

Cuando la fermentación haya terminado, es conveniente observar la acidez volátil cada 10-15 días, pues si ésta se eleva excesivamente es síntoma de que la sidra comienza a picarse o avinagrarse.



**FOTO 13.** Instalación para la refrigeración de las bodegas de sidra en período de fermentación y conservación.

#### **5.4. Corrección de las fermentaciones paralizadas.**

La fermentación alcohólica es más rápida cuanto mayor es la cantidad de fermento para una misma cantidad de azúcar. Así pues, cuando una fermentación se paraliza es debido a una insuficiencia de levaduras en el mosto o también a una falta de actividad de las mismas debido a temperaturas excesivamente altas o demasiado bajas.

Una fermentación paralizada puede corregirse:

- a) Añadiendo mosto en fermentación. Se siembran fermentos alcohólicos en pequeñas cantidades de mosto y cuando la fermentación está en pleno apogeo se le adiciona a mayores cantidades de líquido. Así la fermentación será normal por haber aumentado la proporción de levaduras.
- b) Cuando la fermentación languidece por un descenso brusco de la temperatura, se le puede añadir cierta cantidad de mosto caliente o calentando la bodega. Si el fallo es por falta de alimento de levaduras se le

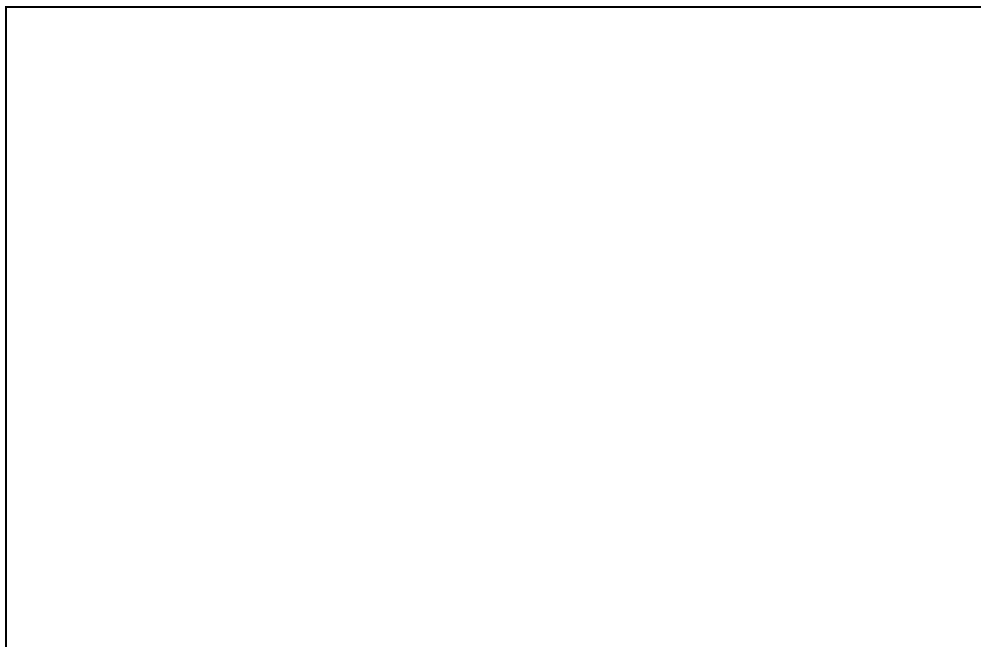
pudiese añadir a la masa que fermenta 30 ó 40 gr. de fosfato amónico por Hl. de mosto.

- c) Cuando los mostos adquieren temperaturas elevadas se pueden enfriar abriendo todas las ventanas de la bodega durante la noche y cerrándolas por el día. También se puede hacer añadiendo anhídrido sulfuroso a razón de 6-8 gr. de metabisulfito de potasa o 3-4 grs. de sulfuroso líquido por Hl. de sidra o mosto.

### **5.5. Productos de la fermentación alcohólica.**

A parte de la producción de alcohol y CO<sub>2</sub>, se forman otros productos secundarios; la glicerina o glicerol con un contenido de 2'90-5'60 gr./l, es un líquido viscoso que da a la sidra cierta suavidad de paladar; alcoholes superiores como propílico, amílico e isobutílico. Por combinación de alcoholes y ácidos se forman ésteres y por oxidación del alcohol etílico se encuentra el etanal o aldehído etílico que produce el "bouquet". También durante la fermentación se forman pequeñas cantidades de ácido láctico, acético y butírico.

Si se compara la composición del mosto con la de la sidra, se observan las sustancias que han sido transformadas durante la fermentación. (Ver **CUADRO 1**).



**CUADRO 1.** Composición química del mosto de la sidra y de la sidra natural.

## **6. TRASIEGOS.**

Durante la fermentación lenta se produce en los caldos una calma o reposo, debido a la cual se van depositando en el fondo de las kupelas las impurezas insolubles que todavía se encuentran en suspensión. Estas sustancias constituyen el depósito fangoso denominado heces o borras.

La operación que tiene por objeto separar la sidra clara y limpia de sus borras se conoce con el nombre de trasiego:

- a) Las borras pueden diseminarse y enturbiar toda la sidra, comunicándole olores y sabores poco agradables.
- b) Los microorganismos arrastrados al fondo por precipitaciones y floculaciones, pueden recobrar su actividad cuando las condiciones ambientales son favorables y causar alteraciones en la sidra.
- c) Existen en las borras materias que pueden descomponerse fácilmente y servir de alimento a los microbios indeseables.

Con la práctica de los trasiegos, se consigue dejar los caldos prácticamente limpios y en el mejor estado sanitario.

Deben escogerse días claros despejados y serenos, con aire seco y presión barométrica alta (días fríos y con viento Norte son los mejores). El tiempo frío, para evitar sobre todo la fermentación acética.

Hoy día, en los lagares industrializados, el trasiego se practica al abrigo del aire utilizando bombas apropiadas; la sidra así obtenida es limpia, pálida y de buena conservación.

Es recomendable efectuar 2 trasiegos: el 1º una vez terminada la fermentación tumultuosa, que el líquido debe estar claro, limpio y algo burbujeante. Antes de trasegarla por primera vez, hay que ver la densidad que tiene, y para hacer el primer trasiego ésta tiene que ser de 1030 a 1035; y el segundo en Enero-Febrero, en cuya fecha las borras están ya depositadas completamente.

Después de haber trasegado la sidra, la fermentación continúa pero mucho más lentamente. Un requisito fundamental para esta 2ª fermentación es una temperatura baja, que oscile entre 3º-8º C.

Esta fermentación dura unas semanas, y algunas veces, hasta meses e incluso años.



El último trasiego ha de efectuarse antes de que la densidad haya bajado de 1008-1010, si ésta fuese más baja, la cantidad de azúcar existente no produciría CO<sub>2</sub> suficiente para comunicar a la sidra sus propias características.

Al efectuar el trasiego, se procurará que la manguera de expulsión sea lo suficientemente larga y llegue al fondo de la kupela para evitar que la sidra golpee contra las duelas y se desprenda su CO<sub>2</sub>.

## **7. RELLENOS.**

El volumen del líquido disminuye debido a la inhibición de las paredes de la kupela, pérdidas por evaporación, concentración debida a enfriamiento, extracciones para cata y muestras, etc.; es pues necesario añadir con frecuencia nuevas cantidades de sidra. Estas operaciones se conocen con el nombre de rellenos. Conviene rellenar una vez terminada la defecación y después de cada trasiego. (Ver **GRAFICO 16**).



**GRAFICO 16.**

## **8. CLARIFICACIONES.**

Sirven para que las materias sólidas que la sidra lleva en suspensión y la enturbian, se depositen con rapidez y dejen aquélla clara y cristalina. Consiste en la

adición de unas sustancias sólidas o líquidas que, aunque de momento enturbian todavía más, al depositarse dejan el caldo completamente limpio.

Con la clarificación, al mismo tiempo que se abriga la sidra, se depura, eliminando parte de los gérmenes que pudieran alterarla.

La sidra, para someterla a la clarificación ha de haber terminado sus dos fases fermentativas (tumultuosa y lenta), pues de lo contrario, el CO<sub>2</sub> actuando hacia arriba impediría la acción del clarificante que actúa en sentido contrario.

Después de haber clarificado la sidra, con cualquier método, a los quince días de reposo conviene efectuar un trasiego, pues como en el fondo se depositan todas las impurezas que el caldo lleva en suspensión, podrían dar lugar a alteraciones de difícil remedio.

Los clarificantes pueden dividirse en 3 grupos:

### **8.1. Clarificantes de origen animal.**

- a) Suero de sangre: El suero de sangre contiene una gran proporción de albúmina, que es la sustancia que se emplea como clarificante. Se echa el suero en una vasija añadiéndole unos litros de sidra; luego se agrega a la kupela poco a poco, agitando fuertemente. La albúmina es muy energética. Se suele emplear en sidras de mucho color y abundante cantidad de tanino. Se utiliza la dosis de 250 c.c. de suero por Hl. o bien 8-12 gr. cuando es suero deshidratado.
- b) Clarificación con clara de huevo: La clara de un huevo puede contener, como término medio, 4 gramos de albúmina. Actúa preferentemente sobre el alcohol siendo su acción sobre el tanino menor que la de otros clarificantes. Las claras de huevo se baten a punto de nieve y se les añade unos litros de sidra a clarificar con un poco de sal común; se revuelve bien el conjunto y se vierte en la kupela poco a poco, agitando continuamente durante 5 minutos. La dosis a emplear son: 2 claras u 8 gr. de albúmina seca por Hl. de sidra.
- c) Clarificación con leche descremada o caseína: Se emplea en sidras muy ácidas y poco ricas en materias tánicas. La decoloración de las sidras así tratadas es intensa, pero la caída de los grumos se realiza lentamente. Se suelen utilizar 10-15 gr. de caseína por Hl. de sidra.
- d) Clarificación con gelatina: Es la más utilizada, pues además de su eficacia suele resultar más barata. Entre los componentes naturales de la sidra, son los

taninos los que con mayor intensidad intervienen para flocular las gelatinas, produciéndose una disminución considerable de aquellos cuerpos.

Se parte la gelatina en pequeños trozos, se echan en agua fría para que se hinchen, cambiando el agua un par de veces en 4-6 horas; así, previamente hinchada, se deshace con mucha facilidad en agua templada o caliente; se le añaden unos litros de sidra o se le incorporan a la masa. La energía de clarificación y poder decolorante de la gelatina es menor que la del suero de sangre. Se emplea la dosis de 8-15 grs. por Hl

## **8.2. Clarificantes de origen mineral.**

- a) Empleo de bentonitas: La bentonita es una arcilla especial que fue hallada por 1º vez en Fort Benton (E.E.U.U.). Más tarde se ha encontrado en España en distintos lugares.

Para su aplicación se añade a un poco de agua o sidra, al mismo tiempo que se agita enérgicamente; se espera unas horas para que las partículas se empapen o hinchen. A continuación, se añade a la masa a clarificar. La dosis a emplear de bentonita, depende de la clase de la misma, así como de la sidra que se quiera tratar. Nunca conviene añadir más de 100 gramos por Hl y es preferible usarla con gelatina, ya que ambos floculan mutuamente, siendo la clarificación más perfecta.

Existen otras tierras como la de Lebrija y Pozáldez que tienen propiedades clarificantes igual que las bentonitas.

A diferencia de los clarificantes animales, las tierras no disminuyen los taninos ni materias colorantes de la sidra.

- b) Carbonato cálcico: Aunque se usa para clarificar la sidra, no es aconsejable su uso, porque puede reaccionar con alguno de sus componentes y puede estropearla.

## **8.3. Clarificación con materias tánicas.**

No comunican ningún sabor desagradable a la bebida y tienen la ventaja de asegurar su conservación.

Las materias tánicas más usadas son:

- a) Corteza de roble: Debe preferirse la corteza libre de adulteraciones. Para obtener una clarificación se deben utilizar 50 grs. de corteza, aproximadamente, por cada Hl. de sidra. Se pulveriza muy finamente la

corteza e inmediatamente se echa sobre un litro de sidra caliente. Se agita todo y se vierte sobre la sidra a clarificar.

- b) Nuez de agalla: Se debe emplear muy finamente pulverizada y de la misma manera que se ha indicado para la corteza de roble, con la diferencia de que se usarán 20 gr.
- c) Tanino: Es la materia de este grupo que más conviene para clarificar la sidra, porque no le comunica ningún sabor y al mismo tiempo evita su descomposición prematura. Se debe emplear 10 gr. por Hl. Para incorporarlos a la bebida a tratar habrá que disolverlos previamente en un vaso de aguardiente de sidra.

## **9. FILTRACIONES.**

La fabricación moderna de sidra prefiere la filtración que la clarificación.

El excesivo empleo de clarificantes, principalmente los de origen animal pueden dar malos sabores a causa de su descomposición. Generalmente las clarificaciones las usan los fabricantes de pequeña escala.

Con la filtración se consigue dar una brillantez y una transparencia a la sidra extraordinarias, pero hay que hacerlo con cuidado y utilizar la maquinaria adecuada.

A veces, al intentar filtrar la bebida sin haberla clarificado antes, puede obstruir el filtro y reducir su rendimiento, esto es porque el líquido tiene demasiadas materias extrañas como para poder hacerlo por filtración. En estos casos, se puede hacer una ligera clarificación previa.

Las sidras que se prestan para ser filtradas son las jóvenes, las que van a ser embotelladas y las secas.

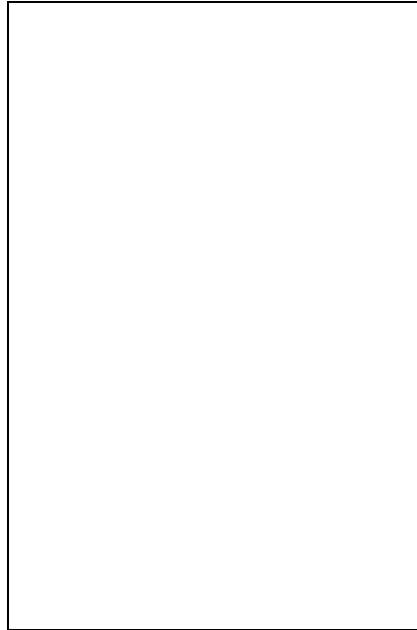
Hay que hacerlo fuera del contacto del aire, para que la sidra no pierda su CO<sub>2</sub>.

### **9.1. Filtros.**

Varios son los tipos de filtro, que se diferencian en el medio filtrante:

- a) Filtros a placas de amianto: Están constituidos por una serie de marcos, sobre los cuales se comprime la pasta de amianto. Se hace pasar el líquido a filtrar a través de estos marcos, para recogerlo limpio en una bandeja que está debajo de ellos. También puede utilizarse para tratar mostos.

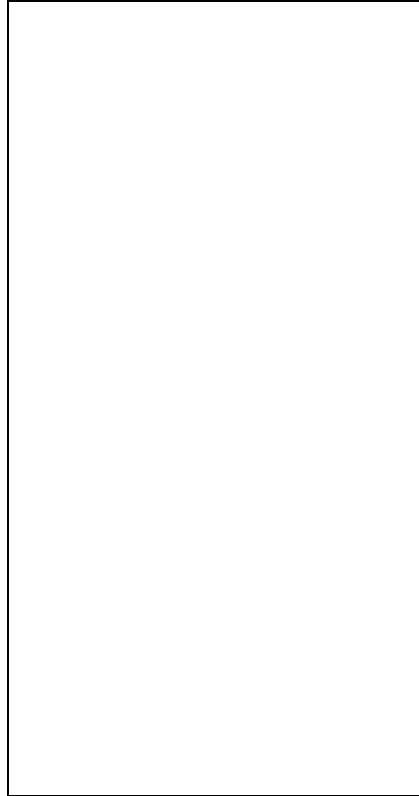
- b) Filtros a pasta vegetal: Aquí el filtrante es una pasta hecha con celulosa y agua, que se deposita sobre una tela metálica colocada en un marco. El filtro chato que ilustra la **FOTO 14** tiene una capacidad inicial de 150 litros/hora.
- c) La **FOTO 15**, **FOTO 16** y **FOTO 17**, muestran modelos de filtros múltiples. Se construyen con una aleación de aluminio, que resiste la acción de los ácidos de la sidra, al tiempo que le produce liveandad. La principal ventaja de los filtros múltiples reside en que posee cámaras de recambio.



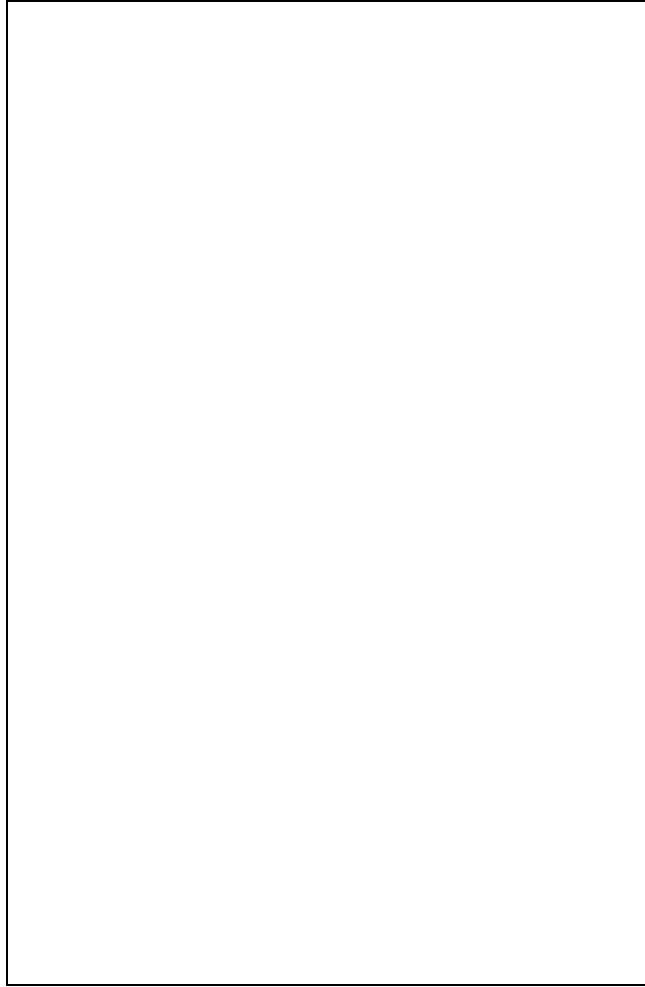
**FOTO 14.** Filtro chato Ciclón a pasta vegetal.

La capacidad inicial de los filtros múltiples oscila entre 700 y 4200 litros por hora, y está en razón directa con el número de cámaras que posee.

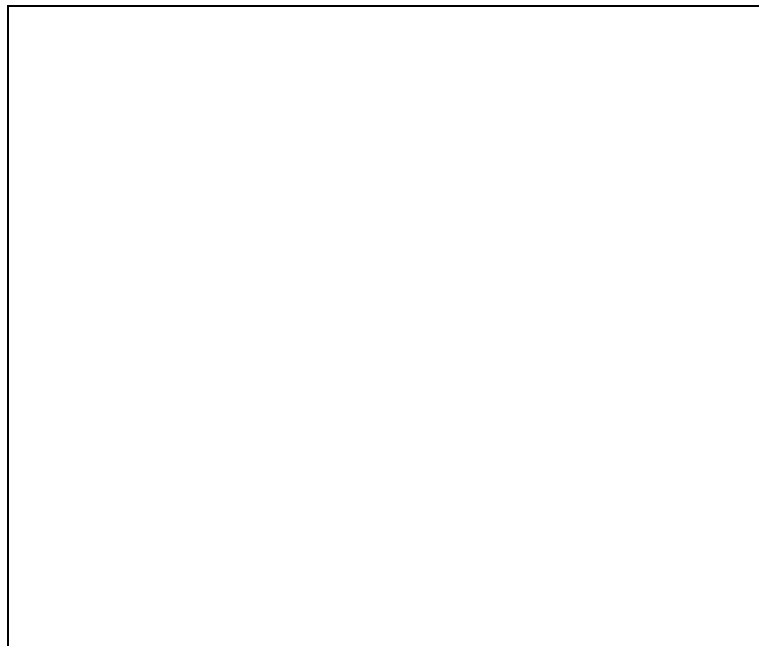
- d) Filtros a mangas: Está constituido por mangas filtrantes. El que ilustra la **FOTO 18** tiene 10 m<sup>2</sup> de superficie filtrante y una capacidad aproximada de 500 litros por hora. Para su acción, hay que añadir a la sidra a filtrar una sustancia clarificante que vende la misma casa que ofrece los filtros.
- e) Filtros a vacío natural por sifón: **FOTO 19** y **20**. Este sencillo aparato, carece de mecanismos complicados y hace una filtración perfecta. Se fabrica con metal estañado y materiales de 1ª calidad.



**FOTO 15.** Filtro múltiple fijo.



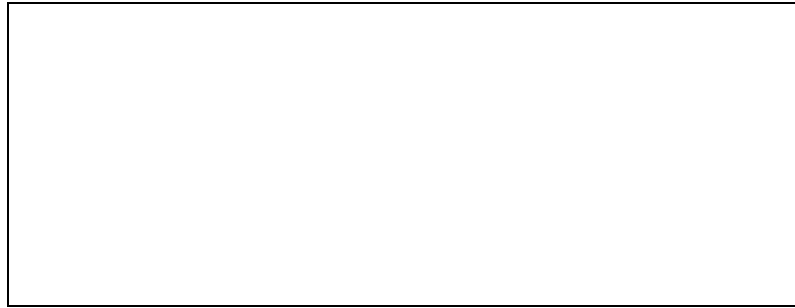
**FOTO 16.** Filtro múltiple con carrito, bomba y motor eléctrico.



**FOTO 17.** Filtro múltiple de dos cámaras.



**FOTO 18.** Filtro *Eureka* a mangas.



**FOTO 19 y 20.** Dos modelos de filtro Ciclón a amianto, a vacío natural por sifón.