



MENDIKOI

Heziketa, Sustapena, Landa Garapena
Formación, Promoción, Desarrollo Rural

<http://www.mendikoi.net>

Defectos y Enfermedades de la sidra



Mendikoi Fraisoro
17 de junio, 2004

Mendikoi Nekazaritza Garapenerako Institutua, S.A. • Sociedad Unipersonal • CIF: A-01150770

Mendikoi - Maeztu
Estazio kalea, z/g
01120 Maeztu (Araba)
Tel.: 945 410 303

Mendikoi - Arkaute
01192 Arkaute (Araba)
Tel.: 945 285 387
Fax: 945 284 955

Mendikoi - Derio
Berreaga, 5
48160 Derio (Bizkaia)
Tel.: 944 541 421

Mendikoi - Fraisoro
Elbarrena auzoa, z/g
20159 Zizurkil (Gipuzkoa)
Tel.: 943 692 162

International Journal of Management Science

Volume 35, Number 1, February 2007

ISSN 0305-0483
CODEN IJMANH

0305-0483(200702)35:1:1-
T

0305-0483(200702)35:1:1-
T

0305-0483(200702)35:1:1-
T

0305-0483(200702)35:1:1-
T

0305-0483(200702)35:1:1-
T

TEMA 1°

*La manzana.

*Operaciones previas a la campaña.

*Tipos de envases para el mosto y de fermentación.



1. LA MANZANA:

La calidad de las manzanas como materia prima para la elaboración de sidra depende de las siguientes variables:

A) Condiciones agro-ecológicas del cultivo. Vienen determinadas por el marco edafo-climático donde se implante la pumarada y por la técnica del cultivo y/o plantación.

- Características del suelo: pendiente y perfil, textura, estructura, composición química y biológica.
- Factores climatológicos: temperatura, insolación, pluviometría, vientos.
- Cultivo y/o plantación: tipos de injertos, patrones: clonales y francos, marco y época de plantación, podas y sistemas de formación, aclareos (manual y/o químico), abonado y tratamientos fitosanitarios.

B) Variedades elegidas y de sus mezclas. Las variedades sidreras deben poseer un comportamiento agronómico satisfactorio así como buenas aptitudes tecnológicas y cualidades sensoriales.

- Factores agronómicos: alta productividad y precocidad de producción, buena adaptación al sistema de formación y cultivo elegido, poca alternancia, escasa sensibilidad a hongos y artrópodos.
- Aptitudes tecnológicas: calidad del fruto ligada con la firmeza y la sensibilidad a la manipulación y conservación. Elevados rendimientos en mosto (mayores del 70%).
- Cualidades sensoriales: adecuada relación azúcar / acidez y compuestos nitrogenados, equilibrio entre polifenoles totales (taninos), compuestos aromáticos y sustancias pécticas.

Teniendo en cuenta precisamente la concentración en compuestos polifenólicos totales y el contenido en acidez total las variedades de manzana se clasifican en bloques tecnológicos (**tabla 1**).

Una vez elegidas las variedades sidreras es necesario una sabia mezcla de ellas, cuyo objetivo sea la obtención de mostos equilibrados que fermenten con

normalidad y conduzcan a sidras de alta calidad. En este sentido los mostos deben cumplir las características que se enumeran a continuación:

- Suficiente riqueza en azúcares, para que proporcione sidras con una graduación alcohólica superior a 4 °(%v/v).

- Características organolépticas: Equilibrio entre los aromas varietales, la acidez y el amargor. La acidez le confiere a la sidra frescura. Los compuestos fenólicos son los responsables del color amarillo pajizo de la sidra y el tan apreciado "cuerpo" (astringencia y amargor). Por otra parte, la pectina juega un papel importante en el denominado comportamiento en vaso de la sidra ya interviene decisivamente en sus características espumantes ("pegue" y "espalme").

La composición media de un mosto base para la elaboración de sidra se recoge en la **tabla 2**.

C) Maduración. Sólo aquellas manzanas que se encuentren en el momento óptimo de maduración permiten elaborar buena sidra. Es en este momento cuando la fracción péctica soluble en agua (fracción que se incorpora al mosto) alcanza un valor máximo, produciéndose además un aumento en la concentración de los azúcares, una disminución de la acidez y del nivel de almidón. Asimismo, con anterioridad al momento óptimo de maduración se detecta un mínimo en el contenido en nitrógeno total y compuestos fenólicos,. El aroma evoluciona hacia un acúmulo de determinadas sustancias volátiles (aroma varietal) a lo largo del periodo de maduración del fruto.

Los mostos de manzanas "mayadas" demasiado verdes son pobres en azúcares fermentables y en pectina soluble, ricos en almidón y en materias nitrogenadas. Sus sidras tendrán baja graduación alcohólica, desarrollan una fermentación excesivamente rápida que se acompaña de problemas de clarificación.

Las manzanas en avanzado estado de madurez, como consecuencia de la pérdida de firmeza del fruto, son propensas a un mayor riesgo de ataque por hongos y/o bacterias y por lo tanto a que sus mostos fermenten de forma anómala. En la masa de prensado se produce una excesiva aglutinación disminuyendo el rendimiento de extracción del mosto. Por otra parte, debido a una mayor incorporación al mosto de protopectina dan lugar a sidras con una gran carga en borras.

D) Recolección. Puede realizarse en forma manual o mecánica.

- **MANUAL** La primera manzana que se recoge es la que se encuentra en el suelo de las pumaradas, por haber caído prematuramente, se conoce como manzana del "sapu". Su sidra suele tener sabor a verdín, espalma y clarifica mal, se pueden producir también alteraciones de tipo microbiano en la fermentación, por un deficiente estado sanitario de las manzanas. El resto de la cosecha se recoge periódicamente con intervalos de 15 a 20 días ("pañadas") hasta la recolección de las últimas manzanas que se vanean de los árboles ("llimir").
- **MECANICA.** La recogida puede hacerse por medio de máquinas recolectoras, de gran variabilidad en su diseño según sea el grado de automatización.

La racionalización en la planificación del cultivo intensivo de manzana permite que la recolección se mecanice, proporcionando la posibilidad de la recogida por separado de variedades pertenecientes a los distintos bloques tecnológicos y acorde con el estado de maduración de los frutos.

El transporte de la manzana, ya sea en sacos o a granel, se realiza mediante tractores o camiones hasta el llagar, donde se descarga en las tolvas de recepción llamadas "canigús".

2. OPERACIONES PREVIAS A LA CAMPAÑA.

Antes del comienzo de las labores propias de la transformación de la manzana en mosto, es necesario extremar las condiciones higiénico-sanitarias de la materia prima y del "llagar".

- **MATERIA PRIMA** Las manzanas deben estar en las mejores condiciones posibles desde un punto de vista higiénico y sanitario. Se rechazan aquellos

frutos que presenten daños o podredumbre, ya que aportan una gran riqueza en levaduras oxidativas y débilmente fermentativas, así como bacterias lácticas y acéticas que compiten con las levaduras fermentativas, pudiendo inhibir la fermentación o producir otros tipos de alteraciones microbianas. Será necesario eliminar las hojas y suciedad, incorporada a los frutos, operación que será completada con un lavado de la manzana, especialmente si la recolección se realizó mecánicamente. En las bodegas se aprovecha el traslado desde el "canigú" hasta el molino para lavar la manzana en un circuito cerrado de agua.

- BODEGA. El diseño de la bodega deberá de cumplir una serie de requisitos, teniendo en cuenta:
 1. La higiene como elemento fundamental, en una buena elaboración.
 2. Utilización de materiales adecuados.

Suelos:

Los suelos en la industria sidrera, deben cumplir desde el punto de vista de la higiene y la seguridad las siguientes características:

- Antiderrapantes
- Dotados del desnivel adecuado
- Resistentes a las ralladuras, fisuras, hundimientos, desgastes etc.
- Lisos, exentos de pliegues
- Los canales de desagüe deben ser poco profundos, con pendiente suficiente.
- Deben evitarse las rejillas sobre los sumideros, pues favorecen el desprendimiento de malos olores, cuando se obturen por evacuación de residuos sólidos.

Paredes:

Las paredes y su revestimiento deben permitir una fácil limpieza y desinfección; las pinturas antimoho o un buen alicatado son una buena solución.

En caso de ser de cemento o piedra, estarán limpias, encaladas periódicamente pudiendo añadirse a la pintura entre un 0.5-1% de sulfato de cobre que actúa como antifúngico.

Los techos:

Merecen mucha más importancia los de la sala de embotellado, estos no deben de ser muy altos, para permitir una buena desinfección de ambiente.

Antes del inicio de la campaña, debe comprobarse, el funcionamiento de la maquinaria, propia del mallado y prensado. Si es necesario retocar algo con pintura, deberá hacerse con la antelación suficiente para dar tiempo a eliminar los olores,

En la bodega no debe haber más útiles que los destinados a la elaboración de la sidra, y en especial se evitarán aquellos relacionados con sidras picadas y los utilizados en la elaboración de vinagre.

Las prensas, molinos (malladoras), trasegadoras ..., se limpiarán meticulosamente, ya que cualquier resto de materia orgánica que hubiera quedado en ellos será un medio de cultivo idóneo para microorganismos nocivos. Son maquinarias a menudo de difícil limpieza sin embargo durante la campaña deben limpiarse diariamente, mediante aclarado a presión, y periódicamente debemos realizar una desinfección.

En caso de utilizar bombas para el traslado de la pulpa, estas deben ser fáciles de desmontar y limpiar, pues al finalizar cada jornada se desmontaran para su limpieza, eliminando pellejos, pepitas y otros restos de materia orgánica. Al comienzo de la campaña se limpiará y desinfectará por circulación de agua y desinfectante en circuito cerrado(desinfección de bomba y mangueras).

Cuando se deba realizar una operación de limpieza, sobre estos equipos, es preciso prestar mucha atención, pues los detergentes alcalinos, el más valido para eliminar restos de materia orgánica, puede atacar al barniz. No existe en cambio problema, con el acero inox o con el hierro tratado con resina epoxi. Un magnífico sistema de limpieza de estos equipos, es la utilización de detergentes espumantes de mediana alcalinidad y efecto desinfectante.

Las mangueras una vez desinfectadas y limpias, deben colgarse para que escurran.

Se evitará en lo posible cualquier contacto del mosto con piezas de hierro, las cuales deberán estar tratadas con productos adecuados que resistan la agresividad de la sidra.

3. TIPOS DE DEPÓSITOS. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.

Se citan los materiales utilizados en la fabricación de toneles destinados a contener mosto o sidra, haciendo una breve descripción de sus ventajas e inconvenientes.

- **MADERA.** Los toneles de madera son ampliamente utilizados en los lagares asturianos, si bien, van cediendo paso a otros materiales como la fibra de vidrio o el acero inoxidable. Presentan el inconveniente de necesitar tediosas labores de limpieza por la posible proliferación de mohos que pueden conferir a la sidra olores o sabores desagradables ("mugor, tastos") además de un mantenimiento constante (recalcar, azuelar, encalar...).

Los toneles de madera nuevos, los viejos que han permanecido largo tiempo vacíos y aquellos que han sido reparados, no quedan dispuestos para recibir el mosto o la sidra después de limpiarse únicamente con los métodos habituales. Estos recipientes necesitan un tratamiento específico, que a grandes rasgos y dependiendo de su tamaño y de la tecnología de la bodega serían:

-*Encalado o cocido de los toneles.* Esta operación consiste en extraer las materias tánicas y colorantes que la madera nueva contiene, ya que, si no se eliminan pasarían a la sidra, dando mal gusto y un color excesivo. Esta operación suele hacerse con cal viva, requiere sumo cuidado y personal experto (toneleros).

-*Tratamiento con vapor.* Es uno de los métodos más eficaces en la preparación de los toneles de madera. En cuanto a su efecto, no existen diferencias entre el vapor a baja y alta presión, sólo se puede aplicar vapor hasta que el tonel se caliente por su parte externa.

Una vez realizado uno de estos dos tratamientos se llenan con agua los toneles, se vacían y se dejan secar para proceder a su azufrado (quemar azufre en su interior en dosis de 2 g/hL), evitando cualquier derramamiento de azufre en el interior del tonel..

Los toneles usados que han sido vaciados recientemente de una sidra sin alteraciones microbianas, se lavan con agua abundante, se secan y se azufran.

Aquellos toneles que hayan contenido sidra con defectos se tratan y/o desinfectan de forma especial:

a) Lavado con agua y sosa al 5 %, posteriormente se llenan con ácido sulfúrico al 5 % y por último se enjuagan con agua abundante.

b) Llenar el tonel con una solución de sulfuroso en agua de 40-50 g/hL y, mantenerlo con ella durante varios días.

c) Utilizar ácido peracético al 1 ‰ en agua, llenar el tonel con la solución y dejarlo durante 48 horas y aclarar con agua.

Los toneles que hayan sido invadidos por mohos, necesitan cuidados especiales, según sea el aspecto que presente la cara interna del tonel:

-Moho de color blanco amarillento. Es un ataque superficial a la madera. Se puede utilizar para su eliminación ácido peracético al 1 ‰.

-Moho de color grisáceo-verdoso. Este tipo de moho ocasiona un ataque profundo en la madera. Es necesario eliminar una pequeña capa de madera de las duelas, operación que se realiza con espátula o con una azuela (*azuelar*). El mismo efecto puede conseguirse quemando la superficie de la madera con un soplete para seguidamente eliminar los restos carbonizados por cepillados fuertes y enérgicos lavados con agua.

En caso de utilizar barricas de madera con su cara interna parafinada, los métodos de limpieza serán exclusivamente con agua fría y algún tipo de detergente que no ataque a la parafina.

- POLIÉSTER. Se construyen con fibra de vidrio y una resina de poliéster disuelta en un monómero de estireno. Uno de los inconvenientes que presenta este tipo de material es que pueden transferir sabores y olores desagradables a la sidra (recuerdan al de los disolventes) en el caso de una defectuosa fabricación. Como ventajas cabe señalar: buena resistencia físico-mecánica, ligereza, aceptable estabilidad a las alternancias de temperaturas dentro de un rango y su fácil limpieza.

Los soportes sobre los que se asienten deben ajustarse perfectamente a la forma del recipiente y a las desigualdades del suelo de la bodega, pues en caso contrario se pueden producir fácilmente rupturas.

La limpieza puede efectuarse con soluciones alcalinas (sódicas o potásicas) al 2%, detergentes comerciales o con vapor de agua siempre que no se superen los límites de presión soportados por el material.

- METALICOS. Poseen una serie de ventajas con respecto a los otros materiales descritos: facilidad en las tareas de limpieza y esterilización, buenas características mecánicas, elevada conductividad térmica y resistencia a la presión. Dentro de éstos se puede hablar de metales revestidos y de acero inoxidable.

Los depósitos metálicos revestidos se limpiarán con detergentes compatibles con el tipo de revestimiento.

Los más utilizados son los de inoxidable, ya que eliminan los problemas de corrosión y oxidación propios de otro tipo de metales o aleaciones. El acero empleado en la construcción de depósitos es de tipo austenítico, no magnético. Este tipo de acero se caracteriza por ser aleaciones de cromo y níquel. La resistencia a la oxidación de estos aceros proviene principalmente de la formación de una capa, *capa pasiva*, de óxido de cromo en su superficie.

Dentro de este tipo de aceros, los más empleados son los denominados AESI 304 y AESI 316 (nomenclatura del Instituto Americano del hierro y del acero), cuya equivalencia con las normas españolas es la siguiente:

AESI 304 = UNE X6CrNi 19-10

AESI 316 = UNE X6CrNiMo 17-12-03

El 316 es más resistente a la oxidación, fundamentalmente debido a la existencia del Molibdeno en su composición, En sidras con contenidos superiores a 70 ppm. de dióxido de azufre libre, debemos ir a aceros 316 capaces de resistir estas concentraciones, aunque es habitual la fabricación de depósitos combinados, empleando acero 304 para la mayor parte del depósito y limitando el 316 a la bóveda y virolas superiores, dado que la zona más peligrosa es la más alta del recipiente, por la presencia de bolsas gaseosas, saturadas de humedad y ricas en SO_2 .

Estos depósitos se pueden esterilizar con vapor de agua y admiten todos los métodos de limpieza mencionados con anterioridad. Conviene recordar que el cloro ejerce una fuerte acción frente al acero, por lo cual hay que evitar su empleo en los programas de limpieza de toneles o maquinaria de este material.

Actualmente son cada vez más utilizados los grupos de limpieza conocidos por las siglas C.I.P. ("cleaning in place"). Son grupos estáticos o móviles. Consisten en una central de limpieza que de forma esquemática esta compuesto por:

- ◆ Depósito de almacenamiento de los productos detergentes y desinfectantes.
- ◆ Depósito de recuperación del agua de aclarado.
- ◆ Bombas para circulación en doble sentido de los productos y del agua de aclarado.
- ◆ Conjunto de bolas de limpieza dotadas de duchas, por las que circulan sucesivamente los líquidos de prelavado, lavado, desinfección y enjuague. La elección de las bolas de limpieza se realizará en función del caudal requerido y del alcance deseado. La secuencia de limpieza puede ser fácilmente automatizada

TEMA 2°

*Alteraciones de la sidra.

ALTERACIONES DE LA SIDRA

La sidra es una bebida de constitución delicada, que exige sumo cuidado en su elaboración, manipulación y conservación. En sí misma, es un sistema en constante transformación, el cual puede ser modificado por factores extrínsecos o intrínsecos (sistemas tecnológicos deficientes, presencia de microorganismos indeseables...) modificando la estabilidad y características organolépticas de la misma.

Las alteraciones de la sidra pueden clasificarse en:

-Microbianas, conocidas como enfermedades o infecciones. Son debidas a microorganismos (levaduras, bacterias, mohos). Producen cambios en las propiedades físico-químicas y organolépticas de la sidra.

-Físico-químicas, conocidas por el nombre de quiebras. Están ocasionadas por causas de naturaleza enzimática, química o física. Afectan poderosamente a la limpidez y color de las bebidas.

ALTERACIONES MICROBIANAS

Existen varias clasificaciones de este tipo de alteraciones: ya sea, fijándose en el agente causal, en el componente que ha sido más afectado por la alteración o en el aspecto nuevo que aparece en la sidra.

Desde un punto de vista didáctico, parece más conveniente, describir las alteraciones de la sidra atendiendo al agente microbiológico causante de la alteración: bacteria, levadura o moho.

LEVADURAS

-Crecimiento de levaduras filmógenas. Está ocasionada por especies del tipo de *Pichia membranaefaciens*, *Candida valida*... Se dan en aquellas sidras que estén en contacto durante largo tiempo con aire. Se reconocen por el crecimiento en la superficie del líquido de pequeños islotes que van uniéndose hasta cubrir toda la superficie libre, originando una película o velo. Estas levaduras oxidan el etanol a dióxido de carbono y

agua, reducen la acidez fija y el contenido de glicerina.

La prevención pasa por evitar en lo posible las cámaras de aire en contacto con la sidra.

La pasterización y la filtración amicróbica de la sidra es la manera de eliminar el desarrollo de dichos microorganismos.

-Fermentaciones en botellas. Pueden estar ocasionadas por levaduras (*Saccharomyces*) que por rutas de anaerobiosis fermentan los azúcares residuales de la sidra. Se producen enturbiamientos con abundante desprendimiento de CO₂.

Saccharomyces ludwigii origina desarrollos pulverulentos en el fondo de la botella. La contaminación se produce en la fase previa al embotellado, por deficientes condiciones higiénicas.

El agotamiento prácticamente total de los azúcares durante la fermentación y el esmero en las condiciones higiénicas, parecen las medidas más oportunas en la prevención de estas alteraciones.

Como remedio, al igual que en el caso anterior, se pueden utilizar técnicas esterilizantes.

-Producción de compuestos azufrados. Las levaduras en presencia de determinados metales y con carencia en el medio de nitrógeno fácilmente asimilable, pueden desarrollar productos derivados de su metabolismo azufrado, como los sulfuros y mercaptanos, que confieren olores y sabores desagradables (olor a ajo, cebolla, huevos podres...).

La prevención de esta alteración consiste en hacer las fermentaciones con cantidad adecuada de nitrógeno fácilmente asimilable y en presencia de cepas seleccionadas (bajo productoras de compuestos azufrados).

Por otro lado, se pueden producir este tipo de olores y sabores, conocidos como "reducidos" por un contacto excesivamente prolongado de la sidra y sus borras. El olor y sabor de H₂S (huevos podres), se puede desarrollar fácilmente, si el azufrado de los toneles se realizó con derramamiento de azufre en el interior del casco.

La aireación, los trasiegos y en los casos más pertinaces, la adición calculada de una sal de cobre, suelen solucionar el

problema.

-Producción anormal de fenoles volátiles. Algunas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* son capaces de descarboxilar los ácidos cinámicos (cumárico y ferúlico) y transformarlos en sus correspondientes vinil-fenoles, que a concentraciones superiores a los umbrales de percepción, pueden influir negativamente en las propiedades de la sidra, ocasionando olores y sabores definidos como "farmacéuticos", "pesados" o "medicinales".

Por otro lado, los ácidos cinámicos pueden ser también transformados en etil-fenoles, siendo estas sustancias responsables de olores como "sudor de caballo" o "mea de ratón". Los géneros *Brettanomyces/Dekkera* son los causantes de esta alteración. Estas levaduras se desarrollan en sidras contaminadas y con restos azucarados. Es sumamente importante la limpieza y la higiene de la bodega y de los materiales que estén en contacto con la sidra para, evitar focos de contaminación.

Finalmente, comentar el caso en el que la fermentación haya sido dirigida por levaduras débilmente fermentativas y oxidativas que originan sidras de bajas graduaciones alcohólicas, ricas en acetaldehído y ácido acético que alteran las características aromático-gustativas de la sidra. La mejor prevención, pasa por un control exhaustivo de las condiciones sanitarias de la materia prima y la inoculación de cepas de levaduras fermentativas, que ayuden a conducir la fermentación en sus primeros estadios.

BACTERIAS

-Picado acético o avinagramiento. Está ocasionado por bacterias acéticas, en la sidra domina el género *Acetobacter*. Se produce rápidamente cuando la sidra está en contacto con el aire. En esta alteración se produce la oxidación del etanol a ácido acético, el cual puede ser posteriormente transformado a dióxido de carbono y agua.

Al gusto, estas sidras se notan ácidas, picantes, recordando el sabor y el olor del vinagre. La esterificación del ácido acético por el etanol origina acetato de etilo, este

compuesto intensifica de manera notable la sensación de avinagramiento. Cuando la alteración está muy avanzada, se aprecia enturbiamiento en el líquido con aparición en la superficie de un velo, el cual cuando envejece, se hace más grueso formando capas espesas que caen al interior del tonel (madre del vinagre).

Cuando se perciben las primeras señales de picado acético, se debe actuar rápidamente eliminando las bacterias acéticas, ya sea por filtración amicróbica, pasterización a 60°C durante 45 segundos o cualquier procedimiento fisicoquímico autorizado, como la adición en dosis adecuadas de anhídrido sulfuroso. Un grado avanzado de acetificación hace inútil su corrección, siendo lo más racional utilizar la sidra para la obtención de vinagre o alcoholes rectificadas.

-Picado láctico. Está provocado por bacterias lácticas heterofermentativas. Consiste en la fermentación de los azúcares por dichas bacterias, por vía anaerobia, produciendo ácido láctico y acético en cantidades importantes, glicerina, etanol y diacetilo..., que comunican un olor característico; el metabolismo bacteriano suele inducir también la producción de manitol a partir de fructosa y una discreta cantidad de nitrógeno amoniacal. Se produce en sidras con deficiente acidez, a temperaturas elevadas, y en presencia de azúcares fermentables (por ej. sidras que hayan tenido un parón en la fermentación o excesiva lentitud fermentativa). Este tipo de alteración se puede dar de forma simultánea a la fermentación alcohólica o bien después de la transformación maloláctica.

Las sidras aparecen turbias y si la alteración está muy avanzada estado, se forma sobre la superficie del líquido un velo fino y grasoso; huelen a ácido láctico recordando la sensación de ranciedad del queso, en fases muy pronunciadas su olor y sabor es agrisado, marcado por el ácido acético/láctico y el manitol.

La prevención, pasa por la corrección adecuada de la acidez, el control de la temperatura de fermentación y evitar los restos de azúcares. Si la alteración está en sus inicios, se

paraliza por pasterización y filtración amicrobica. Se puede también clarificar la sidra con bentonita, añadir sulfuroso y posteriormente filtrar para eliminar el clarificante.

-Ahilado o "filado". Esta alteración está directamente relacionada con la capacidad de algunas cepas de bacterias lácticas para sintetizar polisacáridos exentos de nitrógeno, que forman una maraña mucilaginoso. Estos polisacáridos están formados por glucanos, glucomanos y polímeros compuestos de galactosa, manosa, arabinosa y ácido galacturónico. Los responsables de esta alteración, parecen ser las especies *Lactobacillus collinoides*, *Leuconostoc mesenteroides* y el género *Pediococcus*.

Las sidras afectadas por esta alteración presentan un espectacular aumento de la viscosidad, volviéndose aceitosas y opalescentes. Predisponen al "filado" la escasez de ácidos y taninos, la presencia de azúcares residuales, una temperatura y pH elevado, así como el embotellado anticipado.

La agitación violenta de la sidra para romper la trama mucilaginoso, la adición de sulfuroso y tanino, y si fuera necesario la corrección de la acidez, es el remedio más eficaz para esta alteración.

-Amargor. Está producido por ciertos géneros de bacterias lácticas heterofermentativas (*Leuconostoc* y *Lactobacillus*), que pueden degradar la glicerina hacia productos típicos del metabolismo bacteriano (como el ácido pirúvico, en primera instancia, el cual evolucionará hacia ácido acético/láctico y compuestos acetoínicos) y acroleína, la cual en combinación con los compuestos fenólicos confiere a la sidra el sabor amargo característico de esta alteración.

A la vista, las sidras se presentan turbias y con depósitos de materia tánica, los olores pueden no verse afectados inicialmente; los gustos suelen ser insípidos, si bien al avanzar la alteración se vuelven amargos y desagradables. Entre los factores que predisponen este tipo de alteración, hay que citar la abundancia en sustancias nitrogenadas y glicerina,

la baja acidez fija y la presencia de azúcares residuales.

Para la corrección de esta alteración se puede recurrir a la refermentación de la sidra o a una clarificación con gelatina, bentonita y sulfuroso.

-"Franmboisé" o "Sickness". Los microorganismos responsables de esta alteración parecen pertenecer al grupo de bacterias *Zymomonas aerobia* y *movilis*, aunque también puede ser debida a la acción conjunta de bacterias lácticas y acéticas. El componente más relevante en las sidras que presentan este defecto, es el acetaldehído, el cual puede evolucionar hacia acetoína, diacetilo o tioacetaldehído.

Las sidras afectadas por esta alteración se presentan turbias, como consecuencia de la combinación del acetaldehído con los polifenoles, el olor y sabor son sumamente desagradables. Son sensibles a esta alteración las sidras con deficiente acidez y con restos de azúcares, asimismo, una temperatura elevada, favorece el metabolismazo de los microorganismos involucrados.

Como prevención extremar las condiciones higiénicas y sanitarias de las manzana. Como solución para eliminar la alteración, se puede realizar una refermentación de la sidra afectada.

MOHOS

-"El t astu". Esta alteración está ocasionada por mohos, que provienen en general de toneles de madera en deficientes condiciones higiénicas y que confieren a la sidra gustos típicos del enmohecimiento.

La prevención pasa por un lavado y desinfección exhaustivo de los toneles. Como remedio efectivo, la utilización de aceites vegetales, aceites de parafina neutros o el uso de carbones vegetales adsorbentes.

ALTERACIONES QUIMICAS

Dentro de éstas es conveniente distinguir entre quiebras metálicas (férrica y cúprica) y no metálicas (proteica y

oxidásica).

QUIEBRAS METALICAS

-Quiebra férrica. Está ocasionada por la presencia en exceso, de hierro en su estado de oxidación más elevado (Fe^{3+}). Este exceso de hierro en la sidra obedece siempre a factores externos, como es el contacto del mosto o fermentado con materiales ricos en hierro que no hayan sido previamente revestidos de pinturas o resinas apropiadas.

Los cationes férricos (Fe^{3+}) se combinan con los iones fosfatos presentes en el mosto o sidra, ocasionando fosfatos férricos, que son sales insolubles de aspecto blanquecino y lechoso; estos compuestos, son los responsables de la alteración conocida como **quiebra blanca**.

También, pueden combinarse los cationes férricos con los compuestos fenólicos, produciendo el ennegrecimiento de las sidras, originando la llamada **quiebra parda**.

La quiebra parda se facilita con un contenido excesivamente alto en taninos y baja acidez; la quiebra blanca, se estimula con exceso de fosfato (el empleo de fosfato amónico como activador de las levaduras, refuerza este tipo de quiebra) y temperaturas bajas (se modifica el producto de solubilidad del fosfato férrico). Sin embargo, hay factores que son comunes a ambas quiebras: a) oxigenación, una excesiva aireación de la sidra facilita la oxidación del catión ferroso (las sales ferrosas son solubles en la sidra) a férrico, b) presencia de catalizadores, como es el caso del cobre, el cual activa la oxidación del hierro.

Los métodos para estabilizar una sidra que presenta una quiebra férrica son variados:

-Eliminación del exceso de hierro. Se basan en forzar la formación de sales férricas insolubles, las cuales son eliminadas posteriormente por clarificación (encolados, filtrados...). Se puede conseguir este efecto por: la oxigenación en presencia de tanino, adición de fitato cálcico o ferrocianuro de potasio.

-Tratamiento reductor. Mediante el ácido ascórbico, se impide la formación de sales férricas. Del mismo modo, el uso de anhídrido sulfuroso, por su carácter reductor, impide el paso de las sales ferrosas a férricas.

-Solubilización de las sales férricas. El ácido cítrico forma con el Fe^{3+} complejos solubles.

-Formación de coloides protectores. El uso de la goma arábiga es sumamente eficaz en presencia de ácido cítrico.

-**Quiebra cúprica**. Está ocasionada por la oxidación del ión cuproso a cúprico por el ión sulfito, lo que origina el sulfuro cúprico que se combina con proteínas y electrolitos produciendo la quiebra. Al igual que las quiebras férricas, el exceso de cobre es debido a contaminaciones de la sidra con utensilios de cobre o bronce. Se ocasiona en ambientes reductores y en presencia de sulfuroso (botellas).

Los procedimientos para tratar las quiebras cúpricas son:

-Disminución del contenido en cobre. Formando sulfuro cúprico o ferrocianuro cúprico, por adición de sulfuro sódico o ferrocianuro potásico. También, es posible eliminar el cobre y las proteínas por calentamiento, seguido de encolado.

-Impedir la precipitación del sulfuro cúprico. Mediante el uso de bentonita se eliminan las proteínas necesarias para la floculación; también se puede emplear la goma arábiga, que actúa como coloide protector impidiendo la floculación del complejo proteína-CuS.

QUIEBRAS NO METÁLICAS

-**Quiebra proteica**. Está ocasionada por la insolubilización de las proteínas por efecto de la temperatura o por compuestos tánicos.

La eliminación de las quiebras proteicas puede realizarse por tratamientos precipitantes, adsorbentes o enzimáticos.

-Tratamientos precipitantes. Basados en procedimientos térmicos, como el calentamiento que desnaturaliza las proteínas,

las cuales precipitan al enfriar la sidra. El enfriamiento prolongado a baja temperatura, logra una precipitación parcial de las proteínas. También, puede resultar efectivo añadir cantidades importantes de taninos.

-Tratamientos adsorbentes. El uso de determinados clarificantes inorgánicos, como el caolín, ácido silícico, la tierra de Lebrija o la bentonita, permiten que las proteínas con carga positiva sean adsorbidas por las arcillas anteriormente citadas, cargadas negativamente. Esta acción adsorbente se puede potenciar con el uso de alguna cola.

-Tratamientos hidrolizantes. Por la acción de diversas proteasas, se produce la hidrólisis enzimática de las proteínas, que son transformadas en polipéptidos solubles.

-**Quiebra oxidásica.** Consiste en la oxidación de los compuestos fenólicos por la presencia de oxígeno o de polifenoloxidasas, los cuales una vez oxidados, polimerizan dando lugar a precipitados de color oscuro. Este tipo de quiebras se acentúan con temperaturas bajas y en sidras ricas en compuestos fenólicos.

Entre los tratamientos más eficaces se pueden citar:

-Tratamientos precipitantes o adsorbentes. El uso del encolado, mediante clarificantes orgánicos (gelatina, albúmina...) o inorgánicos (bentonita), permite una estabilización y clarificación de las sidras. El uso de grupos de frío, previo a la clarificación por encolado o filtración, ayuda a una insolubilización más efectiva de la fracción coloidal de la materia colorante.

-Tratamiento con coloides protectores. Como es el caso de la goma arábiga, que se opone con eficacia a la floculación.

Finalmente, comentar que con una sencilla toma de muestra de la sidra en un vaso, antes de corcharla, se puede predecir en gran medida si hay algún tipo de riesgo a quiebras. El vaso se expone al aire durante 12-48 horas:

-Si aparece un enturbiamiento en la superficie del vaso de color azul negruzco, que va aumentando hacia el interior del

líquido y desaparece con una gotas de ácido cítrico, se trata de quiebra férrica.

-Si el enturbiamiento es también pardo, huele a rancio y no desaparece con cítrico, se trata de la quiebra oxidásica.

-Si el enturbiamiento es blanco y desaparece en medio ácido, es la quiebra blanca.

Por otro lado, si una botella de sidra corchada se mantiene durante algún tiempo a temperatura fría y no aparecen precipitados de proteínas, se puede descartar la quiebra proteica.

La quiebra cúprica solo aparecerá en botella, ocasionando precipitados de color oscuro.

Entre las alteraciones microbianas que más afectan a las sidras asturianas, está el "filado"; un sencillo test para saber si una sidra que no fila en tonel puede filar en botella, consiste en corchar una botella y ponerla a temperatura de 22-25°C, mantenerla en estas condiciones de 8-10 días, si al cabo de ese tiempo no se produjo el filado, se puede proceder a corchar el resto del tonel.

RESUMEN DE ALTERACIONES QUÍMICAS EN LA SIDRA (QUIEBRAS METÁLICAS)

ALTERACIÓN	SINTOMAS	TRANSFORMACIONES	RESPONSABLE
QUIEBRA FÉRRICA (quebra blanca)	Aspecto blanquecino y lechoso	Combinación del Fe^{3+} con iones fosfatos presentes en el mosto o sidra, ocasionando fosfatos férricos	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia en exceso de Fe^{3+} - Estimulada por exceso de fosfato y temperaturas bajas - Oxigenación y catalizadores como el cobre favorecen la oxidación del catión Fe^{2+} (soluble) a Fe^{3+} (insoluble)
QUIEBRA FÉRRICA (quebra parda)	Ennegrecimiento de la sidra	Combinación del Fe^{3+} con compuestos fenólicos	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia en exceso de Fe^{3+} - Facilitada por contenido alto en taninos y baja acidez - Oxigenación y catalizadores como el cobre favorecen la oxidación del catión Fe^{2+} (soluble) a Fe^{3+} (insoluble)
QUIEBRA CÚPRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Ennegrecimiento de la sidra. - Posos insolubles de color claro. 	Oxidación del ión cuproso a cúprico por el ión sulfito, originando sulfuro cúprico que se combina con proteínas y electrolitos	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de cobre

RESUMEN DE REMEDIOS A LAS ALTERACIONES QUÍMICAS (QUIEBRAS METÁLICAS)

ALTERACIÓN	ACCIONES PREVENTIVAS	ACCIONES CURATIVAS
QUIEBRA FÉRRICA (quebra blanca y parda)	<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento o eliminación de los materiales de hierro que entren en contacto con el mosto o fermentado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamientos que disminuyen el contenido en hierro por formación de sales insolubles y posterior clarificación: oxigenación, fitato cálcico, ferrocianuro de potasio. - Tratamiento reductor: ácido ascórbico - Tratamientos solubilizantes de las sales férricas: ácido cítrico - Formación de coloides protectores: goma arábica en presencia de cítrico.
QUIEBRA CÚPRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento o eliminación de los materiales de cobre que entren en contacto con el mosto o fermentado. - Cuidado con los tratamientos en la fruta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución del contenido en cobre por adición de sulfuro sódico o ferrocianuro potásico - Disminución del contenido en cobre por calentamiento seguido de encolado - Impedir la precipitación del sulfuro cúprico: uso de bentonita o goma arábica

RESUMEN DE ALTERACIONES QUÍMICAS EN LA SIDRA (QUIEBRAS NO METÁLICAS)

ALTERACIÓN	SINTOMAS	PREVENCIÓN	CURACIÓN
QUIEBRA PROTÉICA	<ul style="list-style-type: none"> - Sidra turbia - Aparición de posos "madre" 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de manzanas ricas en taninos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamientos precipitantes: por calentamiento y posterior enfriamiento o por adición de taninos - Tratamientos adsorventes : unión de proteínas (carga +) a la carga negativa de determinadas arcillas. "Clarificaciones" - Tratamientos hidrolizantes: por la acción de enzimática de diversas proteasas
QUIEBRA OXIDÁSICA	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidación de compuestos fenólicos, por la presencia del oxígeno o de polifenoloxidasas, dando lugar a precipitados oscuros y a un ennegrecimiento de la sidra 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar el contacto con el aire - Utilización racional de SO₂ - Dosis adecuadas en momentos muy puntuales de ac. ascórbico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamientos precipitantes o adsorbentes: clarificación con colas - Utilización de coloides protectores: como la goma arábica

CUADRO RESUMEN DE REMEDIOS A LAS ALTERACIONES MICROBIOLÓGICAS EN LA SIDRA

ENFERMEDAD	ACCIONES PREVENTIVAS	ACCIONES CURATIVAS
Crecimiento de levaduras filmógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar las cámaras de aire en contacto con la sidra 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteurización y filtración amicrobica
Fermentaciones en botella	<ul style="list-style-type: none"> - Agotamiento de los azúcares durante la fermentación - Condiciones higiénicas adecuadas - Dosis adecuadas de SO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteurización y filtración amicrobica
Producción de compuestos azufrados	<ul style="list-style-type: none"> - Fermentaciones con cantidad adecuada de nitrógeno fácilmente asimilable - Cepas seleccionadas (bajo productoras de compuestos azufrados) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aireación, trasiegos - Adición de una sal de cobre
Picado acético	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar en lo posible el contacto con el aire 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteurización y filtración amicrobica - Adición de SO₂ en dosis adecuadas
Picado láctico	<ul style="list-style-type: none"> - Corrección de la acidez - Control de la temperatura de fermentación - Evitar restos de azúcares 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasteurización y filtración amicrobica - Clarificar con bentonita, añadir SO₂ y filtrar para eliminar el clarificante
Ahilado o filado	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la acidez - Control de la temperatura de fermentación - Evitar restos de azúcares - Evitar el embotellado anticipado 	<ul style="list-style-type: none"> - Agitación violenta de la sidra - Adición de SO₂ y tanino - Corrección de la acidez
Amargor	<ul style="list-style-type: none"> - Control de acidez - Evitar restos de azúcares 	<ul style="list-style-type: none"> - Refermentación de la sidra - Clarificación con gelatina, bentonita - Adición de SO₂
Franmbosé	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la acidez - Control de la temperatura de fermentación - Evitar restos de azúcares - Extremar condiciones higiénicas y sanitarias de las manzanas 	<ul style="list-style-type: none"> - Refermentación de la sidra
Tastu	<ul style="list-style-type: none"> - Lavado y desinfección exhaustivo de los toneles 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de aceites vegetales, aceites de parafina neutros o el uso de carbones vegetales adsorbentes

Aparece después de la mabolechis y en una semana
 Cuidado con los desfangados fuertes
 Problema | evitar el frío
 Ralentizar en fermentación

CUADRO RESUMEN DE LAS ALTERACIONES MICROBIOLÓGICAS DE LA SIDRA

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS	TRANSFORMACIONES	RESPONSABLES
Crecimiento de levaduras filmógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento en la superficie de velo 	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidación del etanol a CO₂ + H₂O - Reducción de la acidez fija - Reducción del contenido de glicerina 	<p><i>Pichia membranifaciens</i> <i>Candida valida</i></p>
Fermentación en botella	<ul style="list-style-type: none"> - Enturbiamiento en botella con aumento de CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución del azúcar - Aumento volátil 	Levaduras fermentativas
Producción de compuestos azufrados	<ul style="list-style-type: none"> - Olores desagradables (ajo, huevos podres...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparición de mercaptanos y sulfuros 	Levaduras + metales
Picado acético	<ul style="list-style-type: none"> - Sidras ácidas, picantes, avinagradas - Enturbiamiento, aparición de velo superficial 	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidación de etanol a acético - Esterificación ac. acético+alcohol → acetato de etilo 	Bacterias acéticas
Picado láctico	<ul style="list-style-type: none"> - Sidras turbias, olores lácteos (queso rancio) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fermentación de azúcares por vía anaerobia con aparición de ácido láctico, acético, glicerina, <i>diacetilo</i> 	Bacterias lácticas heterofermentativas
Ahilado o filado	<ul style="list-style-type: none"> - Sidra aceitosa, muy viscosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparición de polisacáridos mucilaginosos 	Bacterias lácticas
Amargor	<ul style="list-style-type: none"> - Sidras turbias con depósito de materias tánicas - Gusto insípido y amargo 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación de glicerina en ácidos acético/láctico + <i>acroleína</i> 	Bacterias lácticas
Framboisé	<ul style="list-style-type: none"> - Sidras con olores y sabores desagradables 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparición de acetaldehído que puede evolucionar hacia acetoína, diacetilo o tioacetaldehído 	Bacterias <i>Zymomonas</i>
Tastu	<ul style="list-style-type: none"> - Olor y sabor típicos de moho 		Mohos

PRINCIPALES MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL MOSTO

Levaduras

- ◆ Fermentativas (*Saccharomyces*).
Proviene fundamentalmente de la prensa y utensilios de bodega.
- ◆ Débilmente fermentativas (*Kloeckera*).
Proviene del suelo, vegetación, aire, insectos fruta...
- ◆ Oxidativas (*Cándida, Pichia, Hansenula*).

Bacterias lácticas

(*Lacobacillus, Pediococcus, Leuconostoc*)

Llegan a través de la fruta con periodo de almacenamiento relativamente largo.

Bacterias acéticas

(*Acetobacter, Gluconobacter*)

Son muy ubicuas, pero si la higiene es adecuada provienen fundamentalmente de la epidermis de la manzana.

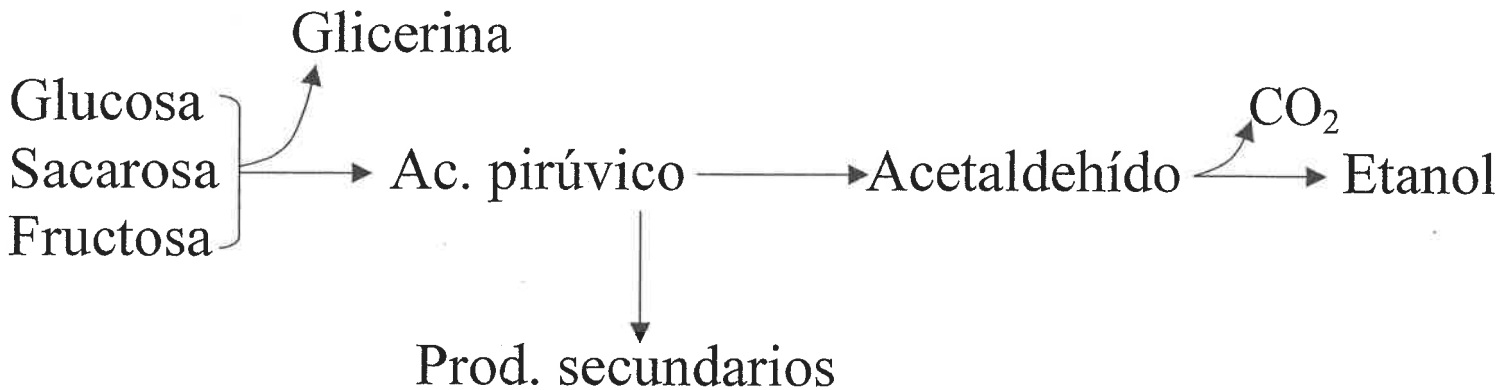
FERMENTACIÓN

La fermentación es una sucesión de transformaciones bioquímicas de los componentes del mosto de manzana y de los productos resultantes de estos, llevados a cabo por levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas.

TRANSFORMACIONES BIOQUÍMICAS

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Responsable: *S. cerevisiae*.



Productos secundarios:

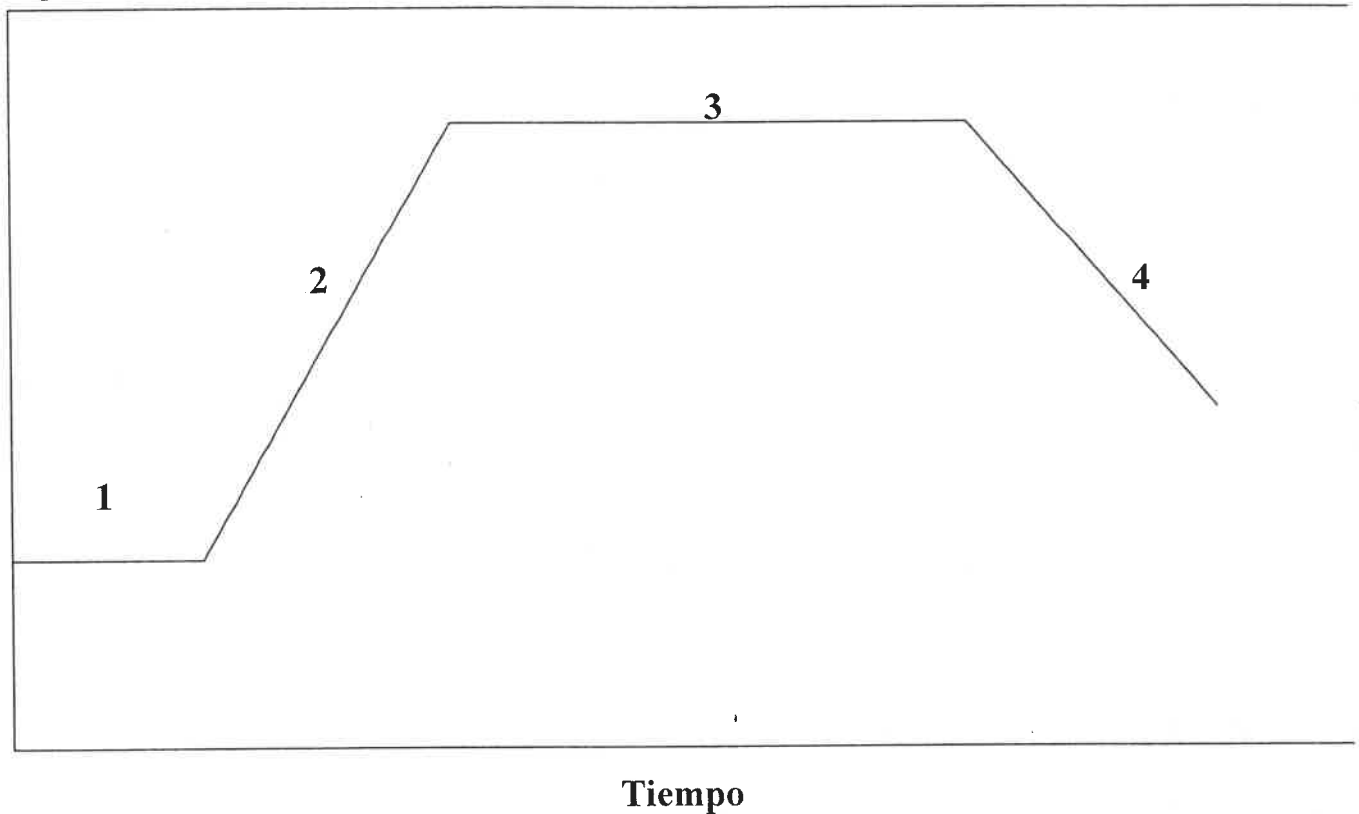
- ◆ Compuestos orgánicos:
Ac. Láctico, ac. Succínico, ac. Acético, ácidos grasos...
- ◆ Compuestos carbonílicos:
Acetoína, diacetilo, acetaldehído...
- ◆ Alcoholes superiores: Amílicos, isobutanol...
- ◆ Ésteres de etilo: Acetato de etilo...

En cantidades anormales dan gustos extraños

- Ac. Succinico: Salado
- Ac. Acético, acetato de etilo: Avinagramiento
- Acetaldehído, acetoína: Picante
- Diacetilo: Lácteos.

FASES DE LA FERMENTACIÓN

log densidad microbiana



- 1. Fase de latencia**
Periodo prefermentativo
- 2. Fase exponencial**
Fermentación tumultuosa
- 3. Fase estacionaria**
Fermentación lenta
- 4. Fase de declinación**
Fermentación maloláctica

FASES DE LA FERMENTACIÓN

Fase de latencia

- **Levaduras de primera fase** (*Kloeckera apiculata*)
Condiciones idóneas para su multiplicación
- **Levaduras fermentativas** (*S. cerevisiae*)
Fase de latencia. Fase de adaptación al medio
- **Bacterias acéticas**
Máximo crecimiento. Aerobias.
Controlar condiciones higiénicas de tratamiento del fruto y bodega.
- **Bacterias lácticas**
Estado estacionario. Anaerobias.

FASES DE LA FERMENTACIÓN

Fase exponencial

- **Levaduras de primera fase**
Reducción de la población
 - **Levaduras fermentativas**
Crecimiento exponencial hasta llegar al máximo desarrollo
 - **Bacterias acéticas**
Reducción de su población
 - **Bacterias lácticas**
Estado estacionario
-

SOMBRERO

Arrastre de sustancias en suspensión por el CO₂

- Sustancias pécticas y nitrogenadas
- Células vivas y muertas de microorganismos

BORRAS

Defecación del mosto

- Depósito de sustancias pesadas

DISMINUCIÓN DE LA VELOCIDAD DE FERMENTACIÓN

FASES DE LA FERMENTACIÓN

Fase estacionaria

- **Levaduras fermentativas**

Fase estacionaria

Consumo lento de los azúcares disponibles

Fase de declinación

- **Levaduras fermentativas**

Disminución de la población:

- Agotamiento de sustratos
- Limitación de factores de crecimiento
- Autólisis de levaduras

- **Bacterias lácticas**

Aumento de la población:

- Condiciones favorables de anaerobiosis
- Consumo de azúcares residuales
- Consumo de productos de excreción y autólisis de levaduras

- **Bacterias acéticas**

Aumento de la población si no se controla la aireación del medio

PARADAS DE FERMENTACIÓN

CAUSAS MÁS COMUNES

- 1. CARENCIA DE NUTRIENTES**
- 2. CARENCIA ABSOLUTA DE OXÍGENO**
- 3. TEMPERATURAS EXTREMAS**
- 4. EXCESIVA RIQUEZA EN AZÚCARES (en sidra no)**
- 5. RESIDUOS DE PESTICIDAS**
- 6. ANTAGONISMOS ENTRE MICROORGANISMOS**
- 7. LIBERACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS**

PARADAS EN LA FERMENTACIÓN

Cese de la fermentación sin haberse consumido todos los azúcares mayoritarios.

CAUSAS

Las causas están ligadas al metabolismo de las levaduras

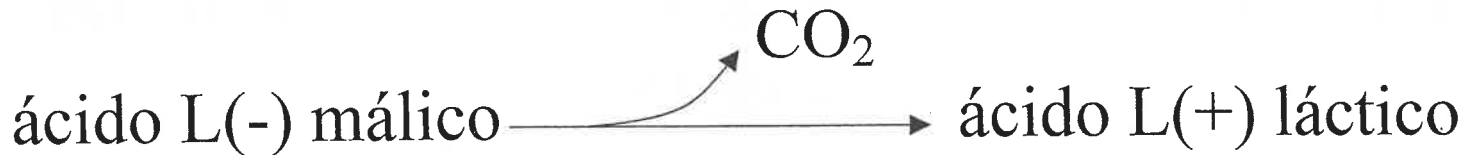
- ◆ **Deficiencia en vitaminas y compuestos nitrogenados** esenciales para la división celular.
- ◆ Condiciones de **anaerobiosis** demasiado estrictas impiden la multiplicación de levaduras.
- ◆ **La elevada T^a** de fermentación aumenta la tasa de mortandad de levaduras.
- ◆ **Presencia de antisépticos** en el mosto aumenta la tasa de mortandad de levaduras.
- ◆ **La clarificación del mosto** con eliminación masiva de levaduras retrasa la fermentación.
- ◆ **Producción de sustancias tóxicas** por las propias levaduras (ácido octanoico y decanoico).

LA PARADA EN LA FERMENTACIÓN PROVOCA LA DISMINUCIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO Y LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS SECUNDARIOS INDESEABLES

TRANSFORMACIONES BIOQUÍMICAS

FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA

Responsable: Bacterias lácticas (*Leuconostoc*).
Es paralela a la fermentación lenta.



Evolución condicionada por:

- **pH:** 3-3,5.
- **T^a óptima:** 20-25 °C.
- **SO₂:** No más de 40-50 ppm si se desea que se realice la fermentación maloláctica.
- **CO₂:** No son anaerobias estrictas. El efecto de la concentración de O₂ presente depende de la cepa.
- **Polifenoles:** Activadores, inhibidores o inertes según la cepa.
- **Etanol:** Inhibidor fuerte a más del 12%.
- **Densidad celular de bacterias lácticas.**
- **Levaduras** responsables de la fermentación alcohólica.
- **Presencia de bacterias acéticas.**

TRANSFORMACIONES BIOQUÍMICAS

FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA

Fenómenos físico-químicos

- Enturbiamiento.
- Desprendimiento suave de CO₂.
- Variaciones de color.
- Formación de nuevos productos.

Cambios sensoriales

- Desacidificación.
- Aumento de compuestos volátiles.

Mayor estabilidad microbiológica

