



INTRODUCCIÓN

El vinagre es uno de los condimentos y conservantes más antiguos que se conoce, que aporta aroma y sabor a los alimentos y mejora sus características de conservación. Suele tener un 5-6 % de ácido acético (pH 2,5-3,5) y presenta un aroma suave frutal, característico de la materia prima de partida. Se utiliza en la cocina doméstica como aliño, en la fabricación de salsas (ketchup, mayonesa, dressings) y encurtidos.

ELABORACIÓN DEL VINAGRE

La elaboración del vinagre se basa en las fermentaciones alcohólica (levaduras) y acética (bacteriana) consecutivas, en un medio adecuado (mosto de uva, zumo de manzana, malta...)

Hasta principios del siglo XIX el único método de obtener vinagre era el método espontáneo de acidificación del vino ("Vin aigre"). En 1864 Pasteur descubrió que el vinagre era producido por unos microorganismos, "mycoderma aceti". Pasteur sugirió mejoras en el proceso de obtención del vinagre, en lo que se denomina Método Orleans o Método Pasteur, en el que se llenan toneles de madera con vino y vinagre en la misma proporción. A medida que se acidifica y se produce vinagre, se retira parte y se rellena con más vino.

Este método es lento (2-6 semanas) y presenta muchos riesgos, ya que el proceso es difícil de controlar y se puede contaminar con otros microorganismos no deseados que pueden convertir el alcohol en carbónico y agua en vez de acético.

En 1823 Schuetzenbach inventó el Método rápido para la obtención de vinagre. El método consistía en una batería de barriles apilados, cada uno de ellos con un doble fondo perforado y lleno de virutas de madera, donde se asentarán las bacterias acéticas. La base del tonel está perforada por debajo del doble fondo, permitiendo al aire entrar y difundir a través de las virutas. Por la parte superior del barril se alimenta, lentamente, el producto alcohólico. Dicho producto va percolando a través de la viruta y, al llegar a la parte inferior del barril, fluye por los orificios y cae al barril siguiente. En cada paso se aumenta el % de acético en 1-2%.

Más recientemente se utilizó el sistema de cultivo superficial en el que el vinagre se elabora en reactores en los que se controla la temperatura, suministro de aire y flujo de producto. La reacción de fermentación ocurre en la superficie del líquido. El tanque se llena con virutas o con otros materiales que tengan gran superficie y que actúan como filtro. El vinagre recircula desde el fondo del reactor hasta su superficie por medio de una bomba. En la superficie es añadido al reactor en forma de ducha. Durante el proceso de recirculación el vinagre se enfría para mantener constante la temperatura interior del reactor. El tanque está cerrado y la entrada de aire se regula por una válvula desde la parte inferior del tanque. Cada cierto tiempo (1-2 años) hay que cambiar el material de filtrado pues se ocluye por formación de limos. Otro inconveniente de este sistema es su bajo rendimiento (0,5-0,7 de acético en 24 horas) y el tamaño de la instalación. Las ventajas son que se trata de un sistema poco sofisticado y que produce vinagre de buena calidad.

Otro método es el de cultivo sumergido. En este caso la fermentación se produce en toda la masa de líquido a la vez, no sólo en su superficie y, por lo tanto, no se requiere material de filtración. El aire se suministra por una turbina situada en el fondo del reactor y que produce turbulencias en la masa líquida. La ventaja de este método es que es fácilmente controlable y la producción es alta (4-6% de acético en 24 horas).

Tras cualquiera de los métodos modernos y rápidos de obtención de vinagre se precisa una maduración, preferiblemente en madera, para mejorar el aroma. Posteriormente el vinagre se estandariza, filtra y pasteuriza. Algunas veces se añade sulfuroso para su conservación.

PROCESO INDUSTRIAL

1.- Recepción de materias primas

- Depósitos para las diferentes materias primas.
- Depósitos para ajuste de grado alcohólico o a añadir nutrientes.
- Materiales: Madera, Poliéster o Acero inoxidable.

- Depósito "Nodriz" para abastecer el fermentador.

1.1.- Adecuación de las materias primas

- Vino y sidra clarificados no necesitan tratamiento previo. Si la sidra es de poco grado (6°) se puede añadir zumo de manzana y fermentar hasta alcanzar 13°, para obtener un vinagre de grado adecuado. En este caso hay que eliminar los posos y el carbónico.
- Las melazas precisan una fermentación alcohólica previa, eliminación de las levaduras y clarificación. Posteriormente el vinagre precisará la eliminación de sales, sustancias amargantes y colorantes. Otra opción es destilar el alcohol producido y utilizarlo diluido.

2.- Fermentación

a) Características de la materia prima:

- Vinos sanos, sin olores ni sabores.
- No deben existir antifermentos (antibióticos...).
- Han de ser "Secos" : sin azúcares que puedan desviar la fermentación.
- Mejor con °Alcohólico bajo (9°), como máximo 10-12°.

b) Temperatura y aireación:

- Rango de temperatura: 28-33°C. Temperatura óptima 30-31°C.
- Al Tª se pierden alcohol y sustancias volátiles.
- Precisa aire (puro o estéril) +/- O₂ al ser bact.aerobias.
- Cada fermentador presenta un valor VVm (Volumen de aire por Volumen de cuba por Minuto).

c) Sistemas de fermentación:

I - CULTIVO SUPERFICIAL

Método de virutas:

- Las bacterias están en la interfase líquido/gas.
- Rotación del vinagre hasta que el alcohol <0,3°.
- En la circulación exterior se debe controlar la Tª (refrigerar con agua).
- La aireación se hace por arrastre del mismo vinagre al caer en ducha o por la diferencia de Tª entre el exterior y el interior.

Aspectos negativos:

- Pérdida de materias volátiles de un 10%.
- El material de soporte se contamina con el tiempo.
- Se debe reemplazar anualmente.
- El nuevo material tarda tiempo en acondicionarse.
- Lento (7-10 días)

Método Orleans (1864)

- Cubas de madera llenadas parcialmente de una mezcla de vinagre y vino.
- Se deja fermentar hasta llegar a la acidez correcta, entonces se retira parte y se rellena con vino.

Aspectos negativos:

- Lento (2-6 semanas)

- Fácilmente alterable
- Se forma carbónico y agua.

Proceso rápido de Schnetzenbach (1823)

- Batería de toneles de madera derechos con falsos fondos perforados y llenos hasta el borde con virutas de madera (o zarcillos de la vid) que actúan como soporte de los microorganismos.
- Bajo el falso fondo del tonel se hacen pequeños agujeros por donde penetra el aire a través de las virutas.
- El vinagre avanza goteando de tonel en tonel a través de los agujeros. En cada paso aumenta un 2 % la acidez.
- Arriba del 1er tonel una artesa de madera va dosificando pequeñas cantidades de vino.

Actualmente se ha mejorado con::

- Aspersor plástico en un rotor para mejor reparto.
- Bomba y tubo de recirculación con refrigerador.
- Cerrado al aire excepto una entrada optativa.
- Control de flujo y temperatura (microorganismos).
- Control del flujo de aire de abajo hacia arriba.
- Se usan materiales de gran superficie (panochas) o viruta plástica.

II - CULTIVO SUMERGIDO

- Las bacterias están libres en el líquido.
- Se precisa un importante aporte de aire o aire + O₂.
- Cuando °Alc.= 0,2° se descarga 45% y se rellena.
- El control de T^a ha de ser interno (serpentes)
- El aire se debe suministrar puro y en burbujas muy pequeñas (la superficie de contacto).

Aspectos positivos:

- Pérdidas de materias volátiles de un 3-5%.
- No existe material de relleno.
- Las temperaturas son más homogéneas.
- Facilita mecanización de carga/descarga y limpieza.
- Rápido (30-40 h.)

d) Control:

- Temperatura.
- Oxígeno disuelto y calidad de aire.
- Concentración de etanol.
- Acidez.

3.- RENDIMIENTO

$$\text{- Rendimiento} = \frac{\text{AcTVg} + (\text{AcAVg} * \text{Fc})}{\text{AcTVn} + (\text{AcAVn} * \text{Fc})} * 100$$

AcTVg : Acidez total del vinagre

AcTVn : Acidez total del vino

AcAVg : Acidez esperada por el alcohol del vinagre

AcAVn : Acidez esperada por el alcohol del vino
Fc : Factor de conversión (1,043) para pasar a las mismas unidades las 2 acideces.

4.- CLARIFICACIÓN

El cultivo sumergido presenta más turbidez que el superficial y depende de:

- La materia prima: diferentes materias precipitables según sea blanco o tinto.
- El sistema de acetificación: +/- turbidez.
- Decoloración.
- Conservación del aroma: no arrastrarlo al flocular.

Los sistemas de clarificación son:

- Autoclarificación: Es lento por decantación. Precisa tener grandes almacenes.
- Clarificación físico-química. Se forman complejos coloidales por adsorción.

Clarificante --> Coloide --> Crece --> Caen las sustancias insolubles.

- a) Orgánicos:
 - Eficaces pero alteran la composición.
 - Exceso => "Sobrecolado" o desequilibrio en la composición.
 - Gelatina, Albúmina huevo o sangre, Caseinato K.
- b) Inorgánicos:
 - Forman gel que atrapa partículas.
 - Cargas (-) ==> OK para proteínas. .
 - Bentonita, Gel de sílice.
- c) Mixtos

5.- FILTRACIÓN

Si es adecuada ahorra el proceso de estabilización. Puede ser:

- Desbaste : partículas > 10 micras. Se realiza tras la clarificación.
- Abrillantamiento [Filtrado]: 1-10 micras. Se realiza tras la dilución y ajuste con agua del grado de acidez, antes de embotellar. Se utiliza celulosa o tierra de diatomeas de diferente porosidad
- Esterilizante [Ultrafiltración]: <1 micra.

Filtros tipo Millipore

El rendimiento tras la filtración depende de:

- Viscosidad y tipo de impurezas.
- Tamaño del poro de la celulosa o diatomeas.
- Presión de filtración.

6.- ENVEJECIMIENTO

- Maduración en madera 2-4 años.
- El afinamiento es más rápido en vinagres blancos.

7.- ESTABILIZACIÓN

- FISICA:
 - Pasteurización (50-84°C * +/- tiempo) Se debe hacer con Acero Inox. AISI-316 por la corrosión del ácido y

el calor.

- Filtración esterilizante/estabilizante.
- QUÍMICA:
 - SO₂ hasta 250 mg/l en gas o como metabisulfito K.
 - Ác. cítrico hasta 1 g/l como antioxidante.

8.- PRÁCTICAS PERMITIDAS

- Cualquier tratamiento físico.
- Esterilización o Pateurización.
- Mezcla inicial de vinos o dilución con agua para obtener el grado adecuado.
- Filtración.
- Clarificación : Gelatina, taninos, infusorios, bentonitas.
- Decoloración : Carbón activo.
- SO₂ hasta el límite permitido (250 mg/l)
- Facilitar la acetificación con: extractos malta o levaduras, fosfatos o sales de aminorio.
- Cultivos acéticos.
- Colorante : caramelo de mosto.

9.- SIGNIFICADO E INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS

ÁC.VOLÁTIL/EXT.SECO	Permite diferenciar el ác.acético de origen vínico
ÁC.ACÉTICO/ EXT.SECO	Dilución con agua
CARBONO 14	Diferencia si el ác.acético es de origen biológico o de síntesis. Se utiliza para intentar fijar la edad de los vinagres añejos
EXTRACTO SECO	Dilución con o sin añadido de ác.acético o adición de sust.no volátiles (glicerina)
CENIZAS	Dilución o adición de sustancias
ALCOHOL ETÍLICO RESIDUAL	No es bueno que se agote del todo porque las bacterias empezarían a utilizar el ác.acético y lo degradarían.El valor es de 0,5 en vinagres comerciales, los artesanos es mejor que sea 2-3º para que al envejecer se combine con el ác.acético formando ésteres etílicos (acetato de etilo) que oxidan los polifenoles y extraen sustancias de la madera
ACETOÍNA (Acetil Metil Carbinol)	Da aroma. Se puede oxidar a diacetilo y dar problemas. Si aumenta la aireación, disminuye la acetoína. Correcto > 40 mg/l
COBRE Y ZINC	Aparecen por contacto del vinagre con superficies metálicas. Alteran el color y dan turbidez
GLICERINA	Aparece por la fermentación del azúcar en el vino. Valores de 0 indican adulteración o muy poca calidad. Valores de 1-3 g/l indican alta calidad
ÁC.TARTÁRICO Y PROLINA	Deben aparecer en el vinagre pues son componentes del vino no utilizados por las bacterias acéticas

10. - REGLAMENTACIÓN

BOE 04-12-73 RD 3024/73 RTS
 BOE 04-01-74 Corrección errores
 BOE 24-03-83 Modifica artº 10
 BOE 08-12-93 RD 2070/93 RTS que deroga la anterior

BIBLIOGRAFIA

Mollenhauer, H.P. (1986) Vinegar, manufacture to extend range of culinary products. Food Marketing & Technology Oct-86

LLaguno, C. ; Polo, M.C. (1991) El vinagre de vino . CSIC