

## DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DEL VINAGRE DE SIDRA DE MANZANA Y SUS BENEFICIOS

ABRAHAM, Deborah; LOMBARDO, Brenda Aylén; MÉNDEZ, Mariela Florencia;  
OJEDA, Micaela Marlene; ALFAGEME Celina; DROLAS Cecilia.

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición,  
Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

**Introducción:** El vinagre es un líquido fermentado que se obtiene por doble fermentación, la primera es una fermentación alcohólica, donde las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* fermentan los azúcares, la segunda es una fermentación acética, donde las bacterias *Acetobacter aceti* transforman el etanol en ácido acético. **Objetivos:** Analizar las técnicas de elaboración del vinagre de sidra de manzana. Mencionar los posibles beneficios fisiológicos del consumo de vinagre de sidra de manzana.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica a través de distintas bases de datos. Se utilizó como criterio de exclusión al idioma, se utilizaron solo estudios en español o inglés. **Resultados:** Existen distintos métodos de elaboración: El método de cultivo superficial, que se subdivide en el método Francés y en el método Alemán; el método de cultivo sumergido y el método artesanal. En todos los métodos debe controlarse las temperaturas para que ocurra una óptima acción de las levaduras y bacterias. Se ha demostrado que el vinagre presenta múltiples beneficios para la salud.

**Conclusiones:** El vinagre de sidra de manzana contribuye a mejorar o

mantener la salud de la microbiota intestinal y podría mejorar la sensibilidad a la insulina y los niveles de glucemia post-prandial.

La mayoría de los peligros durante la elaboración se pueden prevenir con una correcta sanitización de los materiales y utensilios.

**Palabras claves:** vinagre, vinagre de sidra de manzana, *acetobacter aceti*, método Orleans, método Alemán.

## ABSTRACT

**Introduction:** Vinegar is a fermented liquid that is obtained by a double fermentation, the first is an alcoholic fermentation, where the *Saccharomyces cerevisiae* yeasts ferment the sugars, the second is an acetic fermentation, where the *Acetobacter aceti* bacteria transform ethanol into acetic acid .

**Objectives:** Discuss the techniques for making apple cider vinegar. Mention the possible physiological benefits of consuming apple cider vinegar. **Materials and**

**methods:** A bibliographic review was carried out through different databases.

Language was used as exclusion criterion, only studies in Spanish or English

were used. **Results:** There are different production methods: The surface

cultivation method, which is subdivided into the French method and the German

method; the submerged cultivation method and the artisanal method. In all

methods, the temperatures must be controlled so that an optimal action of the

yeasts and bacteria occurs. Vinegar has been shown to have multiple health

benefits. **Conclusions:** Apple cider vinegar contributes to improving or

maintaining the health of the intestinal microbiota and may improve insulin sensitivity and postprandial blood glucose levels.

Most of the dangers during the elaboration can be prevented with a correct sanitization of the materials and utensils.

**Keywords:** vinegar, apple cider vinegar, acetobacter aceti, Orleans method, German method.

## I. INTRODUCCIÓN

La fermentación es un proceso mediante el cual los microorganismos y sus enzimas producen cambios deseables en los materiales alimentarios como realzar el gusto, el aroma, la duración en el almacenamiento, la textura o el valor nutricional(1).

Los alimentos fermentados se definen como: “alimentos o bebidas elaborados mediante el crecimiento microbiano controlado y las conversiones enzimáticas de los componentes principales y secundarios de los alimentos”(2). Estos comparados con el alimento sin fermentar, contienen una menor cantidad de factores antinutritivos como son los fitatos, taninos y polifenoles, mejorando la disponibilidad de nutrientes(3)(4).

Para que ocurra la fermentación de los alimentos, deben existir ciertos elementos, como por ejemplo un sustrato adecuado, microorganismos

apropiados y condiciones ambientales óptimas, como temperatura, pH y humedad(2)(4).

La fermentación es utilizada como un método de conservación, ya que en este proceso se generan metabolitos antimicrobianos, por ejemplo ácidos orgánicos, etanol y bacteriocinas, los cuales disminuyen el riesgo de contaminación por microorganismos patógenos(3).

Además de estos efectos positivos, también se deben tener en cuenta los negativos, ya que se pueden encontrar microorganismos patógenos contaminantes representando un riesgo biológico para la salud. Un claro ejemplo es la *Escherichia coli* o *Clostridium botulinum*, que pueden contaminar las leches fermentadas y los productos cárnicos, entre otros(5).

Los métodos más importantes en un proceso de fermentación son dos: La “fermentación salvaje” o “fermentación espontánea” en la cual la fermentación ocurre de manera natural, es decir, los microorganismos ya están presentes en el alimento crudo (cáscaras de las frutas o pieles de vegetales) o en el procesamiento. Como ejemplos de este tipo de fermentación podemos mencionar al chucrut, kimchi y ciertos fermentos de soja. En el segundo método llamado “fermentación con inoculación”, ocurre por el agregado de cultivos iniciadores, por ejemplo kéfir, kombucha, natt, vinagre(6).

En la actualidad se consumen aproximadamente 3500 variedades de alimentos y bebidas fermentadas, el presente estudio se centrará en el vinagre de sidra de manzana(5).

El término “vinagre” deriva de dos palabras francesas “vin” y “aigre”, traduciéndose como “vino agrio”(7). La definición disponible del Codex

Alimentarius indica que el vinagre es “un líquido, apto para el consumo humano, elaborado exclusivamente a partir de productos adecuados que contengan almidón y / o azúcares mediante el proceso de doble fermentación, primero alcohólica y luego acetosa”(8).

Según el CAA el vinagre de sidra “es obtenido por fermentación acética de sidra mediante el empleo de la bacteria seleccionada (*Acetobacter aceti*) y oxígeno, para transformar el alcohol en ácido acético.”(9).

Mientras que el vinagre de fruta “se obtiene por fermentación alcohólica y subsiguiente fermentación acética de infusiones, maceraciones y/o cocimientos de fruta fresca azucarada (no pasas) o fermentación alcohólica completa seguida de fermentación acética del jugo azucarado obtenido por expresión de fruta fresca (no jugos concentrados); uvas, manzanas, peras, ciruelas, ananás, limones, utilizados en forma separada o en mezclas”(9).

Existen muchos tipos de vinagre en todo el mundo, como el vinagre de arroz, vinagre balsámico, vinagre de vino blanco, vinagre de frutas. Cada uno de ellos, tiene diferente materia prima, cepas de levadura y sistemas de envejecimiento(10).

Los primeros datos registrados sobre el vinagre son en la época de los babilonios (3000 a.C.), los mismos utilizaban dátiles como materia prima, obteniendo bebidas alcohólicas, que con el paso del tiempo y el contacto con el aire terminaban por producir vinagre. Sus primeros usos fueron como bebida, condimento, conservante, limpiador y agente medicinal(7), por ejemplo Hipócrates recomendaba el uso de vinagre para limpiar úlceras y tratar

lesiones(11). También, se lo ha usado en guerras para prevenir el escorbuto en los soldados. En la Primera Guerra Mundial se usó para el tratamiento de las heridas. Pero en la actualidad, tiene poco uso en la medicina moderna(7).

El vinagre de sidra de manzana es un alimento de producción económica, comúnmente utilizado a nivel mundial por los atributos que le son conferidos como ser conservante de alimentos(5).

Este trabajo de grado se realizó con el fin de obtener información sobre las diferentes técnicas de elaboración casera e industrial. Además de conocer las características del producto final sin pasteurizar y sus beneficios fisiológicos en el organismo.

## **I. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Análisis de las técnicas de elaboración del vinagre de sidra de manzana.

### **Objetivos específicos**

- Describir las diferentes técnicas de elaboración artesanal e industrial de vinagre de sidra manzana.
- Advertir sobre los potenciales peligros durante la elaboración del vinagre de sidra de manzana.
- Mencionar los posibles beneficios fisiológicos del consumo de vinagre de sidra de manzana.

### III.METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica, en las páginas webs de PubMed, Scielo, Google Scholar, Elsevier. Se usaron términos tales como “fermentados”, “productos fermentados”, “fermented”, “fermented food”, “fermentation”, “vinagre de manzana”, “apple vinegar”, “vinegar”, “apple cider vinegar”, “técnica de elaboración”.

El criterio de exclusión utilizado fue el idioma ya que se utilizaron solo estudios en español o inglés.

### IV.RESULTADOS

#### Proceso de fermentación

En la producción de vinagre se observan dos tipos de fermentación, la primera que ocurre es la fermentación alcohólica, en esta etapa las levaduras, en su mayoría del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, en condiciones anaeróbicas, utilizan como sustratos los azúcares fermentables, por esta razón, es recomendable emplear la fruta madura, dando como resultado etanol(12)(13). Además se debe procurar que esté limpia y en condiciones óptimas(12). Esta fermentación suele durar aproximadamente tres semanas. Luego ocurre la segunda fermentación, llamada acetosa, donde actúa en condiciones aeróbicas la bacteria *Acetobacter aceti*, transformando el etanol en ácido acético(14).

Ambas fermentaciones pueden comenzar espontáneamente con las levaduras y bacterias que se encuentran en la fruta y/o en el ambiente, o comenzar con la inoculación de un cultivo puro(15).

## Técnicas de elaboración del vinagre

Para la elaboración del vinagre de manzana, hay dos métodos principales industriales. Uno es el cultivo superficial, y el otro, el cultivo sumergido (Ver anexo 1) (14). Dentro del cultivo superficial hay 2 sub métodos: el método Francés (Ver anexo 2) y el método Alemán (Ver anexo 3) (7) (10)(16)(17)(18)(19).

El método Orleans/Francés es el que se utilizaba en Francia desde 1670(16). Es uno de los métodos más antiguos y conocidos. Se trata de un proceso lento y continuo ya que requiere más tiempo para la producción. Implementado en pequeña y gran escala (17)(18).

El método Schuetzenbach/Alemán fue desarrollado por el químico alemán que le dio su nombre a principios del siglo XIX. Se trata de un proceso rápido, el cual usa un generador, que es un barril posicionado de manera vertical, relleno de virutas de madera y equipado con dispositivos que permiten el goteo continuo a través de las mismas, donde se encuentran las bacterias formadoras de ácido acético. El generador produce la recirculación de oxígeno y del líquido a fermentar(17)(18).

En la actualidad, el método más popular y de alto rendimiento es el método de fermentación por cultivo sumergido, creado en el año 1950 que consta de un sistema de elaboración en grandes cubas de acero inoxidable, diseñadas por la empresa proveniente de Alemania, Heinrich Frings. Este método usa generadores llamados “Acetators” y se caracteriza por ser el proceso tecnológico más común utilizado a nivel industrial(20).

También es posible elaborar vinagre de sidra de manzana de manera artesanal. Seleccionamos una de las técnicas artesanales, que en este caso, parte de la sidra de manzana, y unificamos la información hallada para describir las diferentes técnicas de elaboración según cada método. Tablas 1, 2 y 3.

Cabe mencionar que el orden de las mismas es meramente aleatorio. A continuación, ampliaremos y desarrollaremos todas las técnicas mencionadas.

Tabla 1. Comparación entre las técnicas de elaboración con el cultivo superficial:

TÉCNICAS DE ELABORACIÓN VINAGRE CON CULTIVO SUPERFICIAL	
Método Pasteur/Orleans/ Francés	Método Schuetzenbach/Alemán
1- Realizar dos perforaciones en los extremos de los barriles por encima del líquido alcohólico. 2- Cubrir los agujeros con una fina malla. 3- Añadir entre un 20-25% de vinagre fresco en relación al líquido alcohólico. 4- Fermentar de 1 a 3 meses entre 21°C a 30°C. 5- Extraer $\frac{1}{4}$ de vinagre. 6- Embotellar. 7- Adicionar $\frac{1}{4}$ de líquido alcohólico, si se desea continuar con la obtención de vinagre. 8-Repetir desde el paso 4(21). (Ver Anexo 2)	1- Seleccionar barriles de madera de doble fondo (generador). 2- Colocar en posición vertical. 3- Disponer una serie de capas de viruta de madera de haya, carbón vegetal o coque sobre el primer fondo del barril con los inóculos de la bacteria acética. 4- Esparcir desde la parte superior del barril el líquido alcohólico a fermentar. 5- Controlar que las temperaturas del generador se encuentren entre 30°C a 32,2°C. 6-Fermentar entre 3 a 7 días. 7- Extraer $\frac{2}{3}$ de vinagre. 8-Adicionar $\frac{2}{3}$ de líquido alcohólico, si se desea continuar con la obtención de vinagre. 9-Repetir desde el paso 5(21). (Ver Anexo 3)

En la tabla 1 se observa la comparación entre las técnicas de elaboración del cultivo superficial.

Tabla 2. Descripción de la técnica de cultivo sumergido:

TÉCNICAS DE ELABORACIÓN VINAGRE	
Cultivo sumergido	Artesanal
<p>1- Lavar la fruta en tinas de acero inoxidable de 50 kg.</p> <p>2- Colocarlas en las xiroperas.</p> <p>3- Pasteurizar con el agregado de un 80-90% de agua con respecto al peso de la fruta a <math>98^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}</math> por 5 minutos.</p> <p>4- Separar la pulpa de la fruta en la pulpeadora con una malla de tamiz cilíndrico de 1,5 mm en un rango de temperatura de <math>78 \pm 2^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>5- Mezclar la fruta pulpeada con 0,5 g de fosfato de amonio por litro de sustrato en un biorreactor anaeróbico de 200 L, a temperatura de <math>28 \pm 2^{\circ}\text{C}</math> y un pH de 4,0.</p> <p>6- Agregar un inóculo de levadura activa <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> variedad <i>Ellipsoideus</i>, correspondiente al 5% del volumen total de fermentación.</p> <p>7- Filtrar el mosto con un filtro prensa (obtención de vinagre opaco)</p> <p>8- Agregar 0,1% de fosfato de amonio, inóculo de cepas activas de acetobacter equivalente al 5% de volumen total de fermentación; regulando la temperatura en <math>28 \pm 2^{\circ}\text{C}</math> y una acidez inicial de 3% (pH=2, 5).</p> <p>9- Aparte, hidratar por 24 hs bentonita sódica.</p> <p>10- Mezclar con el vinagre obtenido.</p> <p>11- Disolver gelatina en agua caliente.</p> <p>12- Agregar la gelatina a la mezcla anterior.</p> <p>13- Mezclar bien hasta que quede homogéneo.</p> <p>14- Reposar por 24 hs. (obtención de vinagre clarificado).</p> <p>15- Pasteurizar en las xiroperas a <math>63 \pm 2^{\circ}\text{C}</math> por 25 minutos.</p> <p>16- Envasar el vinagre obtenido(22). (Ver Anexo 1)</p>	<p>1- Moler la fruta hasta obtener una pasta.</p> <p>3- Dejar macerar la pasta unas horas para desarrollar color y sabor y reducir los taninos en las variedades astringentes (opcional).</p> <p>3- Prensar la pasta para extraer el mosto con una prensa o lagar para sidra.</p> <p>4- Disponer el mosto en una vasija no metálica de boca ancha, sanitizada previamente.</p> <p>Opcional: agregar levadura seca activa según instrucciones del envase.(<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>)</p> <p>5- Cubrir con un paño ligero o gasa, para proteger de insectos.</p> <p>6- Fermentar entre <math>15-35^{\circ}\text{C}</math>, sin contacto directo con el sol(23).</p> <p>7- Revolver a diario para estimular el crecimiento de levaduras y romper las costras superficiales, previniendo la formación de mohos(15).</p> <p>8- Dejar fermentar entre 2 a 4 semanas, hasta que se ralentice el burbujeo y la sidra se aclare.</p> <p>9-Continuar con la segunda fermentación entre 2 a 4 semanas más(23).</p> <p>Opcional: añadir como iniciador vinagre de sidra de manzana orgánico (con cultivo vivo) 1 parte de cultivo por 4 partes de sidra (15) y/o agregar "madre del vinagre"(23).</p> <p>11- Realizar pruebas frecuentes para determinar el aumento de acidez(15).</p> <p>12-Envasar.</p> <p>*Observar sí se formó la madre del vinagre(23).</p>

En la tabla 2 se detallan los pasos para la obtención del vinagre de manzana a través de la técnica de cultivo sumergido.

Tabla 3: Descripción de la técnica artesanal para la obtención de vinagre de manzana.

TÉCNICA DE ELABORACIÓN VINAGRE
Artesanal
<p>1- Moler la fruta hasta obtener una pasta.            3- Dejar macerar la pasta unas horas para desarrollar color y sabor y reducir los taninos en las variedades astringentes (opcional).            3- Prensar la pasta para extraer el mosto con una prensa o lagar para sidra.            4- Disponer el mosto en una vasija no metálica de boca ancha, sanitizada previamente.            Opcional: agregar levadura seca activa según instrucciones del envase.(<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>)            5- Cubrir con un paño ligero o gasa, para proteger de insectos.            6- Fermentar entre 15-35° C, sin contacto directo con el sol(23).            7- Revolver a diario para estimular el crecimiento de levaduras y romper las costras superficiales, previniendo la formación de mohos(15).            8- Dejar fermentar entre 2 a 4 semanas, hasta que se ralentice el burbujeo y la sidra se aclare.            9-Continuar con la segunda fermentación entre 2 a 4 semanas más(23).</p> <p>Opcional: añadir como iniciador vinagre de sidra de manzana orgánico (con cultivo vivo) 1 parte de cultivo por 4 partes de sidra (15) y/o agregar "madre del vinagre"(23).            11- Realizar pruebas frecuentes para determinar el aumento de acidez(15).            12-Envasar.</p> <p>*Observar sí se formó la madre del vinagre(23).</p>

En la tabla 3 se detallan los pasos a seguir para la obtención del vinagre de manzana a nivel artesanal. Cabe destacar que se han elegido dos referencias bibliográficas (15) y (23) ya que fueron las más detalladas y completas que se encontraron.

## Características de las levaduras

El primer paso de la elaboración del vinagre es la transformación de los azúcares en alcohol. Proceso realizado por las levaduras, en especial las *Saccharomyces cerevisiae*. Esta especie se caracteriza por ser un anaerobio facultativo, se suele encontrar en alcoholes, frutas, piel humana. Fermenta glucosa, galactosa, sacarosa, maltosa, pero no lactosa. Se duplica en un tiempo de 1,5 a 2 horas a 30°C(24).

La fermentación es iniciada por *Saccharomyces cerevisiae* que descompone la glucosa en alcohol etílico con la liberación de dióxido de carbono. Es importante que la fermentación alcohólica de los azúcares se complete, ya que el azúcar que no se convierta en alcohol en esta fase, quedará como tal(18). A continuación se escribe la reacción química:



## Características de la bacteria

Luego de que las levaduras actúen, comienza a intervenir la *Acetobacter aceti*, encargada de oxidar el alcohol a ácido acético(18). A continuación se escribe la reacción química:



Las Bacterias Ácido Acéticas o “AAB” por sus siglas en inglés (Acetic Acid Bacteria) forman parte de la familia *Acetobacteriaceae* y reaccionan con el alcohol dando como producto ácido acético (24)(25). Son aerobios obligados que se tiñen como Gram negativos, son catalasa positiva y oxidasa negativa, con forma de bastón elipsoidal. Su rango de temperatura óptimo de crecimiento es de 25°C a 30°C, siendo las termotolerantes capaces de crecer hasta los 40°C, además se vió en un estudio que siguen activas a los 10°C con una tasa de crecimiento lenta. Su pH óptimo es de 5 a 6,5 aunque se ha visto que incluso resisten pH más bajos. A pesar de éstos rangos en la técnica artesanal se indica entre 15°C a 30°C por condiciones ambientales. Las cepas que pueden estar involucradas son las acetofílicas con un pH óptimo de 3,5 , las aceto-tolerantes con un pH óptimo de 3,5 a 6,5 y por último las aceto-fóbicas con un pH óptimo superior a 6,5(10).

El ácido más predominante que producen las AAB es el acético, sin embargo se pueden encontrar otros ácidos orgánicos como por ejemplo, ácido tartárico, láctico, málico y cítrico como producto de la oxidación de azúcares y alcoholes los cuales contribuyen al olor, sabor y color característicos del vinagre(26).

## Madre del vinagre

Es usual la formación de una masa gelatinosa y gomosa llamada “madre del vinagre”, de naturaleza no tóxica(19) y que está compuesta principalmente por las levaduras *Saccharomyces ellipsoideus* y *S. cerevisiae* y por las bacterias *Acetobacter acético A. Xylinum, A. Ascendens* y *gluconobacter*(19)(27). El género *Acetobacter* prefiere el alcohol como sustrato a oxidar antes que a la glucosa, de manera contraria funciona el género *Gluconobacter*(25)(26).

La madre del vinagre se desarrolla cuando se permite que el vinagre sin pasteurizar permanezca en el producto, formando una capa de celulosa extracelular que puede verse como una capa en la superficie del líquido, o como una sustancia turbia parecida a una telaraña, que hace que el líquido parezca turbio. No es exclusivo de ACV.

La 'madre' se puede consumir o usar para inocular lotes posteriores de vinagre.

Cabe recordar que en el proceso Orleans, que es un proceso tradicional, se emplea la madre del vinagre, donde se alojan las AAB, para obtener un oxidación lenta(26).

## Riesgos en la producción de vinagre

### A nivel Industrial

La mayoría de los efectos adversos son consecuencia de la presencia de nematodos, ácaros, moscas y otros insectos en la superficie de la madre del

vinagre. Pero se pueden evitar siguiendo una correcta higiene y con la

pasteurización del vinagre(17)(18)(19).

En la fermentación el problema que puede ocurrir es la presencia de una película blanquecina en la superficie del vinagre, llamada “*Mycoderma vini*” o madre del vinagre, formada por organismos similares a las levaduras, las cuales crecen de forma aeróbica y oxidan a los compuestos que contienen carbono a dióxido de carbono y agua, es posible que sea generada por la *Gluconacetobacter xylinus* (18,19). Estos alteran el sabor y graduación alcohólica del vinagre. Sin embargo, se puede evitar agregando una parte de vinagre a tres partes de la solución alcohólica o almacenando el alcohol en recipientes cerrados y llenos(18).

**Anguilas vinagreras:** son nematodos de la especie *Turbatrix aceti* que se forman en la superficie del vinagre durante cualquier momento de la fabricación, aunque es más común durante la maduración o el almacenamiento. Éstas tienen la capacidad de eliminar las bacterias acetobacter muertas y/o viejas, manteniendo el proceso de acetificación activo, pero a su vez reducen la cantidad de bacterias totales y por consiguiente afecta a la acidez del vinagre(19).

Se pueden controlar de tres maneras, la primera es por medio de la temperatura, a los 40-45°C son eliminadas, la segunda es con el agregado de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), y por último con la filtración y pasteurización(19).

**Brumas no microbianas:** Son polifenoles, muy abundantes en el jugo de manzana, sidra y vinagre de sidra, son la principal causa de turbidez en el

vinagre de sidra. Durante la maduración estos polifenoles polimerizan y sedimentan, manteniéndose estables. El problema ocurre cuando el vinagre no se encuentra totalmente maduro, los polifenoles no se oxidan ni polimerizan, y por consiguiente se altera el sabor y composición. Se puede controlar con dióxido de azufre o aumentando el tiempo de maduración, además de utilizar agentes clarificantes como por ejemplo gelatina, silica coloidal o bentonita(19).

## **Riesgos en la producción de vinagre**

### **Artesanal**

La información hallada no menciona cantidades exactas, puntos críticos de control o la importancia de que la materia prima sea agroecológica. En cuanto a la técnica artesanal no se encontraron referencias de tipo sensorial o variables posibles de cuantificar que indiquen que el proceso de elaboración se ha realizado correctamente.

### **Características del vinagre de sidra de manzana**

El vinagre de sidra de manzana presenta un sabor agrio, olor abrumador y fuerte, debido a los ácidos naturales volátiles que están presentes como el ácido acético(17). Contiene minerales como selenio, cromo, cobre, magnesio, cobalto, zinc, sodio, potasio, calcio, níquel y manganeso en cantidades significativas(28). Estos se encuentran dentro de los límites permitidos (25).

Para obtener un vinagre de alta calidad, el control de la materia prima utilizada es el factor más importante, pero no por ello hay que dejar de lado a los otros factores, como por ejemplo el proceso tecnológico empleado, el equipamiento usado y las bacterias involucradas en la elaboración(25)(27).

La variedad Florina es una especie de manzana roja con mucho sabor la cual contiene compuestos que se conservan en el producto final y le dan su sabor característico(25).

La fermentación incompleta genera un producto “débil”. Un vinagre de alta calidad debe tener aproximadamente un 6% de ácido acético. Además la acidez desarrollada previene el crecimiento de microorganismos indeseables (18).

Es necesaria una concentración de alcohol del 10 al 13% para que ocurra una buena fermentación. Si se supera este rango, el alcohol se oxida de forma incompleta a ácido acético. Por el contrario, si es menor al 13%, hay pérdida de vinagre debido a la oxidación de los ésteres y del ácido acético(18).

En general, el rendimiento de ácido acético a partir de glucosa es aproximadamente del 60%. Es decir, tres partes de glucosa producen dos partes de ácido acético(18).

Según el CAA deberá tener color amarillo rojizo y olor y sabor correspondiente al de la sidra y deberá satisfacer las siguientes exigencias analíticas: Densidad a 15°C de 1,011 a 1,020; residuo seco 1,0 a 2,0%; acidez total expresada en ácido acético no menos de 4,0%; cenizas, aproximadamente 0,3% (con elevada proporción de malatos); alcohol 10% de la acidez total y azúcares de 0,5 a 2,0%.

## Legislación en la producción de vinagre de sidra de manzana

Según el Código Alimentario Argentino, en el capítulo XVI y artículo 1331: en la elaboración de vinagres quedan permitidos los siguientes tratamientos:

1. La dilución del vino, solución azucarada o solución alcohólica hecha exclusivamente en la fábrica de vinagre y sin poder salir de ella, en la medida necesaria para su acetificación normal, con agua potable o deionizada.

2. El empleo de clarificantes admitidos por el presente Código para alimentos y bebidas en general, tales como: Tierra de infusorios, Bentonita, PVP, Tanino y Gelatina.

3. La aromatización con estragón (hojas desecadas de *Artemisia dracunculus* L), laurel y otras especies vegetales, condimentos, esencias naturales y naturales reforzadas, esencias y extractos sávido aromatizantes sintéticos y oleorresinas autorizados por el presente Código, exclusivamente para los vinagres de vino y de fruta.

La aromatización deberá declararse en el rotulado en forma bien visible y cuando proceda de aromas artificiales, con la indicación de Aromatizado artificialmente.

4. El uso de levaduras seleccionadas: *Saccharomyces ellipsoideus*, *Acetobacter aceti* y otras autorizadas para alimentos.

5. El uso de aditivos químicos aptos para uso alimentario

- Sulfato de amonio y sulfato de potasio, en cantidades tecnológicas apropiadas;
- Dióxido de azufre y/o sus sales, en un máximo 10 mg/100;
- Oxígeno y ácidos orgánicos: cítrico, tartárico, fumárico, glucónico, málico, láctico y sus sales;
- Ácido ascórbico hasta 0,1% y excluidos los no mencionados, especialmente el ácido fórmico.

6. La calefacción, sedimentación, refrigeración, trasegado y filtración del vinagre.

7. El añejamiento o maduración para el vinagre obtenido sin destilación intermedia, y su declaración en el rotulado, siempre que esté amparado por certificación oficial y que sea mayor de 6 meses de duración.

8. La pasteurización y la esterilización industrial, siempre que se declaren en el rotulado.

9. El destilado del vinagre, siempre que se declare en el rotulado.

10. La rehidratación para el vinagre que en curso de la elaboración, haya excedido el grado de acidez, siempre que esta práctica se realice en el establecimiento elaborador y que el producto resultante cumpla las demás exigencias del presente Código.

11. Con excepción del vinagre de alcohol, que no debe colorearse, se autoriza la coloración con caramelo para los vinagres claros y con la materia colorante del vino (Enocianina) para los tintos sin declaración en el rotulado. El uso de otros colorantes naturales (Cochinilla, Carmín,

Orchilla, etc) queda reservado a la aprobación de la autoridad sanitaria competente y a su declaración en el rotulado.

12. La decoloración con carbón activo técnicamente puro y demás sustancias autorizadas para vino y cerveza"(9).

### **Beneficios fisiológicos del consumo de vinagre de sidra de manzana.**

Se ha observado cómo la microbiota cumple un papel modulador del cerebro y el eje intestino-cerebro, siendo una red de comunicación bidireccional. Es así como hay evidencia de la conexión entre los centros emocionales y cognitivos del cerebro con las funciones intestinales periféricas. Un estudio en animales demostró cómo al tener una colonización intestinal normal aumenta la capacidad parcial de respuesta ante el estrés(29). Es posible que la microbiota intestinal altere la producción, expresión y recambio de neurotransmisores como la serotonina. Además afecta la producción del factor neurotrófico y la de metabolitos bacterianos. Así también el cerebro tiene la capacidad de impactar en la producción de moco intestinal y formación de una biopelícula, en la motilidad, permeabilidad y función inmunológica del mismo. La dieta es capaz de alterar al organismo porque modula la microbiota intestinal, afectando así la permeabilidad, la inmunidad, la motilidad, la sensibilidad intestinal y el funcionamiento del sistema nervioso entérico(2)(29)(30).

La fermentación genera metabolitos beneficiosos para la salud, realiza la conversión de compuestos en metabolitos biológicamente activos, además de reducir la cantidad de toxinas y de antinutrientes, aumentando así la

disponibilidad de los nutrientes y fitoquímicos. Por otro lado los alimentos fermentados también tienen prebióticos, vitaminas y minerales, por esto su consumo puede generar cambios en la microbiota intestinal teniendo diferentes efectos en el organismo(2)(12)(28).

Los efectos terapéuticos provienen de sus componentes bioactivos propios de las manzanas y generados por la fermentación, como el ácido acético y los compuestos fenólicos, por ejemplo el ácido gálico, las catequinas, epicatequina, el ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido p-cumárico y ácido ferúlico que generan una actividad antioxidante, pudiendo prevenir enfermedades cardiovasculares, así como también reducirían la presión arterial, las afecciones de la diabetes y el colesterol. Por otro lado podría tener una actividad antimicrobiana y beneficios antitumorales(14).

Dichos metabolitos secundarios serían los responsables de la actividad antioxidante, al ser capaces de eliminar los radicales hidroxilo y los radicales libres, de este modo reducirían el estrés oxidativo ayudando a regular el metabolismo de los lípidos(28).

Se ha observado que en particular el ácido acético junto con el citrato mejorarían la depleción de glucógeno hepático y del músculo esquelético, aumentando así el vigor post-ejercicio físico(28).

Se encontraron estudios realizados en animales, que han llegado a afirmar, que el ácido acético inhibiría la lipogénesis hepática y aumentaría la excreción de ácidos biliares, reduciendo el colesterol sérico y los triacilglicéridos(14). Estos mismos resultados se han encontrado posteriormente en estudios

probados en humanos(28).

Se ha visto en estudios realizados en humanos que podría disminuir el peso corporal(28). Esto se correlaciona con otros estudios hechos en humanos, que han encontrado que el vinagre de sidra de manzana estimularía el funcionamiento de las enzimas que oxidan los ácidos grasos en el hígado, disminuyendo la acumulación de grasa corporal(31).

Por otra parte, varios estudios señalan que el vinagre de manzana y el ácido acético serían responsables en la disminución de los niveles de presión arterial en ratas, ya que reduciría la actividad de la renina y la angiotensina II, además de regular la expresión del receptor de angiotensina II tipo 1(27)(28).

En personas con diabetes se ha visto que ralentiza el vaciado gástrico, e inhibe la descomposición de los disacáridos y estimula la actividad de la insulina en el músculo esquelético aumentando la absorción de glucosa, con consecuente atenuación de la insulino-resistencia(14)(28). Se pudo observar que la sensibilidad a la insulina mejoró en humanos con insulino-resistencia o diabetes tipo 2, cuando consumieron 20 g de vinagre de sidra de manzana, con una comida rica en carbohidratos(32).

En particular, el ácido acético y el polifenol ácido clorogénico, son los compuestos que han demostrado que podrían ayudar en la reducción de las situaciones de hiperglucemia(27). Se observó que la presencia de ácido acético (18 mmol por comida de prueba), administrado como vinagre, redujo la glucosa posprandial aguda (índice glucémico = 64) y las respuestas de insulina (Índice

Insulinémico = 65) a una comida con almidón. Esto concuerda con otro estudio similar donde la dosis a ingerir era de 16 mmol de ácido acético, que redujo las respuestas de glucosa en sujetos sanos en un 30%(33).

Siguiendo esta línea de investigación se encontró que ingerir 2 cucharadas de vinagre, con 1400 mg de ácido acético, dos veces al día con las comidas durante 12 semanas, disminuiría los valores de Hb1Ac en un 0.16% unidades, en comparación con los controles que no ingirieron vinagre, en sujetos con diabetes tipo 2(34).

En cuanto a su papel como antiinflamatorio, fue utilizado en ratones con colitis ulcerosa, se encontró que suprimiría la expresión de T helper 17 (Th17) y la proteína quinasa activada por mitógenos, disminuyendo la inflamación intestinal(28)(35).

Otros estudios señalan que, el ácido acético al 0,3% peso en volumen o el vinagre con un 5% de ácido acético aliviaría la colitis inducida por dextrano sulfato sódico (DSS) en ratones mediante la inhibición de las respuestas de los linfocitos Th1 y Th17, y el inflamasoma de la proteína receptora similar a NOD3 (NLRP3) y activación de la ruta de señal de la proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK)(28).

Además, los microorganismos presentes en los alimentos fermentados, tienen la capacidad de competir con las bacterias patógenas intestinales(12). Se vio que el ácido acético es capaz de penetrar las membranas celulares de los

microorganismos causando su muerte. Además se ha demostrado que junto con el ácido cítrico son efectivos contra la *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*(14)(28)(35).

## V. DISCUSIÓN

Dentro de las técnicas de elaboración del vinagre de sidra de manzana, existen las de cultivos superficiales y la de cultivo sumergido. Las primeras se dividen en el método Orleans y el método Alemán. La segunda se corresponde con el método industrial, que ha evolucionado y se utiliza actualmente.

La principal diferencia entre el método Orleans y el Alemán es que este último utiliza barriles de doble fondo con virutas de madera que amplía la superficie de contacto y por ende el número de bacterias acéticas, sumado a la recirculación de aire y líquido, generando menores tiempos de producción.

Por contrapartida en la técnica artesanal, es fundamental que durante la fase alcohólica se mezcle a diario para evitar la formación de mohos.

En todas las técnicas es importante el control de las temperaturas para estimular la óptima acción de las levaduras y bacterias, además de que en la fase alcohólica se debe tener la menor exposición al oxígeno posible, lo contrario que ocurre con la fase acética. También se tendrá que tener en cuenta las condiciones ambientales y la materia prima.

Es importante mencionar que mientras las técnicas artesanales propician la formación de la madre como un indicador de un correcto procedimiento, la técnica industrial evita la formación de la misma por los posibles riesgos microbiológicos que puede contraer.

Finalmente la bibliografía indica que el vinagre de sidra de manzana tiene múltiples beneficios para la salud, principalmente en las enfermedades no transmisibles y sus signos/síntomas asociados. Al mismo tiempo, estos beneficios fueron investigados mayormente en animales, en cuanto a los estudios en humanos, varias propuestas surgen a la hora de recomendar una dosis y la asociación con sus beneficios. La misma aún no se completa para cada una de las propuestas benéficas, las cuales si se prometen en bibliografías menos respaldadas por estudios.

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a los documentos recopilados se concluye que hay cuatro técnicas para la elaboración del vinagre de sidra de manzana, una de ellas es la artesanal, las otras tres son industriales. Éstas últimas se pueden clasificar según sean de cultivo superficial o sumergido. El cultivo superficial abarca el Método Francés y el Método Alemán, y el cultivo sumergido es el más utilizado en la actualidad.

Continuando con los beneficios del vinagre de sidra de manzana, al ser un alimento fermentado contribuye a mejorar o mantener la salud de la microbiota intestinal.

De lo relevado, de acuerdo con la dosis de 20 g de vinagre de sidra de manzana, podrían mejorar la sensibilidad a la insulina en pacientes con insulino-resistencia o diabetes tipo 2. Este es el único estudio que no especifica la concentración de ácido acético utilizado.

Por otro lado, entre los 16 mmol (0,96% m/v) y 18 mmol (1,08% m/v) de ácido acético, podría disminuir la glucemia post-prandial. Además 1400 mg (1,4% m/v) de ácido acético, dos veces por día, durante 12 semanas podría disminuir los valores de Hb1Ac.

Con respecto a la sintomatología de la colitis, ésta podría ser aliviada con ácido acético al 0,3% masa en volumen o un vinagre con un 5% de ácido acético.

También hay amplia evidencia de la capacidad del vinagre de sidra de manzana en la prevención de enfermedades cardiovasculares, ya que reduciría la presión arterial, los niveles de colesterol y triglicéridos, además de tener una importante actividad antioxidante.

Por otro lado, disminuiría la insulino resistencia, ralentizando el vaciado gástrico e inhibiendo la descomposición de los disacáridos, disminuyendo las afecciones de la diabetes.

Cabe mencionar además, su posible actividad antimicrobiana, anti-inflamatoria y antitumoral. Todos estos beneficios deben seguir siendo estudiados para aumentar el número de evidencias a la hora de promocionar su utilización.

Con respecto a las técnicas de elaboración, hubo dificultad para encontrar evidencia científica actualizada, sería, por lo tanto, de interés la realización de futuros estudios, ya que la información hallada, en especial la de la técnica artesanal, se explica en rasgos generales tan solo con evidencia empírica.

## **VII. AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar deseamos agradecer a la Universidad de Buenos Aires, por brindarnos la posibilidad de estudiar en su institución la carrera que tanto apreciamos, además de brindarnos las herramientas y los conocimientos necesarios para desenvolvemos como profesionales responsables y ciudadanas éticas.

A nuestras tutoras María Cecilia Drolas y Maria Celina Alfageme por ofrecernos toda la paciencia, tiempo, dedicación y motivación a lo largo de este año.

Por último queremos agradecer a nuestros familiares, amigos y parejas por todo el apoyo incondicional y la contención para transitar el proceso universitario.

IX. ANEXO

Anexo 1

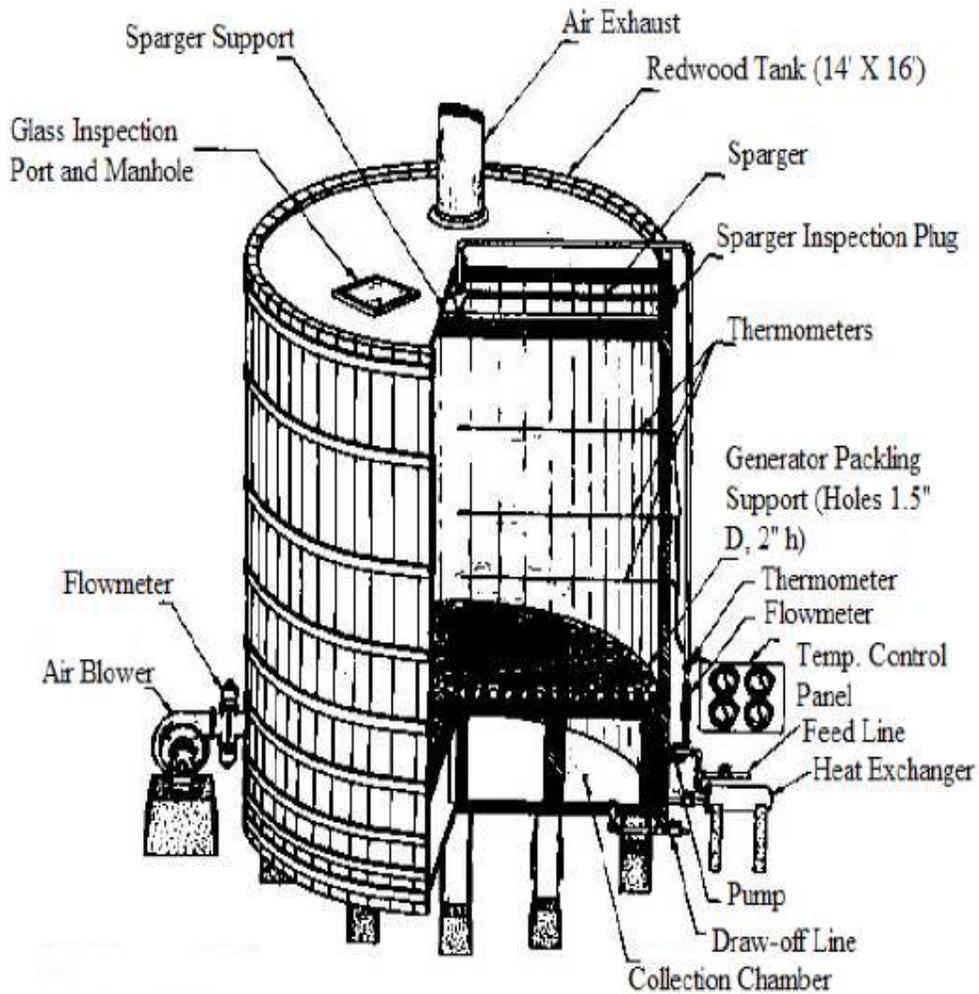


Gráfico de un generador de vinagre, para el método sumergido(21).

Anexo 2

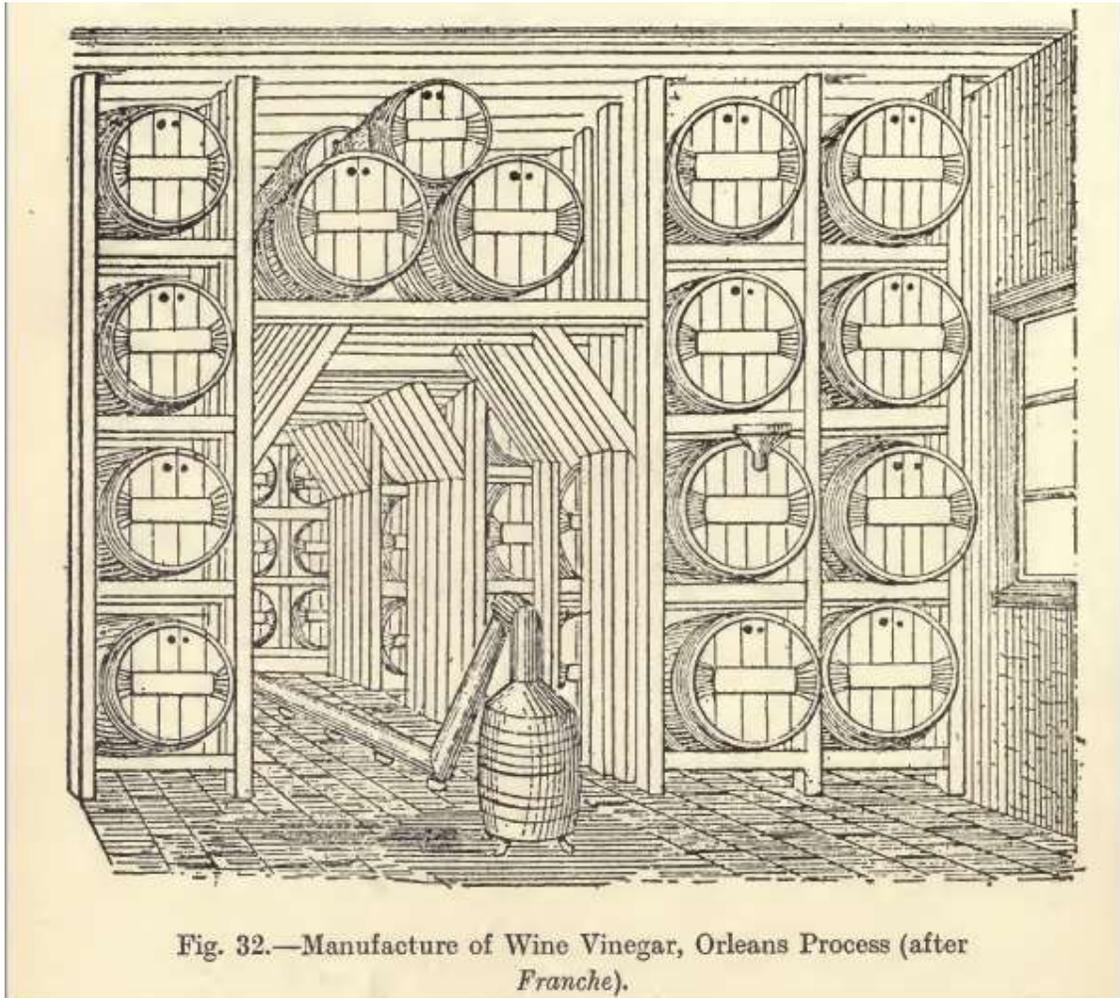


Fig. 32.—Manufacture of Wine Vinegar, Orleans Process (after *Franche*).

Gráfico del método Orleans(16).

Anexo 3

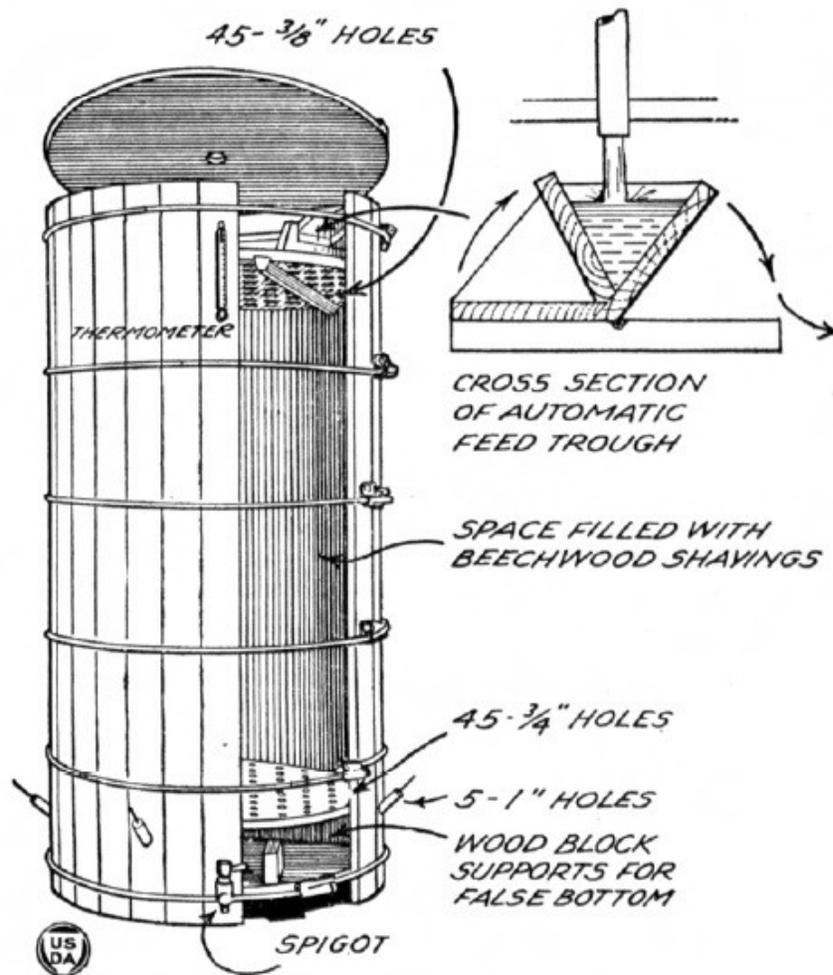


FIG. 4.—Generator for quick or generator process.

Gráfico de barril utilizado para el método Alemán (15).

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Biotecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo [Internet]. [citado 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/al265s/al265s.pdf>
2. Marco ML, Heeney D, Binda S, Cifelli CJ, Cotter PD, Foligné B, et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Curr Opin Biotechnol.* abril de 2017;44:94-102.
3. Kabak B, Dobson ADW. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Crit Rev Food Sci Nutr.* marzo de 2011;51(3):248-60.
4. Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ficca AG, Ruzzi M. Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review. *Nutrients.* 27 de mayo de 2019;11(5):E1189.
5. Mota de Carvalho N, Costa EM, Silva S, Pimentel L, Fernandes TH, Pintado ME. Fermented Foods and Beverages in Human Diet and Their Influence on Gut Microbiota and Health. *Fermentation.* octubre de 2018;4(4):90.
6. Rezac S, Kok CR, Heermann M, Hutkins R. Fermented Foods as a Dietary Source of Live Organisms. *Front Microbiol.* 2018;9:1785.
7. Conner HA, Allgeier RJ. Vinegar: its history and development. *Adv Appl Microbiol.* 1976;20:81-133.
8. Bhat SV, Akhtar R, Amin T. An Overview on the Biological Production of Vinegar. *Int J Fermented Foods.* 2014;3(2):139.
9. Código Alimentario Argentino -Correctivos y Coadyuvantes- [Internet]. 1995. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa\\_cap\\_xvi\\_feb2021.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_cap_xvi_feb2021.pdf)

10. Ho CW, Mat Lazim A, Fazry S, Zaki UKHH, Lim SJ. Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food Chem.* 15 de abril de 2017;221:1621-30.
11. Johnston CS, Gaas CA. Vinegar: Medicinal Uses and Antiglycemic Effect. *Medscape Gen Med.* 30 de mayo de 2006;8(2):61.
12. Dimidi E, Cox SR, Rossi M, Whelan K. Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients.* agosto de 2019;11(8):1-26.
13. Ezenpu S, Ezeonu N. Biological Risks Associated with Fermented Dairy Products, Fruits, Vegetables and Meat: A Critical Review. *Adv Biotechnol Microbiol.* 13 de enero de 2017;2.
14. Budak NH, Aykin E, Seydim AC, Greene AK, Guzel Seydim ZB. Functional Properties of Vinegar. *J Food Sci.* mayo de 2014;79(5):757-64.
15. LeFevre E. Making vinegar in the home and on the farm. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture; 1924.
16. Ainsworth M C. Vinegar: its manufacture and examination. London: C. Griffin & company, limited; 1916. 201 p.
17. Hemke ErJ, Rasane P, Kaur S, Kumbhar P, Singh J. Vinegar: a traditional functional food. *Think India Journal.* 3 de marzo de 2020;
18. Fermented and vegetables. A global perspective. Chapter 5. [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x0560e/x0560e10.htm#5.7.3>
19. Solieri L, Giudici P. Vinegars of the World. Italia: Springer; 2009.
20. Sokollek SJ, Hammes W. Description of a starter culture preparation for vinegar fermentation. 1997;
21. Tan SC. Vinegar Fermentation [Tesis de Maestr\u00u2019a]. Louisiana:

Louisiana State University; 2005.

22. Leoncio RM, Robles R, Huamán R MA. Producción de vinagre de manzana por fermentación a escala piloto. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*. mayo de 2001;4(1):67-72.
23. Katz SE. *The art of fermentation*. Vermont: Chelsea Green Publishing; 2012.
24. Maczulak A. *Encyclopedia of Microbiology*. Nueva York: Facts On File, Inc.; 2011.
25. Dabija A, Hatnean CA. Study concerning the quality of apple vinegar obtained through classical method. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 1 de enero de 2014;20:304-10.
26. Boddu R, Kumar S, Kumar P, Lanka M. “Apple Cider Vinegar- A therapeutic drink with exceptional nutraceutical values and its recent developments” – A Review. *Jetir*. enero de 2021;8(1):220-324.
27. Morgan J, Mosawy S. *The Potential of Apple Cider Vinegar in the Management of Type 2 Diabetes*. undefined. 2016;
28. Xia T, Zhang B, Duan W, Zhang J, Wang M. Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *J Funct Foods*. 1 de enero de 2020;64:103681.
29. Selhub EM, Logan AC, Bested AC. Fermented foods, microbiota, and mental health: ancient practice meets nutritional psychiatry. *J Physiol Anthropol*. 15 de enero de 2014;33:2.
30. Hilimire MR, DeVlyder JE, Forestell CA. Fermented foods, neuroticism, and social anxiety: An interaction model. *Psychiatry Res*. 15 de agosto de 2015;228(2):203-8.

31. Kondo T, Kishi M, Fushimi T, Ugajin S, Kaga T. Vinegar intake reduces body weight, body fat mass, and serum triglyceride levels in obese Japanese subjects. *Biosci Biotechnol Biochem.* agosto de 2009;73(8):1837-43.
32. Johnston CS, Kim CM, Buller AJ. Vinegar improves insulin sensitivity to a high-carbohydrate meal in subjects with insulin resistance or type 2 diabetes. *Diabetes Care.* enero de 2004;27(1):281-2.
33. Liljeberg H, Björck I. Delayed gastric emptying rate may explain improved glycaemia in healthy subjects to a starchy meal with added vinegar. *Eur J Clin Nutr.* mayo de 1998;52(5):368-71.
34. Johnston CS, White AM, Kent SM. Preliminary evidence that regular vinegar ingestion favorably influences hemoglobin A1c values in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* mayo de 2009;84(2):e15-17.
35. Yagnik D, Serafin V, J Shah A. Antimicrobial activity of apple cider vinegar against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*; downregulating cytokine and microbial protein expression. *Sci Rep.* 29 de enero de 2018;8(1):1732.