

# Sidra artesanal de manzana granny smith a partir del proceso metabólico de fermentación alcohólica

*Handmade granny smith apple cider from metabolic process of alcoholic fermentation*

**Génesis Gabriela Godoy Cordero**

Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela  
Correo Electrónico: [genesisgodoy4@gmail.com](mailto:genesisgodoy4@gmail.com)

**Kenyeli Dayana Salas Pirona**

Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela  
Correo Electrónico: [kenyelisalas@gmail.com](mailto:kenyelisalas@gmail.com)

**Arelis Josefina Arrieta**

Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela  
Correo Electrónico: [ingarelisarrieta@gmail.com](mailto:ingarelisarrieta@gmail.com)

Recibido: 24-01-2022

Aceptado: 18-04-2022

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo obtener sidra artesanal de manzana, Granny Smith a partir del proceso de fermentación alcohólica. Se necesitaron 6.25 kg de manzanas, 1.4 kg de azúcar y 4 g de levadura para obtener 4 litros de sidra. Al mosto se le evaluaron las propiedades fisicoquímicas: densidad (1.041 g/ml), °Brix (10.5) y pH (3.6). La fermentación duró 8 días. Se determinaron las propiedades fisicoquímicas de la sidra: densidad (0.99 g/ml), °Brix (3.2), pH (3.983), acidez total (6.62 g/l), GL (6.98) e IR (1.3526); cumpliendo así con los estándares establecidos en la norma COVENIN 3342-97 y de los diversos autores. El análisis sensorial caracterizó la sidra con un color amarillo verdoso de media intensidad, sabor y sensación en la boca entre amargo y ácido con una persistencia post-gusto y calidad alta. Finalmente, tanto el aroma y olor con la copa en reposo fue evaluado como frutal.

**Palabras clave:** Sidra artesanal, Granny smith, fermentación alcohólica.

## Abstract

*The present research work was aimed to obtain handmade Granny Smith apple cider, from alcoholic fermentation process. It took 6.25 kg of apples, 1.4 kg of sugar and 4 g of yeast to obtain 4 liters of cider. The physicochemical properties of the apple juice was evaluated: density (1,041 g / ml), ° Brix (10.5) and pH (3.6). Fermentation lasted 8 days. The physicochemical properties of the cider were determined: density (0.99 g / ml), ° Brix (3.2), pH (3.983), total acidity (6.62 g / l), GL (6.98) and IR (1.3526); thus complying with the standards established in the COVENIN 3342-97 norm and of the various authors. The sensory analysis characterized the cider with a medium intensity greenish yellow color, taste and mouthfeel between bitter and acidic with a persistence after taste and high quality. Finally, both the aroma and smell with the glass at rest were evaluated as fruity.*

**Key words:** Handmade cider, granny Smith, alcoholic fermentation.

## **Introducción**

El término sidra engloba una gran diversidad de productos derivados de la fermentación del mosto de manzana ya sea puro o mezclado con pera, que según la norma COVENIN 3340-97 [1] presenta un grado alcohólico entre 2 a 7. Los principales productores de sidra son Inglaterra, España, Francia, Alemania e Irlanda. Todo este sector posee una elevada capacidad tecnológica y de comercialización, cuyos principales destinos son: Cuba, República Dominicana, Estados Unidos, Venezuela, y México.

Venezuela se ha caracterizado por ser uno de los consumidores más importantes de whisky en el mundo, pero su interés se ha visto desplazado hacia el vino. Debido a la crisis económica caracterizada por una fuerte inflación, personas que antes consumían vinos ya no lo hacen por su alto costo de importación y es por esto que la sidra, que cuenta con un costo de importación menor, se presenta como una alternativa a la demanda insatisfecha en el mercado actual.

El mosto de manzana utilizado para elaborar la sidra puede llegar a usar hasta cientos de variedades de manzanas. Estas combinaciones ofrecen una perfecta mezcla entre lo ácido, lo dulce y amargo para conseguir un equilibrio en el sabor de la sidra. A todo esto se plantea el uso de un cierto tipo de manzana llamada Granny Smith originaria de Australia. Dentro de sus características más fascinantes están su textura firme y jugosa; sabor de acidez baja, contenido de azúcares medio, dulce, perfumada. Además, ésta es fuente discreta de vitamina E y vitamina C. Es rica en fibra por lo que mejora el tránsito intestinal y entre su contenido mineral sobresale el potasio.

Para la realización de este trabajo de investigación se emplea el proceso de fermentación alcohólica para la obtención de la sidra natural a partir de la manzana Granny Smith. Además, se busca la estimación adecuada de las materias primas que se necesitan para el proceso de elaboración, así como también el análisis fisicoquímico del mosto a utilizar y la sidra natural. Adicionalmente, se hará un análisis sobre las propiedades organolépticas de la bebida resultante.

## **Materiales y Métodos**

Esta investigación se enmarcó en el nivel descriptivo. En este sentido, a través de técnicas analíticas y una representación precisa se ofreció información real de las diferentes variables relacionadas con la obtención de una sidra artesanal de manzana Granny Smith y su posterior caracterización, las cuales permitieron analizar las diversas propiedades fisicoquímicas y organolépticas de la sidra natural. Se tiene además una investigación con un diseño de tipo experimental ya que se manipularon ciertas variables independientes (cantidad de manzanas, levadura y azúcar, utilizadas en el proceso) para analizar sus posibles resultados: propiedades organolépticas (color, aroma, sabor, contenido de alcohol) y fisicoquímicas (densidad, °Brix, °GL, IR y pH) de la sidra. A continuación, se presentan los procedimientos y las diferentes fases establecidas para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Con respecto a la unidad de análisis, de una forma simple la sidra es una bebida alcohólica de baja graduación, espumosa y agridulce que se obtiene por fermentación del jugo de manzana. Sin embargo, la norma COVENIN 3340-97 [1] amplía su caracterización diciendo que la sidra es una bebida con un contenido alcohólico que va desde los 3 hasta los 7 GL.

Para el jugo de manzana que forma parte del mosto que se necesita para la elaboración de la sidra, generalmente se utilizan varios tipos de manzanas. La selección en esta fase se realiza con mucho cuidado ya que estos frutos determinarán las características sensoriales y fisicoquímicas de la sidra resultante. Como se comentó anteriormente, las manzanas utilizadas fueron del tipo Granny Smith. Para hacer una descripción detallada de la manzana comprada es necesario decir que tenían una piel de color verde intenso, con algunos puntos blanquecinos (lenticelas) con un leve un rubor rosado. Cada manzana tenía forma redondeada, algo cónica, y su carne era blanca, muy crujiente y jugosa, de sabor ácido y delicado aroma.

### **Fase I. Estimación de la cantidad de manzanas, Granny Smith, azúcar y levadura para el proceso de fermentación.**

Para esta primera fase se utilizó como referencia la investigación realizada por Fernández [2] basado en un proyecto que consistía en la puesta en marcha de una planta de elaboración de sidra natural con una producción de 20.000 litros anuales cuya materia prima necesaria se estima según los cálculos de pérdidas y rendimientos que tienen lugar a lo largo de todo el proceso productivo. Por lo que se estimó que para producir 1 litro de sidra natural se necesitan aproximadamente 1.67 kg de manzanas, 1 kilogramo de manzana por cada litro de agua para el zumo iniciador, 1 gramo de levadura por cada litro de zumo y 350 gramos de azúcar.

### **Fase II. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del zumo de manzanas, Granny Smith**

La elaboración del zumo se vio comprendida en una serie de pasos: recepción de la materia prima, lavado y extracción. Luego se procedió a llevar a cabo los análisis fisicoquímicos correspondientes al zumo de manzana. Para esto se utilizaron los siguientes procedimientos:

#### a) Medición de pH (COVENIN 1315-79) [3]

Se sumergen los electrodos del potenciómetro en un vaso de precipitado que contenga agua destilada, luego se conecta el aparato y se lleva el control a posición "neutral" y se espera que se caliente por 5 minutos. Los electrodos se sacan del agua destilada y se secan con una toalla de papel fino. Este procedimiento se repite con una solución tampón del pH más cercano al pH de la muestra, se sumergen los electrodos, se calibra el aparato de acuerdo al pH de la solución tampón, se devuelve el control a la posición neutral, se sacan los electrodos de la solución tampón, luego se lava con agua destilada y se secan los electrodos con papel muy fino. Este mismo procedimiento se hace para la muestra de zumo (20 ml) tomando antes su temperatura.

#### b) Medición de la densidad

En un cilindro graduado de 10 ml se tomaron tres muestras del zumo de manzana. Previamente, se determinó la masa del cilindro graduado en una balanza electrónica. Se verificó que estuviese bien sellada para evitar la entrada de aire y no reportar errores a la hora de determinar la masa. Finalmente, la densidad es concebida como el valor de la masa dividida entre el volumen.

#### c) Medición de los °Brix

Se encendió el refractómetro limpiando el cristal con un algodón sumergido en alcohol isopropílico al 70% v/v para remover contaminantes y posibles restos de muestras anteriores. Con un algodón seco, se removió el alcohol y se procedió a utilizar un gotero para recolectar el zumo de manzana Granny Smith de las muestras de 10 ml previamente medida para el pH. Se colocaron 3 gotas en el cristal del refractómetro, y se visualizó por medio de un lente el valor correspondiente a los °Brix.

### **Fase III. Obtención de la Sidra Artesanal de manzanas, Granny Smith mediante el proceso de fermentación**

Se elaboró una solución iniciadora: 125 ml de zumo de manzana (obtenido anteriormente), 125 ml de agua destilada, y 3 cucharadas de azúcar. Esta solución se calentó hasta la máxima temperatura permitida (32°C) en baño de maría. Una vez realizada efectivamente el proceso de mezclado se agregó la levadura. Al finalizar los 25 minutos de espera, se agregó el zumo a la solución, mezclando cuidadosamente, luego se aisló en un lugar fresco y oscuro. El proceso de fermentación duró 8 días aproximadamente, luego la sidra se clarificó añadiéndole gelatina y finalmente se embotelló.

### **Fase IV. Caracterización fisicoquímica y sensorial de la sidra**

El desarrollo de esta fase engloba dos conjuntos de características fundamentales: las fisicoquímicas y las sensoriales. A la sidra obtenida se le realizó una serie de análisis. Los fisicoquímicos: sólidos solubles

(°Brix), acidez iónica (pH), grado de alcohol, acidez total, y densidad. Los sensoriales vienen comprendidos en: color, sabor y sensación en la boca, aroma y olor cuando el líquido reposa en la copa.

Para la caracterización fisicoquímica de la sidra se realizaron las diferentes mediciones de los parámetros y procedimientos establecidos en los incisos anteriormente explicados con relación al pH (COVENIN 1315-79) [3], °Brix y densidad. Los parámetros restantes (acidez total, grado de alcohol) se explicarán a continuación.

a) Medición de la acidez total (COVENIN 3286-1997) [4]

Inicialmente se agregan 100 ml de agua desmineralizada en un vaso de precipitado, se calibra el pH metro con la solución buffer de pH 7. Luego se debe introducir el electrodo del potenciómetro en el agua y leer el pH. Luego se neutraliza con hidróxido de sodio hasta un pH de 8.1 con constante agitación. Se toman 10 ml de la muestra, con una pipeta volumétrica y se agregan al agua, se sigue agitando y se mide el pH. Finalmente se titula con hidróxido de sodio 0.1 N hasta un pH  $8.0 \pm 1$ . El volumen gastado se debe multiplicar por la normalidad del hidróxido de sodio para luego ser dividido entre el volumen de la muestra.

b) Análisis sensorial:

Para el estudio de las propiedades sensoriales de la sidra de manzana Granny Smith obtenida, se tomó como población los habitantes de la parroquia Bolívar, en el municipio Maracaibo del estado Zulia. La muestra calculada representó 68 personas en total a las cuales se les encuestó acerca de las características que presentaba la sidra natural, en cuanto al olor, el color y su sabor. Primero se les explicó a los degustadores el formato de evaluación sensorial de manera detallada. Luego se verificó que cada catador no tuviese ningún tipo de agente que obstaculizara o interfiriera en la degustación. Una vez hecho esto, los degustadores pasaron uno por uno al cuarto de pruebas sensoriales donde había una barra que contenía un vaso de plástico correspondiente a la sidra obtenida. Los vasos se escogieron transparente para mejor visualización y apreciación del color y aspecto físico. Además, junto a ellos se colocó también el formato de evaluación, un bolígrafo y un trozo de pan para eliminar el sabor y residuo adicional. Los degustadores procedieron a oler y degustar la sidra, para llenar el cuestionario ya provisto.

## Resultados y discusión

Se presenta a continuación cada resultado y su respectivo análisis.

### Estimación de la cantidad de manzanas, Granny Smith, azúcar y levadura para el proceso de fermentación

Tanto el dulzor, la acidez y el grado de alcohol son parámetros fuertemente relacionados a la cantidad de materias primas utilizadas. Tomando en cuenta la cantidad necesaria para el análisis sensorial y siguiendo lo que indica Fernández [2] se calculó la materia prima para la obtención de 4 litros de sidra natural, estos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Materia prima para la elaboración de 4 litros de sidra artesanal

Materia prima	Cantidad estimada
Manzanas (kg)	6.25
Azúcar (kg)	1.4
Levadura (g)	4

Cabe destacar que con los 4 litros de sidra se aseguró el cumplimiento de los 50 ml de sidra por muestra para el análisis sensorial de la sidra y las pruebas fisicoquímicas realizadas.

### Determinación de las propiedades fisicoquímicas del zumo de manzanas, Granny Smith

Phadungath [5] explica que las bacterias y las levaduras no fermentativas compiten con las levaduras fermentativas tal y como es el caso del género *Saccharomyces* por los nutrientes que contiene el mosto, por

lo que si las primeras se encuentran en una gran proporción se limitará el crecimiento y desarrollo de las levaduras fermentativas, afectando el proceso. Es por esta razón que se cuidó especialmente cada manzana durante su almacenamiento ya que en esta etapa puede incorporarse una importante cantidad de bacterias lácticas. Los resultados fisicoquímicos del mosto se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Caracterización fisicoquímica del zumo de manzana Granny Smith**

Característica	Resultado
Densidad (g/ml)	1.041
°Brix	10.5
pH	3.6

Tal y como lo explica Beech [6], la acidez resultante (pH) del mosto utilizado para el proceso de fermentación es un factor muy importante ya que ayuda a controlar el crecimiento microbiano no deseado y es capaz de determinar la cantidad de sulfitos necesarios para inhibir el crecimiento de levaduras no fermentativas. La corrección debe hacerse hasta obtener una mezcla de con un pH aproximado de 3.5 –3.8. Con respecto a la densidad y los grados °Brix, Niccolo [7], explica en general, el mosto de manzana presenta una densidad media de 1.050 g/ml y °Brix de 10.5. Lea [8], agrega que la concentración de azúcar se recomienda en el rango de 10–11°Brix para obtener una sidra con un grado alcohólico de 5 a 6; parámetro clave según la norma COVENIN 3340-97 [1] la define. Al observar la Tabla 2, se evidencia que estos tres parámetros fueron cumplidos ya que se presentan valores muy cercanos a las referencias comentadas.

### **Obtención de la Sidra Artesanal de manzanas, Granny Smith mediante el proceso de fermentación**

El proceso de fermentación se describe con los valores que se presentan en la Tabla 3. Para cada día se evaluó la temperatura. La fermentación alcohólica es un proceso en que el azúcar (sustrato) es convertido en etanol mediante la acción de levaduras, éstas presentan una alta tolerancia a la acidez, por lo que son capaces de sobrevivir y crecer en jugos de fruta con niveles de pH bajos.

Como se ha dicho anteriormente, la temperatura es uno de los principales factores que afectan a la velocidad de la fermentación alcohólica, existiendo una relación directa entre ambos. Lea [9] explica que la fermentación de la sidra puede ocurrir entre 10°C y 32°C, pero este proceso generalmente se realiza entre los 15° y 25°C, ya que a temperaturas más altas se corre el riesgo de añadir atributos sensoriales negativos a la sidra o incluso detener la fermentación.

**Tabla 3. Temperatura durante el proceso de fermentación**

Día	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura (°C)	21	21.02	21.08	21.2	21.21	21.25	21.24	21.2

- Caracterización fisicoquímica y sensorial de la sidra

En la Tabla 4 se observó los valores obtenidos para las tres muestras tomadas de la sidra. Donde es fácil observar que para cada muestra los valores permanecían muy cercanos entre sí. Con respecto al pH, las variedades sidreras presentan generalmente un pH que viene comprendido en el rango de 3 a 4. Cabe destacar que el mosto de manzana contiene ácidos orgánicos (málico, succínico, cítrico) y que le otorgan una característica ácida protegiéndola de esta manera de los microorganismos no fermentativos; además ofrecen un equilibrio en el sabor, olor y color.

Es importante mencionar que el pH del zumo de manzana inicial fue de 3.6 y al término de la fermentación, la sidra obtuvo valores de pH de entre 4 y 3.96; este aumento es debido fuertemente a la formación de los ácidos láctico y acético durante la fermentación alcohólica lo cual aumenta la acidez, ya que como bien se evidencia, este aumento fue de 0.383 unidades.

**Tabla 4. Resultados del análisis fisicoquímico a la sidra**

Propiedad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad (g/ml)	0.99	0.99	0.99	0.99
pH	4.01	3.98	3.96	3.983
°Brix	3.2	3.2	3.2	3.200
IR	13.526	13.526	13.526	13.526
GL	6.98	6.97	6.98	6.977
Acidez Total (g/l)	6.61	6.62	6.62	6.62

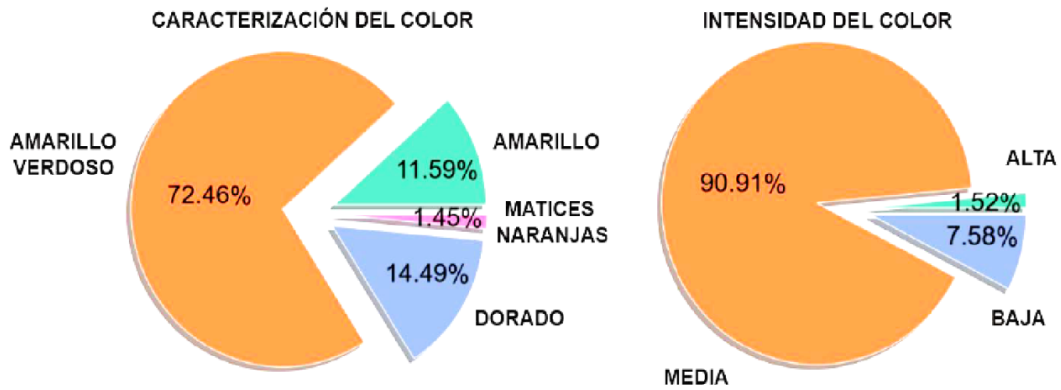
La acidez total, por su parte, mide la concentración de los ácidos orgánicos libres en la disolución. León [10] asevera que las variedades sidreras contienen generalmente una acidez total comprendida entre 2 a 7 g/l. Lea [8] coincide explicando que la sidra está lista cuando la acidez total sea  $\geq 1,5$  g/l. A todo esto se demuestra que la sidra presenta una acidez total adecuada tanto para el consumo como para sus propiedades sensoriales.

El grado alcohólico que se alcanza en la sidra, según lo explicado por Hernández y Sastre [11] es menor que en vino, debido a que se tienen concentraciones menores de azúcar, siendo valores normales de alcohol entre 3 y 7°GL de acuerdo a la norma COVENIN 3340-97 [1]. Al observarse el valor obtenido se demuestra que este importante parámetro entra en el rango permitido de la norma. Es importante aclarar que el grado alcohólico está fuertemente relacionado al °Brix inicial del mosto utilizado. Es decir, a medida que éste aumenta, el grado alcohólico también lo hace.

También es posible observar que el °Brix de la sidra es menor al del zumo de manzana, esto se debe a que éstos representan la cantidad de azúcar presente en el zumo de manzana y el cual será el sustrato que la levadura utilizará para todo el proceso fermentativo. El mosto de manzana tiene concentraciones variables de carbohidratos, 70% del azúcar fermentable consiste de fructosa, seguido de glucosa y sacarosa. Sin embargo, tal y como lo explican Walker y Stewart [12], la mayoría de las fermentaciones alcohólicas no se dan de manera completa ya que las levaduras *Saccharomyces* degradan fácilmente la glucosa, pero esto no ocurre para la fructosa, y es por ello que en la sidra se tiene una alta proporción de azúcares residuales. Es por esta razón que aún se tiene cierta cantidad de azúcares en la sidra obtenida.

La Tabla 4 también muestra que el índice de refracción fue de 1.3526 y esto habla de la turbidez, la cual en los líquidos es causada por pequeñas partículas suspendidas las cuales no están disueltas, éstas tienen un índice de refracción diferente al del medio circundante y es por ello que esta interferencia genera un cambio de la luz irradiada. Finalmente, Fernández [2] explica que cuando la densidad es inferior a 1.000 g/l y las cualidades sensoriales y de turbidez de la sidra así lo aconsejen, la sidra natural estará lista para ser embotellada y consumida. Por lo que según la referencia y el resultado obtenido, la sidra estaba en su punto perfecto de densidad.

Con respecto al análisis sensorial, estos resultados pueden observarse en la Figura 1, donde se muestra una clara tendencia hacia el color amarillo verdoso con una intensidad media. El color de la sidra, que debe ser claro, se debe a la presencia de pigmentos presentes en las manzanas: clorofilas, carotenoides y compuestos fenólicos. Bajaj et al [13] explican que estos últimos, en su mayoría, son incoloros pero se oxidan fácilmente originando tonos amarillos y dorados, según el proceso de oxidación avanza.



**Figura 1. Evaluación sensorial del color de la sidra natural**

La Figura 2 muestra que los sabores amargo y ácido compiten entre sí, en donde se tiene una alta intensidad de sabor. Para la calidad y persistencia post-gusto también se tienen parámetros altos (Figura 3). Bajaj, et al. [13] comentan que los sabores característicos de la sidra son el ácido y el amargo, éstos deben estar en un justo equilibrio entre sí y con las demás sensaciones bucales.

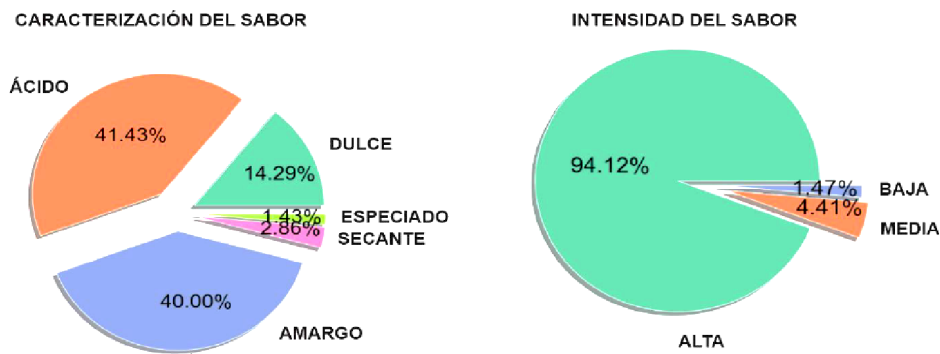
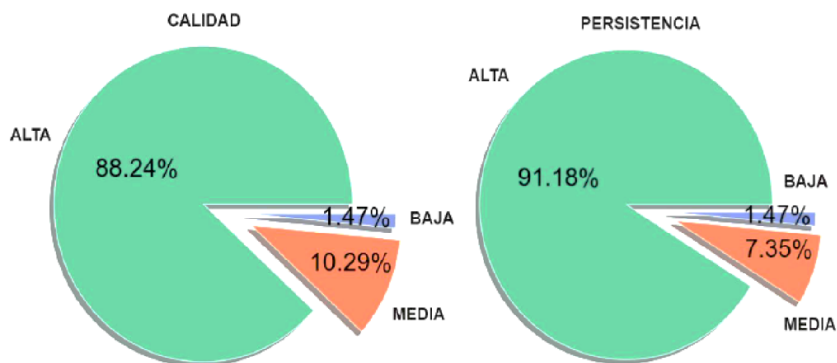


Figura 4.2. Evaluación sensorial del sabor de la sidra natural.

**Figura 2. Evaluación sensorial del sabor de la sidra natural**

Los máximos responsables de las sensaciones ácidas son los ácidos málico, quínico, láctico, dihidrosiquímico, citramálico y succínico; estos últimos estarán en mayor o menor cantidad dependiendo del desarrollo del proceso de fermentación alcohólica y maloláctica. Por lo que mientras se tenga una alta concentración de ácido málico más intenso será el sabor ácido de la sidra, mientras que su conversión a ácido láctico suaviza y redondea la sensación ácida.



**Figura 3. Evaluación sensorial del sabor post-gusto de la sidra natural**

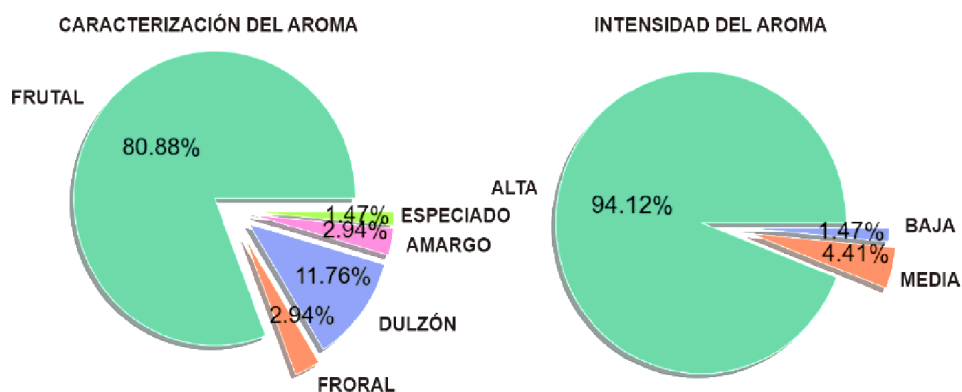


Figura 4. Evaluación sensorial del sabor post-gusto de la sidra natural

La Figura 4 muestra que el aroma que prevalece es el frutal, en donde se tiene una alta intensidad del aroma. A su vez, la Figura 5 ofrece los resultados del aroma cuando la copa está en reposo. Para todos los casos estudiados se obtuvo una fuerte tendencia al aroma frutal y una intensidad alta. Según Lea [8], los olores y aromas característicos de las sidras se deben esencialmente a las transformaciones producidas durante las fermentaciones. Los aromas frutales se deben esencialmente a la presencia de acetatos (por ejemplo, acetatos de isoamilo y hexilo).

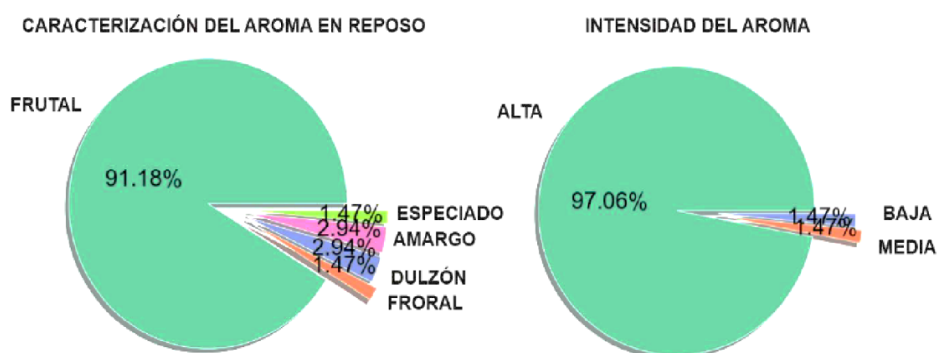


Figura 5. Evaluación sensorial del sabor post-gusto de la sidra natural

Adicionalmente, Noble [14] (2002) explica que la presencia de aldehídos procedentes del fruto y del metabolismo de las levaduras, como el acetaldehído, el propanal, el butanal, el 2-metilpropanal, el hexanal, el 3-metilbutanal y el 2-metilbutanal, así como de polialcoholes, da lugar a la formación de una gran diversidad de estructuras químicas que contribuyen al aroma de la sidra, como es el caso de los 1,3-dioxanos y de los 1,3-dioxolanos, responsables de los denominados aromas “verdes”.

### Conclusiones

A partir de la investigación presentada por Fernández [2] se estimaron las cantidades necesarias de materia prima para el proceso; las cuales fueron 6.25 kg de manzanas, 1.4 kg de azúcar y 4g de levadura.

El zumo de manzana Granny Smith obtenido tuvo una densidad de 1.041 g/ml, un valor que entra en el rango propuesto por Vergara [15] (2000), el cual explica que el zumo de manzana es un líquido turbio más denso que el agua, cuyo valor de densidad va de 1.040 a 1.100 g/ml según las variedades.

El pH del zumo de manzana Granny Smith evaluado fue de 3.6; este valor representa la etapa ideal del zumo que se fermentará ya que Lea [8] indica que el mismo debe estar comprendido entre 3.2 a 3.8.

Se determinaron los °Brix del zumo de manzana Granny Smith el cual fue de 10.5, lo cual indica que la



manzana estaba en su tiempo de maduración óptima para el proceso de fermentación ya que tanto Niccolo [7] como Lea [8] aseguran que el valor debe estar comprendido entre 10.3 a 10.70.

Durante los seis primeros días del proceso fermentativo la temperatura aumentó de 31 a 31.25°C. Esto se debe a que la fermentación alcohólica es desde el punto de vista energético una reacción exotérmica, es decir, libera una cierta cantidad de energía.

En los últimos dos días del proceso fermentativo la temperatura disminuyó de 21.25 a 21.2°C. Esto se debe a que la actividad enzimática de las levaduras iba acabándose ya que éstas terminaban su ciclo de vida.

Se determinó que el proceso fermentativo se llevó a cabo con éxito ya que la temperatura durante todo el proceso se mantuvo en el rango permitido ya que como Beech [6] explica, las levaduras en general tienen una temperatura óptima de crecimiento próxima a 30° C.

La sidra natural obtenida presentó una densidad promedio de 0.99 g/ml para lo cual Fernández [2] explica que cuando ésta es inferior a 1.000 g/l y las cualidades aromático-gustativas y de turbidez del producto así lo aconsejan, se puede proceder al embotellado de la sidra.

El pH promedio de la sidra fue de 3.983. Este valor entra en el rango establecido para las diferentes variedades sidreras, en donde Mera [16] (2013) comenta que el pH viene comprendido en el rango de 3 a 4, dicha variación dependerá de la proporción de manzanas empleadas y de su estado de madurez.

La acidez total obtenida a partir de la sidra natural fue de 6.62 g/l. Aspecto que entra en el rango común ya que León [10] asevera que las variedades sidreras contienen generalmente una acidez total comprendida entre 2 a 7 g/l.

El grado alcohólico de la sidra fue de 6.977, valor permitido por la norma COVENIN 3340-97. [1] Este parámetro está fuertemente relacionado al °Brix inicial del mosto utilizado. Es decir, a medida que éste aumenta, el grado alcohólico también lo hace.

Según la encuesta realizada la sidra presentó una clara tendencia hacia el color amarillo verdoso con una intensidad media de color, debido a la presencia de pigmentos presentes en las manzanas (clorofilas, carotenoides y compuestos fenólicos) incoloros pero que se oxidan fácilmente dando diversos tonos.

El sabor de la sidra obtenida estuvo entre amargo y ácido pero con una alta intensidad del sabor. Además, su persistencia post-gusto y calidad del sabor fue evaluada como alta.

El aroma que prevalece en la sidra es el frutal, en donde se tiene una alta intensidad del aroma. Para lo que Lea [9] explica que éstos se deben esencialmente a la presencia de acetatos (por ejemplo, acetatos de isoamilo y hexilo).

### **Referencias bibliográficas**

[1] Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN: 3340-1997. Bebidas alcohólicas. Comité técnico de normalización CT10 -: Productos Alimenticios, Subcomité Técnico SC12: Productos Diversos. En su reunión No. 149 de fecha 1997/11/12. Caracas, Venezuela. Fondonorma, (1997).

[2] Fernández, C. Proyecto de una planta de elaboración de sidra natural con una producción de 20.000 l anuales, en Ribadesella (Asturias). (Tesis para optar al grado de Ingeniero Alimentario). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, (2002).

[3] Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN: 1315-79: Alimentos. Determinación del pH (Acidez Iónica). Comité técnico de normalización CT-10: Productos Alimenticios, Subcomité Técnico SC-X: Cacao y derivados. Fecha: 16-06-1979. Caracas, Venezuela. Fondonorma, (1978).

[4] Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 3286:1997. Vinos y sus derivados. Determinación de acidez total y acidez volátil. Comité técnico de normalización CT-10: Productos Alimenticios, Subcomité Técnico SC-12: Productos Diversos. En su reunión No. 146 de fecha 07/05/97. Caracas, Venezuela. Fondonorma, (1997).

- [5] Phadungath, C. Casein micelle structure: a concise review. *Songklanakarin Journal Science Technology*, Vol. 27, N°1, (2005), 201-212.
- [6] Beech, F. Cider making and cider research: A review. *Journal Institute of Brewing*. Vol.78, (1972), 477-491.
- [7] Niccolo, R. Efecto de la temperatura y la variedad de manzana sobre la diversidad de levaduras presentes durante la elaboración de sidras patagónicas. (Tesis para optar al título de Ingeniero Químico). Universidad Nacional del Comahue. Comahue, Argentina, (2016).
- [8] Lea, A. Cider vinegar In: *Processed apple products*. Nueva York, McGraw Hill, (1989).
- [9] Lea, A. *Cidermaking, Fermented Beverage Production*. Londres, Blackie Academic & Professional, (1995).
- [10] León, T. Selección de levaduras nativas a partir de variedades de manzana para la elaboración de sidras espumosas. (Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Querétaro-México, (2018).
- [11] Hernández, M. y Sastre, A. *Tratado de nutrición*. Madrid, España. Editorial: Díaz de Santos, (1999).
- [12] Walker, G. y Stewart, G. Review: *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, Vol. 2, N°30, (2016), 1-12.
- [13] Bajaj, K., Díez, C., Junquera, B., González, M. In vitro enzymic oxidation of apple phenols. *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 34, N°4, (1997), 296-302.
- [14] Noble, A.C. Astringency ad bitterness of flavonoids phenols. *ACS Symposium. Series 825*, (2002) ,192-201.
- [15] Vergara, A. *Elaboración de sidra natural y gasificada a partir de manzana*. Proyecto Fin de Carrera de Ingeniería Química. Universidad de Salamanca, (2000).
- [16] Mera N. *Evaluación de variedades locales de manzana (malus comunis) como materia prima en la elaboración de sidra*. Universidad del Azuay, (2013).

### **Notas Especiales**

Artículo de investigación derivado del Trabajo Especial de Grado, titulado: Sidra artesanal de manzana Granny Smith a partir del proceso metabólico de fermentación alcohólica, presentado en la Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela.