

Artículo.

Aprovechamiento del residuo de maltas de cervezas artesanales en productos panificados

Adolfo Ángel Cristino Hernández ^{1*}, Guillermo Guerrero Chávez, M.Sc., Ph.D. ²

^{1,2} Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Licenciatura en Gastronomía, México

* Correspondencia: a22021060@iteshu.edu.mx

Resumen: En el siguiente artículo, se estará explicando detalladamente el uso que se le dieron a los residuos de las maltas de cervezas artesanales, para la elaboración de diferentes productos panificados, y desarrollar de esta manera, una serie de productos con alto valor agregado. A través de una serie de experimentos, se utilizaron residuos de maltas de diferentes cereales para incorporarlos como parte de los ingredientes, dando como resultado, panes con características especiales donde se resaltan sabores, texturas, consistencias, aspectos físicos e incluso aromas. Se llegó a la conclusión de que los panes realizados tuvieron una buena aceptación por parte de personas especializadas tanto en el ámbito de la panadería y repostería, como de la gastronomía; asimismo, se darán detalles sobre la manera de emplear (proceso) dichos residuos de maltas, las técnicas que se siguieron y un contexto teórico que abarca aspectos sobre las características de los cereales empleados para maltas.

Keywords: *Maltas, Cervezas, Valor agregado.*

1. Introducción

La cerveza es una bebida alcohólica que se elabora con granos de cebada, el cual es una planta perteneciente al grupo familiar de las gramíneas (plantas herbáceas en forma de espigas donde se agrupan varias espiguillas con sus correspondientes flores), y el almidón contenido en los granos es fermentado en agua con levadura; el líquido resultante suele aromatizarse con lúpulo. Existen múltiples variantes a la hora de producir cerveza, según sus ingredientes y procedimientos, ya que es posible obtener cerveza de distintos sabores, aromas, colores y texturas; la cerveza más popular es amarillenta, aunque pueden existir cervezas negras o rojas [1, 2].

Los cuatro principales ingredientes de la cerveza son la cebada, la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), el lúpulo y el agua; pero se puede utilizar cualquier tipo de cereales como el trigo, el arroz o el centeno, e incluso de puede añadir hierbas, frutas o hasta chocolate. En la antigüedad fueron los babilonios quienes heredaron las tareas del cultivo de la tierra y su elaboración de la cerveza se encuentra plasmada en una tabla de arcilla que explicaba la fórmula para elaborarla. Se dice que el descubrimiento de la cerveza fue accidental, pues se mezcló agua con cereales logrando la creación de la bebida; los sumerios sumergieron el pan con agua y la levadura fermentaba la mezcla que la convertía en una bebida alcohólica [3].

Otros registros aseguran que la primera receta escrita que prueba la existencia de la cerveza, se encontró en el pueblo sumerio, que fue la primera gran civilización de Oriente Medio, donde el arte de prepararla era bastante común, sobre todo entre las mujeres; la deidad de la cerveza, la diosa Ninkasi, cuenta como las féminas se encargaban de elaborar

Citar este trabajo: Cristino Hernández, Adolfo Ángel, Guerrero Chávez, Guillermo. *Cervezas Artesanales y Aprovechamiento del Residuo de Maltas en Productos Panificados*. RELITEC'S 2024, 7ma, edición.

ISSN 2395-972X

<https://relitecs.iteshu.edu.mx>

Recibido: 18-10-2024

Aceptado: 12-11-2024

Publicado: 30-11-2024

pan de cebada especiado y lo dejaban fermentar con agua en tinajas de agua, y pasados unos días, ya existían hasta catadores expertos que lo probaban y bebían en pajillas para evitar el paso del grano de la superficie. Sin embargo, en ese entonces no se concebía como cerveza, sino que se le llamaba “Sikaru”, que significaba “lo que desea la boca” y se elaboraba en hornos de malteado en distintas tonalidades, ya sea más ligeras o más fuertes [4].

Hablando sobre el origen de la cerveza, esta bebida tiene su primera aparición con los pueblerinos de Sumer y Babilonia, donde utilizaban cebada a menudo para realizar distintos brebajes similares a la cerveza antes del año 6000 a.C. Incluso existen jeroglíficos y estatuillas egipcias que arrojan pistas acerca del tratamiento de la cebada en sus culturas, que datan del año 2400 a.C; los egipcios germinaban la cebada, la trituran y mezclaban con agua, almacenando el resultado en seco con forma de torta. De acuerdo a “La Enciclopedia Británica”, cuando se rompieron y se mezclaron con agua, las tortas dieron un extracto que fue fermentado por microorganismos acumulados en las superficies de los recipientes de fermentación. Mientras tanto, las técnicas básicas de la elaboración de cerveza arribaron a Europa desde Medio Oriente durante el siglo I d.C; los historiadores romanos *Plinio* y *Tácito* describen en sus escritos que los sajones, celtas y las tribus nórdicas y germánicas bebían cerveza. Se dice que muchos de los términos ingleses utilizados en la elaboración de la cerveza (como malta, puré, mosto, etc.), son de origen anglosajón.

Durante la Edad Media, apareció el oficio de fabricar la dorada bebida, que era elaborada principalmente por las ordenes monásticas de la época; según los antiguos registros, se estima que Alemania ya se dedicaba a elaborar cerveza con lúpulo en el siglo XI y los holandeses introdujeron la cerveza al Reino Unido durante el siglo XV. Tiempo más adelante, la Revolución Industrial figuró como un precedente histórico dentro del desarrollo de esta bebida, ya que, gracias a los avances tecnológicos y mercantiles, se introdujo la mecanización y la aceleración del proceso de fabricación de la cerveza, por ejemplo, se desarrollaron equipos de fabricación de hielo y se incorporó el uso del termómetro [5, 6].

Con el paso de los años, la producción de la cerveza fue evolucionando de forma constante, a tal punto de que los procesos cambiaron de la manera en que se conocían antes, gracias a los aportes de diferentes personajes como *Louis Pasteur* y el avance tecnológico. Actualmente, dichos procesos son muy diferentes en cualquier industria cervecera de varios países, sin embargo, de manera general, se entrelazan varios pasos que son importantes para producir una cerveza de calidad, por ejemplo, algunos de los pasos que se siguen son:



FIGURA 1. Diagrama de flujo donde se muestra la elaboración de la cerveza [7]. **Diagrama de flujo: Elaboración propia.**

Si bien, la cerveza normalmente se elabora con cebada, también puede elaborada a partir de cereales como el trigo, ya que es un estilo de cerveza muy popular tanto por su sabor como por sus cualidades nutritivas, y, por ende, las personas consumen grandes cantidades de cerveza de trigo; incluso es tanto el consumo que anteriormente, la gente usaba el trigo para fabricar cerveza antes que el trigo. El caso más popular fue que en 1516, en Baviera, se emitió la “Ley de la Pureza de la Cerveza Alemana”, donde se establecía que la cerveza se elaborara con 3 ingredientes únicos: malta de cebada, lúpulo y agua, y reservando el trigo para la producción de pan. Actualmente, 1 de cada 3 granos que se cultivan en el mundo es el trigo, pero solo el 0.5% de esa producción mundial, se destina a la elaboración de cerveza [8].

Pero el trigo, además de tener usos relacionados al área de la industria cervecera, se destaca principalmente por ser utilizado mayormente en áreas de la panadería y en productos derivados, ya que el trigo posee diversas características nutricionales que la hacen convertirse en un cereal versátil, por ejemplo, el trigo es rico en sales minerales, elementos catalíticos, calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro, azufre, silicio, zinc, manganeso, cobalto, cobre, yodo, cobalto, vitaminas como la A, B, E, K y D; representa una de las bases de la nutrición humana y ofrece una gran cantidad de propiedades terapéuticas. Sumado a ello, el trigo posee la capacidad de luchar contra el colesterol, ya que contiene ácidos grasos esenciales que impiden la acumulación del mismo en las paredes de los vasos sanguíneos. El trigo es una fuente de energía (carbohidratos) que contiene cantidades significativas de otros nutrientes importantes como fibra, lípidos y fitoquímicos que pueden contribuir a una dieta saludable; además, las proteínas constituyen del 7 al 22% del peso seco del trigo, es decir, el 80% de la proteína del trigo es el gluten, que es responsable de la elasticidad y pegajosidad únicas de la masa del trigo, haciéndolo muy útil para elaborar pan [9, 10].

Para que se puedan tener las grandes cantidades de trigo que se requieren en las diferentes industrias alimentarias, este cereal, para su cultivo, debe contar con varias características importantes, por ejemplo, su cultivo requiere de suelos sueltos con buen drenaje, un pH que ronde entre 5.5 y 7 (no soporta los terrenos arenosos o turbosos con acidez elevada); además, requiere una temperatura de germinación de entre los 20-25°C. El clima más adecuado para la producción de trigo se caracteriza por inviernos fríos y veranos cálidos, y con lluvias durante las fases iniciales para su crecimiento y estimular el desarrollo de las raíces y la germinación. Entre los países que más producción de trigo tienen a nivel mundial se encuentran: China, India, Rusia, Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Pakistán y Australia. [11, 12, 13].

Así como una parte de la producción de trigo, se utiliza para la elaboración de cervezas, este cereal es muy empleado sobre todo en el área de la panadería para elaborar harinas de diferentes tipos; este ingrediente es muy fundamental también en la repostería, ya que da estructura a las masas, brinda esponjosidad a todo tipo de preparación, otorga textura y consistencia, actúa como agente absorbente y contribuye en el sabor y el aroma; asimismo, un concepto relacionado a este ingrediente es la llamada “fuerza de la harina”, el cual consiste en la cantidad de proteínas que contiene la harina cuando está en contacto con el agua y origina el gluten, el cual es un elemento que brinda volumen a una masa, esto significa que ante mayor presencia de gluten, mayor volumen alcanzará una preparación [14]. Como el trigo se usa en harina, existen varios tipos de este ingrediente, por ejemplo:

1. Harina de trigo integral: Contiene todo el grano, desde el salvado hasta el germen, aportando mayor contenido de fibra y nutrientes.

2. Harina de trigo refinada: Se obtiene a partir del endospermo del grano, tiene una textura más fina y un color más claro.
3. Harina de fuerza: Alto en gluten, ideal para panes y productos que requieren una masa elástica y consistente.
4. Harina de "repostería": Es baja en gluten, perfecta para pasteles, galletas y productos que necesitan una textura más suave.
5. Harina de "uso general": Es una mezcla equilibrada de gluten, adecuada para una variedad de recetas cotidianas [15].

Anteriormente se hizo mención sobre la elaboración de cervezas, debido a que se pueden utilizar diferentes cereales para fabricar este tipo de bebida alcohólica, ya que mientras un cereal contenga almidones suficientes, azúcares fermentables y otros nutrientes, puede ser convertido en cerveza, siempre y cuando se sigan las buenas prácticas de manufactura. Por ejemplo, tenemos el caso del sorgo, que si bien, es un cereal que no se aprovecha tanto para el consumo humano, se han comenzado a realizar pruebas para elaborar cerveza a gran escala con este cereal y determinar que perfiles aromáticos y de sabores aportan al final del proceso.

Pero el sorgo ha sido aprovechado de gran manera en países africanos para elaborar bebidas fermentadas tradicionales y productos panificados, debido a que el sorgo es un cereal que se puede adaptar fácilmente a condiciones climáticas difíciles o extremas. Este cereal se cultiva sobre todo para la alimentación animal en Estados Unidos, Australia o países de Sudamérica, pero en lugares como África o la India es usada principalmente para la alimentación humana. De hecho, el sorgo, es el quinto cultivo de cereales más importantes a escala mundial en términos de producción y superficie de plantación; este se cultiva principalmente en entornos tropicales y subtropicales marginales y propensos a "estrés", es decir, regiones semiáridas; sin embargo, el sorgo está muy adaptado para diferentes sistemas agroecológicos cálidos y secos, donde resulta difícil cultivar otros cereales. Como se cultiva en zonas propensas a sequías, requiere cultivarse con insumos mínimos, en condiciones de baja fertilidad de suelo o en condiciones con precipitaciones erráticas o insuficientes [16].

Este cereal, a nivel mundial, es producido principalmente por países como Estados Unidos (con 25% de producción), India (con un 21.75% de producción), México (con 11% de producción), China (con 9% de producción) y Nigeria (con 7% de producción); juntos representan el 73% de la producción mundial total de sorgo. Sin embargo, una gran parte del sorgo se cultiva en países en desarrollo, por ejemplo, en África, se cultiva el sorgo en un vasto cinturón que se extiende desde el Atlántico hasta Etiopía y Somalia, limitando con el desierto del Sahara en el norte y con la selva ecuatorial en el sur [17].

Las propiedades y beneficios del sorgo no son pocas, por ello es un cereal muy importante en el mundo. Este cereal se caracteriza principalmente por no contener gluten, por lo que es una alternativa para elaborar alimentos sin gluten; cuenta con una gran cantidad de vitaminas (B y E, que es un antioxidante) y minerales (calcio, fósforo, zinc, fibra insoluble y hierro, que ayuda a prevenir la anemia); otro de sus beneficios es que regula el nivel de azúcar en la sangre, ya que absorbe gran parte del azúcar que se consume; más aparte, el sorgo aporta salud intestinal no solo a las personas celiacas por no contener gluten, sino que también cuenta con propiedades antidiarreicas, astringentes y homeostáticas. De manera general, el sorgo se usa sobre todo en países africanos para elaboración de diferentes bebidas, por ejemplo, destaca el "Tella o Talla"

(bebida alcohólica elaborada con granos fermentados como el sorgo, pero también puede ser trigo, maíz o cebada), la cerveza “Guinness Foreign Extra Stout” (cerveza icónica de Nigeria que se elabora a partir de la fermentación del sorgo), el “burukutu” (bebida elaborada con fermento de sorgo y una pequeña parte de otros cereales) y el “amgba” (bebida fermentada artesanal elaborada en países como Camerún y la República Central Africana, que se elabora con la fermentación del sorgo y/o maíz. No obstante, el sorgo también es aprovechado para la elaboración de harinas sin gluten para elaborar alimentos como panes, pastas o recetas de repostería [18, 19].

Esta harina libre de gluten ofrece diversos beneficios en términos de nutrición, ya que es rica proteínas, hierro, vitamina B y fibra dietética, además de que contiene pequeñas cantidades, pero significativas de fósforo, niacina y tiamina. La harina de sorgo es una alternativa para las personas con diabetes porque se absorbe en el torrente sanguíneo más lento que otros carbohidratos, evitando un repentino aumento del azúcar; se ha demostrado que la harina de sorgo es rica en antioxidantes, ayudando a combatir la inflamación y enfermedades cardíacas. Este tipo de cereal es también popular en varias partes de Asia, pero sobre todo en África, para su uso en panes planos, por ejemplo, en la India, es una fuente básica de nutrición y se usa en panes indios tradicionales como el “bhakri” o el “jowar roti” [20].

Otro cereal que también se destaca por sus diferentes beneficios a la salud y por sus usos en la panificación, es la avena, el cual es un cereal usado comúnmente para dietas y para alimentos más saludables; este cereal es una de las fuentes de calorías más alta y equilibrada que existe, ya que tiene un gran contenido de proteínas y vitaminas, principalmente del grupo B. Tan solo el consumo de una taza de avena, permite acumular casi el 70% de las necesidades diarias de manganeso, vitamina B1 y magnesio; es rica en carbohidratos, fibra, proteínas vegetales y antioxidantes, y es perfecta para dietas de control de peso, para deportistas y para personas diabéticas, ya que los carbohidratos que aporta son de índice glucémico bajo; incluso cuenta con un gran contenido de fibra tanto insolubles como solubles que ayudan a prevenir el tránsito intestinal y el estreñimiento [21].

La avena, además de ser utilizada para diferentes dietas y en productos como barras energéticas o productos lácteos, también es empleada en la industria panadera, sobre todo como en harinas, ya que es una buena fuente de hidratos de carbono complejos y fibras hidrosolubles, así como de vitaminas del grupo B, ácidos grasos (omega 6) y minerales como potasio, magnesio, zinc, cobre y manganeso. Con el uso de la avena en harinas, esta se puede dividir en varios tipos, por ejemplo:

1. Harina de avena instantánea: Elaborado con granos de avena precocidos, muy finos y delgados, que se disuelven al mezclarlos con otros líquidos.
2. Harina de avena “ecológica/biológica”: El suministro de avena debe estar inscrita en registros de “Agricultura Ecológica” con especificaciones rigurosas.
3. Harina de avena integral: Se puede elaborar con granos de avena pequeños o con granos enteros grandes.
4. Harina de avena sin gluten: Para ello, es necesario que el grano de avena no esté contaminado con otros cereales con contenido de gluten [22].

Entre los países que se destacan por la producción de avena a nivel mundial están Rusia, Canadá, Australia, México, Polonia, España, Brasil y China [23].

Una vez analizada toda la información referente a los distintos cereales principales, el objetivo del siguiente artículo es buscar la manera de darle un aprovechamiento adicional a las maltas provenientes de las cervezas artesanales, ya que se trata de un producto que se desecha mayormente en las grandes industrias cerveceras, más sin en cambio, en algunas ocasiones suele ser usado solamente para alimento animal o para alimento dentro de la ganadería, pero no es usada para su consumo humano. Es aquí donde se busca la realización de una serie de experimentos que determinen si es posible darle un segundo uso a este tipo de residuos generados, el proceso que pudieran seguir para incorporarlos a manera de ingredientes, más en específico, a diferentes productos panificados.

Como los panes están elaborados mayormente con cereales como el centeno o la cebada, incorporar los residuos de maltas en diferentes panes, hará que se le dé un plus adicional a este tipo de productos, tengan un mayor valor agregado, sean reconocidos entre la población y de esta manera, se logró aprovechar lo más posible sus cualidades nutricionales, sus aspectos en cuanto a sabores y aromas. Para ello, se utilizarán recetas de panes que son mayormente consumidos entre la población y experimentar con diferentes cantidades de los residuos de maltas hasta lograr encontrar el equilibrio perfecto de ingredientes que aporten sabores más especiales, únicos y, sobre todo, que destaquen por características organolépticas. A continuación, en la siguiente sección se explicará detalladamente los materiales a utilizar para iniciar con la realización de los experimentos, así como de los métodos o técnicas a emplear en cada receta; en cada uno de estos experimentos se harán las anotaciones necesarias para conocer si la mezcla de ingredientes es la adecuada o en algunos casos, realizar las correcciones necesarias.

2. Materiales y Métodos

Para la elaboración de panes que utilizarán “malta residual exhausta”, se utilizaron los siguientes materiales:

- Harina de trigo
- Agua
- Leche
- Huevos
- Azúcar
- Aceite vegetal
- Harina de arroz
- Polvo para hornear
- Sal
- Esencia de vainilla
- Canela en polvo
- Leche en polvo
- Levadura seca
- Mantequilla
- Aceite de oliva
- Hierbas secas (orégano y/o tomillo)
- Hierbas frescas (albahaca y/o romero)
- Jitomate fresco
- Queso (parmesano y/o manchego)
- Manteca vegetal

Cada uno de estos ingredientes variarán de acuerdo a la cantidad que se van a añadir en las recetas, ya que algunos panes ocupan un cierto ingrediente en mayor o menor cantidad, por ejemplo, los panes de cuernitos ocupan una mayor cantidad de mantequilla para

resaltar su sabor o las mantecadas ocupan una mayor cantidad de aceite vegetal para su mezclado y posterior emulsificación.

Asimismo, se ocuparon varias herramientas o equipos de trabajo que fueron de ayuda para elaborar los diferentes tipos de panes, en diferentes tiempos, entre las cuales están las siguientes:

- Moldes para pan de caja
- Moldes de cupcakes
- Chaffers
- Mesa de acero inoxidable
- Bowls de acero inoxidable (diferentes tamaños)
- Báscula
- Charolas de metal grandes
- Brochas de silicona
- Rodillo de madera
- Horno eléctrico
- Batidores globo
- Cucharas medidoras
- Tazas medidoras
- Rallador
- Plástico film
- Raspas de plástico
- Cuchillo mondador recto
- Recipientes de plástico

Al ser diferentes panes, y, por ende, diferentes recetas, las técnicas de panificación que se aplicaron fueron variables, sin embargo, algunos seguían los mismos principios como el leudado de masas, el amasado, el estirado de la masa o el horneado (a excepción de las mantecadas, ya que esta solamente consiste mezclar los ingredientes de forma directa y al final, incorporar todo de forma homogénea y hornear el tiempo necesario). A continuación, se presenta un diagrama de flujo que explica el proceso de elaboración de diferentes recetas de panes, de los cuales, destacamos los cuernitos, las mantecadas, los bísquets, el pan de caja, la *focaccia* y mini baguettes.

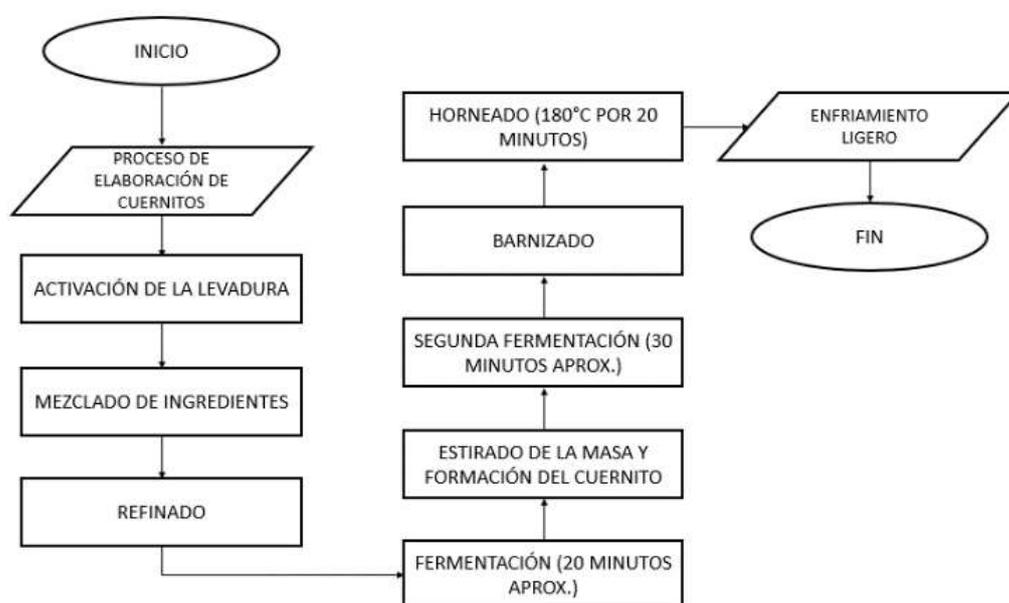


FIGURA 2. Diagrama de flujo para la elaboración de cuernitos [Elaboración propia]

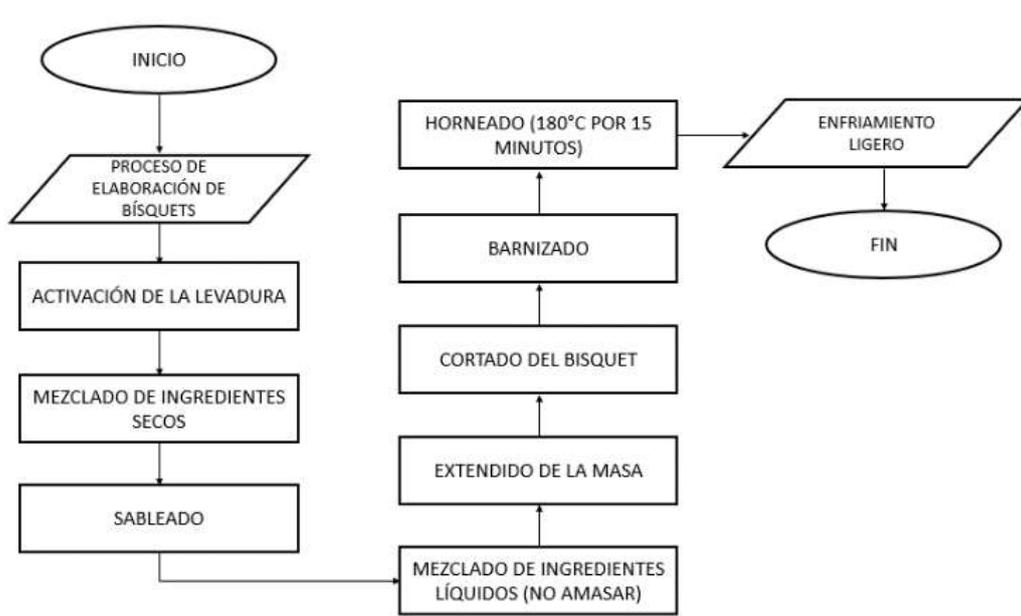


FIGURA 3. Diagrama de flujo para la elaboración de biscoques [Elaboración propia]

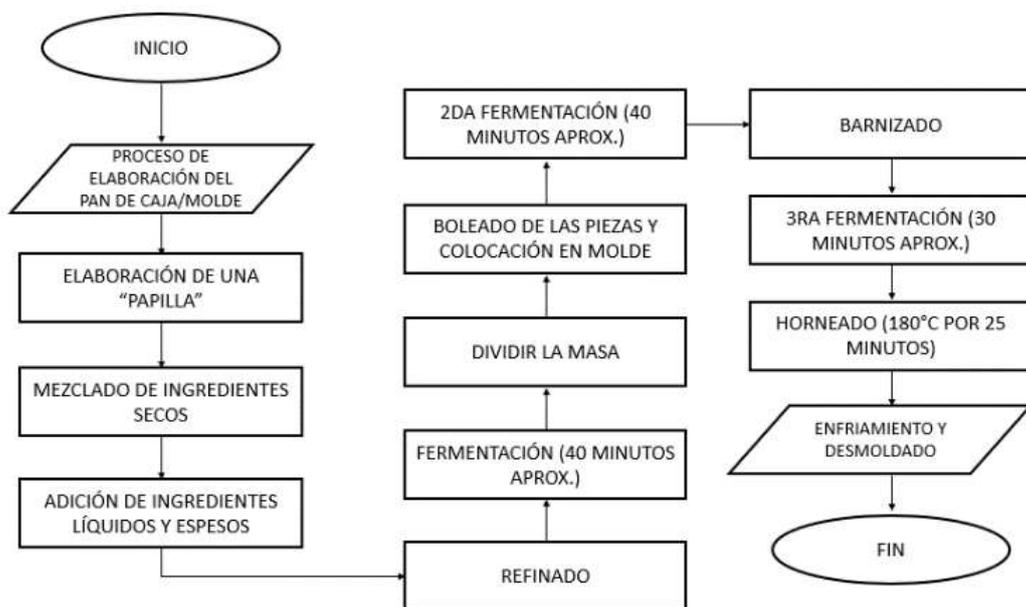


FIGURA 4. Diagrama de flujo para la elaboración de pan de caja/molde [Elaboración propia]

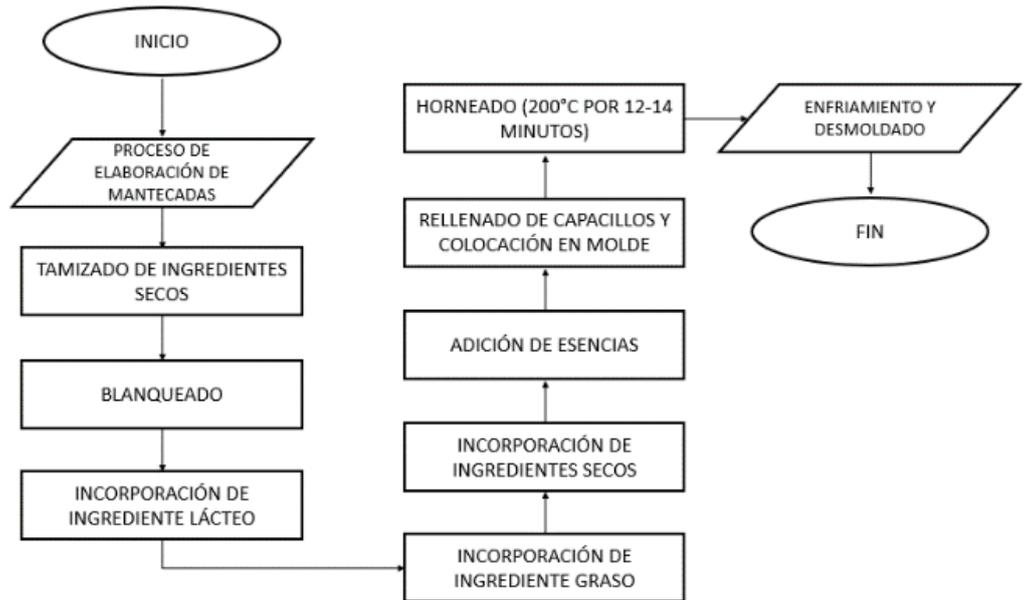


FIGURA 5. Diagrama de flujo para la elaboración de mantecadas [Elaboración propia]

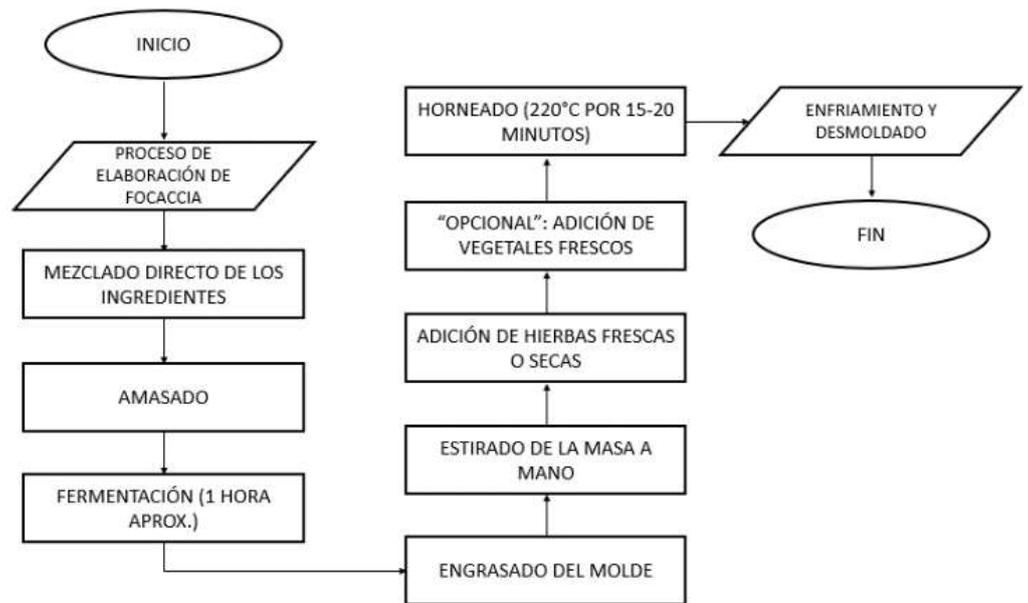


FIGURA 6. Diagrama de flujo para la elaboración de focaccia [Elaboración propia]

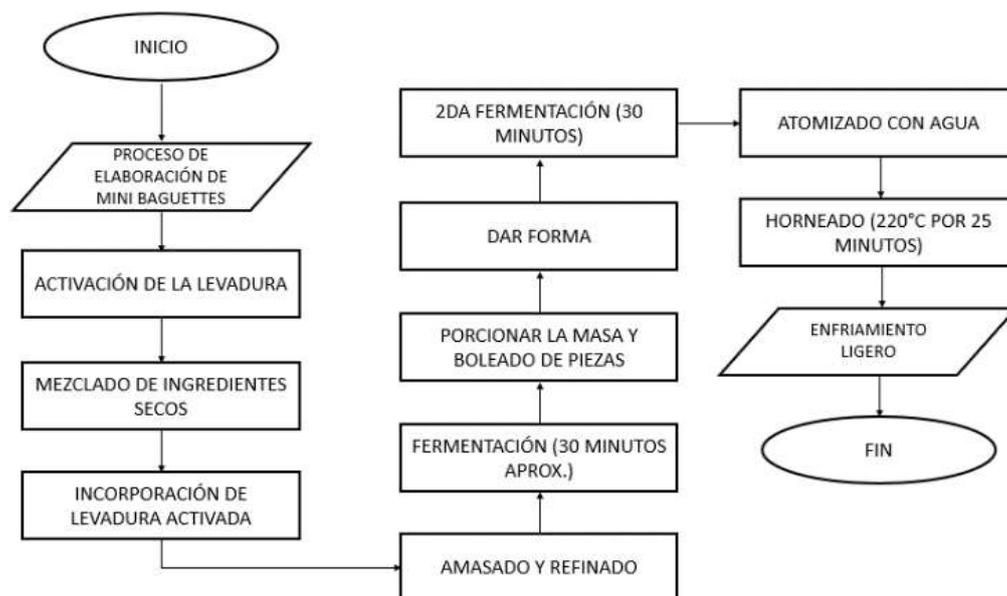


FIGURA 7. Diagrama de flujo para la elaboración de mini baguettes [Elaboración propia]

Estas técnicas o métodos de elaboración pueden variar un poco de acuerdo a los ingredientes que se vayan a utilizar y la cantidad de panes a elaborar, ya que, en este caso, se buscó realizar una serie de experimentos para elaborar panes que incluyan los residuos de la malta y conocer los sabores que pudieran aportar, así como los posibles perfiles aromáticos que estos también aportarían. Sin embargo, la mayoría de los panes seguirán en su mayoría, la misma dinámica de elaboración, pero los tiempos de horneado pueden variar por el tipo de horno que se usará

3. Resultados

Antes de comenzar con el punto principal, es necesario mencionar que inicialmente se elaboraron cervezas artesanales a partir de los cereales que se han ido mencionando (trigo, avena y sorgo) y para ello, se siguieron procedimientos basados en los que se siguen en las grandes industrias cerveceras. Durante varias semanas, se elaboraron cervezas como las siguientes:

- **A base de trigo:** Las semillas se tostaron y se obtuvieron cervezas oscuras que tenían malta molida finamente, pero filtrada.
- **A base de sorgo:** Las semillas únicamente se deshidrataron y se obtuvieron cervezas claras que tenían malta molida finamente y malta martajada.
- **A base de avena:** Las semillas se deshidrataron y se tostaron, obteniendo cervezas que variaban de tonos claros y oscuros.

Una vez que se obtuvieron las cervezas, estas se dejaron “reposar” por varias semanas, con el fin de estabilizar los sabores y que estas se clarificaran, para obtener un producto de más alto valor añadido, y posteriormente quedaron listas para su embotellamiento y maduración/añejamiento posterior, los cuales estarán almacenadas en refrigeración por varias semanas más hasta que los sabores, colores y aromas tengan el perfil deseado.



FIGURA 8. Estas fueron algunas de las cervezas elaboradas; algunas de ellas comenzaron a clarificarse [Elaboración propia]

Sin embargo, durante el proceso de la producción de cervezas quedaron residuos de maltas llamadas “bagazos o maltas residuales exhaustas”, los cuales fueron el resultado del tiempo de maceración de las maltas de los cereales en el agua. Con los residuos sobrantes, se buscó la posibilidad de utilizarlas para productos panificados, para que, de esa manera, se le dé un nuevo valor agregado y al mismo tiempo, se aprovechen al máximo sus propiedades nutricionales.

Los residuos de maltas con los que se trabajaron fueron de trigo y de sorgo, los cuales, el de trigo pasó a un proceso de congelación para evitar que esa malta siguiera fermentando, a tal punto de desarrollar sabores o aromas no deseados; en cuanto a la de sorgo, esta se utilizó de 3 formas:

- Como producto deshidratado (harina de malta de sorgo)
- Como malta residual exhausta (aquella malta que estuvo en contacto con agua para el proceso de maceración y que fue necesario congelar una parte al igual que la malta de trigo)
- Como masa madre (mezclado con harina, agua y azúcar)

Después de una serie de experimentos y pruebas enfocadas en productos panificados, se obtuvieron los siguientes resultados:

3.1. PANES CON MALTA DE TRIGO

Para este tipo de panes, se utilizó malta residual exhausta, es decir, malta que no pasó por ningún proceso de deshidratación para aprovechar al máximo, los aromas y sabores que se pudieron quedar después de la maceración en las cervezas. Los panes realizados a base de la malta fueron:

- Cuernitos
- Bísquets
- Pan de caja/molde
- Mantecadas

Se eligieron estos panes porque son los más consumidos entre la población en cuanto a sabor, presentación, accesibilidad en panaderías y precio preferente a nivel comercial; para ello, la proporción de malta de trigo utilizada para estos panes fueron de 100 a 200 g, dependiendo de la receta utilizada, ya que, al contener todavía agua, esto hacía que se añadiera todavía una cantidad extra de harina para lograr una textura de masa adecuada, sin embargo, por los 4 tipos de panes, se usó la siguiente cantidad de malta de trigo:

- **Para los cuernitos:** Por cada 500 g de harina de trigo, se utilizaron 100 g de malta de trigo.
- **Para los bísquets:** Por cada 500 g de harina de trigo, se utilizaron 110 g de malta de trigo.
- **Para el pan de caja/molde:** Por cada 580 g de harina de trigo y 40 g de harina de arroz, se usaron 200 g de malta de trigo.
- **Para las mantecadas:** Por cada 210 g de harina, se usaron 100 g de malta de trigo, sin embargo, como esta receta lleva varios ingredientes líquidos y la malta, al contener todavía agua, se fueron añadiendo 10 g extra de harina de trigo hasta lograr la consistencia espesa deseada pero que al mismo tiempo no fuera demasiado fluida.

Los tiempos de horneado, así como las temperaturas aplicadas, fueron variadas, ya que algunas recetas se prepararon en horno de gas y en horno eléctrico, y por ende, el calor almacenado cambió de forma constante y se concentra muy diferente por el espacio, sin embargo, midiendo con un termómetro, se determinó que la temperatura aplicada en los panes fue de 180°C (en el caso de los cuernitos, bísquets y pan de caja) a 200°C (para el caso de las mantecadas) y el tiempo estimado de horneado varió de 15 a 25 minutos o hasta que la superficie quedara dorada y revisando que el centro del pan se encontrara cocido. Lo que también se consideró fueron las porciones elaboradas, es decir, el tamaño y peso que tendrían los panes antes de ser horneados, para evitar que alguna pieza resultara todavía cruda por dentro.



FIGURA 9. Masa fermentada para los cuernitos. Los puntos oscuros que se notan, es la malta de trigo añadida [Elaboración propia]



FIGURA 10. Mini bísquets recién horneados. Estos presentaban una apariencia similar a un pan integral [Elaboración propia].



FIGURA 11. Cuernitos recién horneados. Estos presentaban un aspecto idéntico a los bísquets, en cuanto a color y apariencia [Elaboración propia].



FIGURA 12. Esta imagen fue otro ejemplo de pan que se elaboró a partir de la malta de trigo, que en este caso fueron mantecadas [Elaboración propia].



FIGURA 13. Este fue el resultado del pan de caja con malta de trigo, presentando corteza dorada y una miga de un color diferente [Elaboración propia].



FIGURA 14. Interior del pan de caja al momento de ser cortado; se aprecia una miga más esponjosa, los trozos de la malta de trigo y un color diferente [Elaboración propia].

Estos panes, se dieron a probar a una muestra de 15 personas especializadas en el ámbito de la panadería y repostería, con el fin de conocer si el sabor de estos panes era del agrado, si se tenía que hacer un ajuste en la receta, en los ingredientes, o dar alguna sugerencia para ponerla en práctica más adelante. De los 4 panes que se dieron a probar, la mayoría votó por el sabor de las mantecadas y no solo eso, sino que también por la esponjosidad, el color y la estructura de la miga, fueron los factores por los que fueron del agrado de las personas.

Los otros 3 panes también fueron del agrado por las cuestiones de sus características organolépticas, sin embargo, al momento de emitir las opiniones, hubo mayor inclinación hacia las mantecadas. Al final, el primer experimento resultó en un éxito y se hicieron las anotaciones de las cantidades de malta empleadas, junto con los ingredientes para cada una de las recetas y tratar de estandarizar alguna.

Tabla 1. Distribución de la aceptación y rechazo de los panes por parte de las 15 personas

Panes a base de malta de trigo				
Personas	Bísquets	Cuerni- tos	Pan de caja	Manteca- das
1	SI	SI	NO	SI
2	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI
4	NO	SI	NO	SI
5	SI	SI	SI	SI
6	NO	SI	SI	SI
7	NO	NO	SI	SI
8	NO	NO	SI	SI
9	SI	NO	SI	SI
10	NO	NO	SI	SI
11	NO	SI	NO	SI
12	SI	NO	SI	SI
13	NO	NO	SI	SI
14	NO	NO	NO	SI
15	NO	NO	NO	SI
Total de Aceptación	6	7	10	15
Total de Rechazo	9	8	5	0

Tabla 2. Porcentaje total de la aceptación y rechazo por cada tipo de pan

	Bís- quets	Cuernitos	Pan de caja	Manteca- das
No. Aceptación	6	7	10	15
Resultados % Total	40%	47%	67%	100%
No. Rechazo	9	8	5	0
% Total	60%	53%	33%	0%

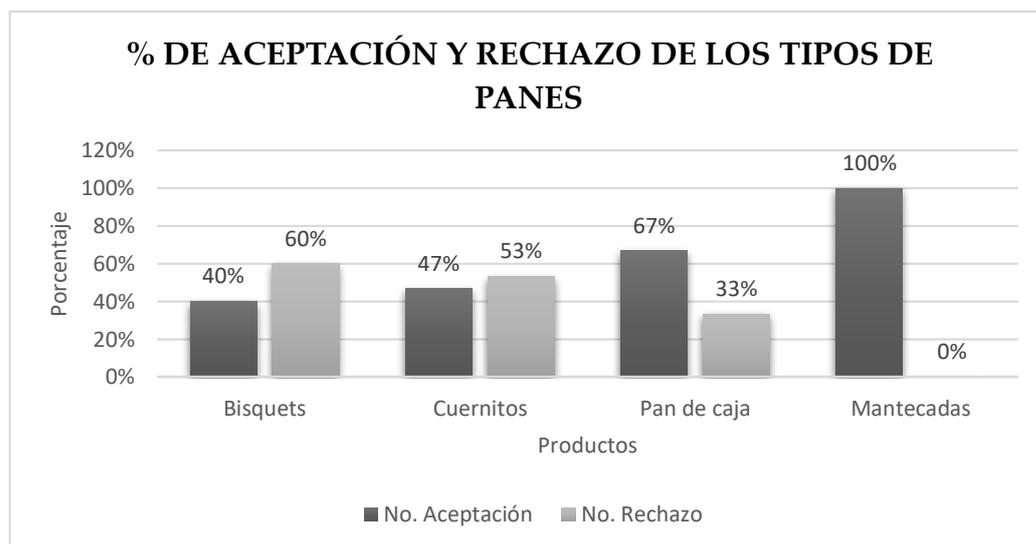


FIGURA 15. En la siguiente gráfica, se muestran los resultados de cada uno de los panes elaborados. Las mantecadas fueron los panes que más aceptación tuvieron por parte de las personas, debido a su sabor, textura, esponjosidad, entre otros factores [Elaboración propia].

3.2. PANES CON MALTA DE SORGO

Como se mencionó anteriormente, esta malta se usaría de 3 maneras diferentes, que es malta residual exhausta, en harina y en masa madre. El primer uso con el que se experimentó es con la malta residual, es decir, con la malta que aún se encontraba en contacto con la "cerveza de sorgo" pero primeramente se descongeló, ya que, si se dejaba en refrigeración o a temperatura ambiente, este podría seguir fermentando y desarrollar otros aromas o sabores que pudieran no ser del agrado en el producto final. Los panes que se elaboraron con la malta de sorgo en fresco fueron los siguientes:

- Mantecadas
- Pan de caja/molde
- *Focaccia* (pan italiano)

Las mantecadas, ahora se hicieron con un enfoque totalmente diferente: en lugar de utilizar harina de trigo, se optó por usar harina de arroz con la finalidad de lograr ahora un producto que fuera libre de gluten, y la cantidad de malta de sorgo añadida fue la misma que en la receta anterior con malta de trigo.

En cuanto al pan de caja, se hicieron esta vez dos pruebas: una con porciones boleadas mayores a 100 g y la otra con la porción de 100 g exacta, ya que se buscaba saber cómo era el comportamiento de la masa si se añadía mayor cantidad y si la malta de sorgo podría influir al momento de hornearse.

La *focaccia*, que se trata de un pan italiano plano, se elaboró también con una porción de malta de sorgo con el fin de conocer su comportamiento en cuanto al horneado, si se añadía este ingrediente y que tanto cambiaba su sabor, para así darlo a conocer entre las personas.

Igual que en el caso anterior, al ser diferentes recetas, los tiempos y temperatura de horneado fueron variados, pero, tomando como referencia los resultados del primer experimento, las temperaturas que se emplearon fueron de 180°C a 220°C. En cuanto a las porciones de malta usadas, fueron los siguientes:

- **Para las mantecadas:** Como esta vez se usó harina de arroz, la porción empleada fueron 330 g de harina y 100 g de malta de sorgo (como la harina de

arroz es más fina, se añadió más cantidad para lograr la consistencia deseada, pero sin que fuera muy líquida)

- **Para el pan de caja/molde:** Este es un caso especial, ya que se elaboraron 2 panes de la siguiente manera: por cada 480 g de harina de trigo y 40 g de harina de arroz, se usaron 100 g de harina de malta de sorgo, combinados con 100 g de malta residual exhausta. Y por cada 580 g de harina de trigo con 40 g de harina de arroz, se usó solamente los 100 g de malta residual exhausta.
- **Para la focaccia:** Por cada 500 g de harina de trigo, se usaron 100 g de malta de sorgo. Como esta fue una nueva receta, la temperatura que se emplearía sería de 220°C, tomando de referencia otras recetas de este estilo de pan.

Estas 3 recetas se prepararon en horno eléctrico, pero al haber variaciones significativas en la temperatura, fue importante estar revisando de forma constante el horneado de los panes y saber en qué punto estaría listos. Tomando de referencia los tiempos del experimento anterior, los tiempos de horneado serían de 15 a 20 minutos o hasta que la corteza de los panes estuviera dorada y el centro estuviera completamente cocido.

Ahora, una variable que se consideró fue el material del que estuvieran elaborados los moldes para cada tipo de pan, ya que la conducción de calor es totalmente diferente, por ejemplo, en un molde de acero inoxidable o uno de aluminio o con recubrimiento de peltre. Esto también se verá reflejado en el producto final, es decir, el material de los moldes nos ayudará a saber que tanto influye en la cocción de los panes.



FIGURA 16. Estas fueron las mantecadas que incluyeron la malta de sorgo; aparentemente lucen iguales a las mantecadas anteriores, pero en cuanto a sabor, textura y consistencia eran totalmente diferentes [Elaboración propia].

En apariencia física, las mantecadas parecieran ser iguales, sin embargo, la esponjosidad y su textura cambiaron bastante, ya que ahora tenían una miga que se desmoronaba más fácil y daba la impresión de que tenía una textura arenosa. Al probarlos, la masa se sentía más ligera, fácil de consumir y el sabor era ligeramente al de la cerveza de sorgo, es decir, concentraba una pequeña parte del sabor gracias a la fermentación que estaba teniendo la malta y a la maceración que tuvo con el líquido de la cerveza.

Ahora, en cuanto al pan de caja, se hicieron dos pruebas diferentes: la primera fue que se usó solamente la malta residual exhausta en una porción de 100 g por cada 580 g de harina de trigo y 40 g de harina de arroz, pero aumentando ahora el peso de las piezas boleadas que se hornearían a 120g, con el fin observar el comportamiento de la masa durante los tiempos de leudado; la segunda prueba fue ahora incorporando harina de sorgo en una cantidad de 100 g por cada 480 g de harina de trigo y 40 g de harina de arroz, al mismo tiempo que también se incluyó la malta residual exhausta y usando piezas boleadas de menor peso, que fueron de 100 g cada una.

En el caso de la *focaccia* (pan italiano), la malta se añadió de la siguiente manera: por cada 500 g de harina de trigo, se usaron 100 g de malta de sorgo, pero además de eso, se utilizó otra cantidad de esa malta “para espolvorear” la masa de la *focaccia* antes de hornearla, con el fin de conocer cómo se comporta su sabor ante las altas temperaturas, y dar la apariencia de que se añadieron hierbas secas aromáticas, ya que a este tipo de pan se le pueden añadir hierbas como romero, orégano, tomillo o albahaca, así como complementos como jitomate (sea en fresco o deshidratado), queso, aceite de oliva, etc.

De acuerdo a otras recetas, la *focaccia* puede ser un pan plano, con un grosor delgado, muy grueso o casi como una tostada, y en este caso, se optó por darle forma cuadrada y con un grosor de aproximadamente una pulgada, con el fin de apreciar la miga que se forma, la textura y los alveolos que se forman con el pasar del horneado.



FIGURA 17. El primer pan de caja elaborado, no alcanzó el punto de cocción indicado, aunque la corteza exterior se dorara, debido a que se usaron piezas boleadas de mayor peso, la masa se volvió más compacta [Elaboración propia].



FIGURA 19. Formación de los alveolos del pan, la textura de la miga y el color del mismo [Elaboración propia].



FIGURA 18. El segundo pan elaborado si tuvo el punto de cocción adecuada, ya que se redujeron el peso de las piezas boleadas. Este pan utilizó harina de malta de sorgo y la misma malta residual [Elaboración propia].



FIGURA 20. Ejemplo de pan que incluyó malta de sorgo; aquí se puede apreciar el tamaño y la corteza dorada. Lo que se encuentra “espolvoreado se trata de la misma malta, la cual se tostó en el horno y adquirió el color característico [Elaboración propia].

Estos panes, al igual que con los anteriores, se dieron a probar a un grupo de 15 personas especializadas en el ámbito de la panadería y repostería, dando como resultado una mayor aceptación por la focaccia, por cuestiones del sabor, la textura que esta tenía y la mezcla de ingredientes con hierbas, vegetales y lácteos. Después, las mantecadas también tuvieron una buena aceptación por parte de las personas, indicando un agrado por la consistencia y textura desmoronable de la masa y el sabor característico que confería la malta de sorgo con la harina de arroz y demás ingredientes. En cuanto al pan de caja, este todavía requirió de otra serie de pruebas para mejorar el aspecto de las piezas boleadas que forman el pan, ya que la primer prueba resultó en un pan muy apelmazado, sin un punto de cocción adecuado y que incluso todavía podía formarse una masa pesada al desprender la miga. Al realizar una segunda prueba, el pan tuvo una mejor aceptación, ya que se hicieron las correcciones necesarias y el resultado fue un pan con un sabor más “integral”.

Tabla 3. Distribución de la aceptación y rechazo de los diferentes tipos de panes

Personas	Panes a base de malta de sorgo		
	Focaccia	Pan de caja	Mantecadas
1	SI	NO	SI
2	SI	SI	NO
3	SI	SI	SI
4	NO	NO	NO
5	SI	SI	SI
6	SI	NO	SI
7	SI	NO	NO
8	SI	NO	SI
9	SI	NO	SI
10	NO	SI	SI
11	SI	SI	NO
12	SI	NO	SI
13	SI	SI	NO
14	SI	SI	SI
15	SI	NO	SI
Total de Aceptación	13	7	10
Total de Rechazo	2	8	5

Tabla 4. Porcentaje total de aceptación y rechazo por cada tipo de pan

RESULTADOS		Focaccia	Pan de caja	Mantecadas
		No. Aceptación	13	7
%		87%	47%	67%
No. Rechazo		2	8	5
%		13%	53%	33%

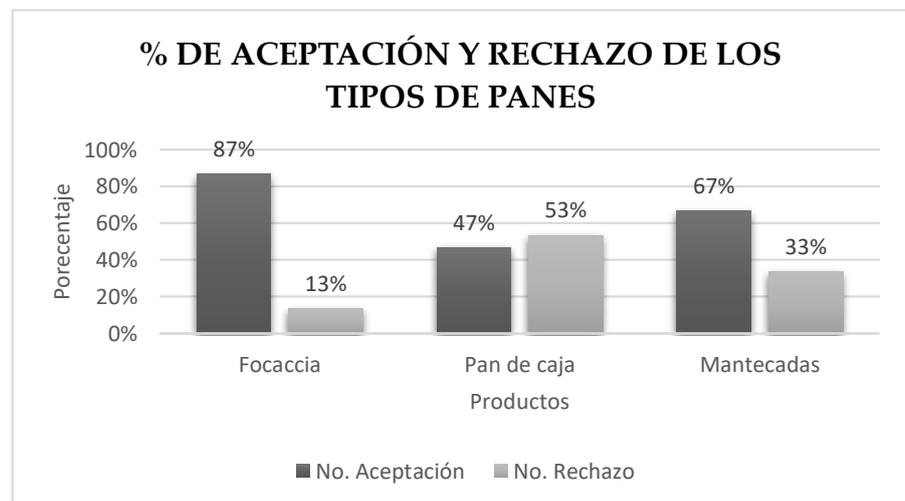


FIGURA 21. En la siguiente gráfica, se muestran los resultados de cada uno de los panes a base de malta de sorgo; como se mencionó anteriormente, la *foccacia* tuvo una mayor aceptación entre las 15 personas, seguida de las mantecadas **[Elaboración propia]**.

3.3. PANES CON MASA MADRE DE MALTA DE SORGO

Como último uso de los residuos de las maltas, se elaboraron panes, pero a partir de masa madre, sin embargo, hay un cambio adicional: además de utilizar agua y harina como en otras masas de ese estilo, se añadirá malta residual exhausta de sorgo, junto con un poco de azúcar para lograr que las pocas levaduras que quedaron en el sorgo, se puedan activar con la masa y comenzar a duplicar de tamaño. Comúnmente, los panes que se elaboran a partir de estas masas, tienen un sabor ligeramente ácido pero que no es desagradable. Es por eso que se realizaron pruebas para realizar masa madre y producir 2 tipos de panes que contengan ese ingrediente, con la finalidad de conocer la variación de sabores, que tanto influye la fermentación de ese tipo de masa con los demás ingredientes añadidos y la textura de la corteza y miga que se forman en el horneado.

El proceso para elaborar la masa madre fue la siguiente:

- **Para la masa madre:** Por cada 100 g de harina de trigo, se añadieron 100 g de la malta residual exhausta de sorgo; asimismo, se añadieron 20 g de azúcar y agua suficiente para mezclar los ingredientes hasta lograr una consistencia cremosa y espesa. Una vez que se mezcló todo, esta masa se dejó reposar durante 24 horas en un lugar que tuviera una temperatura de entre 18 a 25°C, ya que si se deja en un lugar frío, las pocas levaduras que quedaron, podrían no activarse o fermentar de manera lenta, por lo que se requiere de un ambiente fresco, pero no demasiado cálido.

Al pasar el primer día, se volvió a añadir la misma cantidad de harina, que fueron 100 gramos y más agua suficiente para volver a tener la misma consistencia. Aquí fue importante tapar el recipiente de la masa con un plástico extra para evitar la entrada de levaduras no deseadas del ambiente o algún microorganismo nocivo.

Después del segundo día, se volvió a repetir el proceso y así, de forma sucesiva durante al menos 3 días hasta observar burbujas en la masa y que esta misma duplique su tamaño. Es importante revisar en todo momento el aroma que expide la masa madre, ya que esta incluso puede vencer su vida de anaquel, produciendo olores más intensos y desagradables, y siendo esto, un indicador de que la masa ya no se puede usar.

En sí, una masa madre puede usarse después del primer día de elaborado, sin embargo, la masa se puede utilizar cuando hayan transcurrido varios días de fermentado, pero esto depende del tipo de receta que se elabore y las indicaciones que otorgue un profesional, ya que existen varios factores que pueden hacer que una masa madre no sea funcional, y uno de ellos es precisamente los aromas, pero también el color o el leudado.



FIGURA 22. En esta imagen, se puede apreciar la cantidad de malta residual exhausta de sorgo que se añadió para elaborar la masa madre [Elaboración propia].



FIGURA 23. Al pasar 5 días, la masa madre aumentó de volumen y se observaban burbujas de dióxido de carbono, asimismo, presentaba un aroma ligeramente ácido [Elaboración propia].

Una vez que estaba “lista” la masa madre, se procedió a realizar dos recetas de panes que incluyeran este tipo de masa madre:

- Mini baguettes
- Focaccia

En el caso de las mini baguettes, se usaron 100 g de la masa madre mezclados con 500 g de harina de trigo y 5 g extra de levadura para que la fermentación se diera más rápido. Una vez que se tuviera la masa lista, se dejó fermentar durante 2 horas y pasado el tiempo, se comenzó a trabajar la masa y darle forma de baguettes de diferentes tamaños y pesos.

En cuanto se tuvieron las piezas de panes, estos se colocaron en una charola engrasada y se llevaron a refrigeración durante 24 horas, esto con la finalidad de analizar el comportamiento que tiene una masa en un clima frío y si está todavía podía fermentar y modificar su sabor.

Para la *focaccia*, se usaron 500 g de harina con 100 g de la masa madre, y 5 g extra de levadura para lograr una fermentación más rápida; sin embargo, el tiempo de leudado fue de ahora 1 hora, pero en lugar de darle la forma de pan inmediatamente, esa masa se guardó en un bowl engrasado y se llevó a refrigeración también por 24 horas.



FIGURA 24. Este fue un ejemplo de los primeros panes elaborados con la masa madre; en la imagen se aprecia las piezas de mini baguettes formadas [Elaboración propia].



FIGURA 25. Masa para la *focaccia*. Este fue otro ejemplo de pan elaborado con la masa madre, la cual se refrigeró por 1 día completo y después se dejó atemperar para darle su forma característica [Elaboración propia].

Una vez que la masa de mini baguettes se retiró de la refrigeración, se dejaron atemperar durante una hora para que la masa, al momento de hornearse, no quedara cruda en algún punto; para afinar detalles, se volvió a reacomodar la forma de los panes y con la ayuda de un cuchillo afilado, se hicieron los cortes respectivos que llevan este tipo de panes, para finalmente llevarlos a hornear a 200°C por 20 minutos, pero cada cierto tiempo, se rociaban los panes con agua para crear un ambiente de humedad y adquirieran una corteza dorada.

En el caso de la *focaccia*, también la masa se dejó atemperar por una hora, y, en una charola honda y engrasada, se acomodó la masa y se le dio la forma cuadrada característica del pan con la ayuda de las manos. Por último, se añadieron hierbas frescas como romero, orégano, albahaca y rebanadas de jitomate, para después llevarlo a hornear a 220°C por 20 minutos y adquiriera también una corteza dorada crujiente.



FIGURA 26. Horneado de las mini baguettes. Estos panes todavía crecieron ligeramente, pero tardaron en cocerse más del tiempo estimado [Elaboración propia].



FIGURA 27. Masa de la *focaccia* antes de ser horneada; a este pan se le añadieron diferentes hierbas, rebanadas de jitomate y aceite de oliva para realzar el sabor del pan [Elaboración propia].

3.4. CASO ESPECIAL

En el caso del residuo de la malta de avena, esta como tal no se ocupó debido a que al que ser molida anteriormente con toda y su cáscara exterior que lo recubre, la malta resultó en un polvo con muchas impurezas, es decir, con restos de pajas muy finas y astillas muy delgadas que, al ser manipuladas, ocasionaban bastante picazón e incomodidad debido a que picaban como pequeñas espinas; incluso se coló y tamizó la malta de avena, sin embargo, al realizar el proceso y al ser muy livianas las impurezas, estas volaban en el ambiente y se adherían a la ropa, provocando mayor picazón y ardor.



FIGURA 28. Los residuos de la malta de avena presentaban pajas muy finas, astillas delgadas o de diferentes tamaños y restos de cascarillas; estas impurezas podrían ocasionar algún inconveniente a la salud en caso de ser consumidas **[Elaboración propia]**.

cantidad de impurezas de los residuos, ya que existe el riesgo de que, si se ocupan en recetas de panes, puedan provocar algún daño a las personas que lo prueben y puedan ser no aptas para su consumo. Sin embargo, se reservó una parte de las maltas residuales exhaustas de avena para usarse más adelante para el cultivo de hongos comestibles, como setas o champiñones, siendo una de las alternativas para aprovechar este tipo de residuos para otros enfoques alimentarios y no desperdiciarlos.

4. Discusión

Después de la realización de los experimentos, se determinó que los panes resultaron en un éxito en cuanto al equilibrio de sabores y las técnicas empleadas, ya que después de darlos a probar al grupo de personas especializadas, todos coincidieron en que tenían características únicas, es decir, esto hace referencia a que las maltas residuales exhaustas llegaban a aportar un sabor ligero a cerveza, aromas a fermentación e incluso, daba la sensación de que preparó un pan de estilo integral, ya que la apariencia física de la masa cambió en cierta parte, por ejemplo, algunos panes contaban con una miga más suave pero también otros panes contaban con una miga que se deshacía fácilmente en boca.

Por ejemplo, en el caso del pan de caja a base de la malta residual de sorgo, al salir del horno, conservaba hasta cierto punto, aromas ligeramente ácidos, pero también similares a la cerveza, aunque con toques dulces; después de que los probaron, las personas tuvieron emitieron buenas opiniones respecto al sabor del pan que este otorgaba, la textura de la masa, la consistencia de la miga formada, la corteza dorada y hasta el color en

general que se derivó de la mezcla con los demás ingredientes. Todos estos aspectos hicieron que este tipo de pan fuera del agrado de las personas.

Así como este pan con malta residual de sorgo, los panes que incluían la malta residual de trigo, también tuvieron buena aceptación por parte del mismo grupo de personas, ya que, en este caso, resaltaron más el aspecto del sabor y la consistencia de la miga que esta tenía, por ejemplo, los que fueron los más preferidos fueron las mantecadas, ya que su grado de cocción fue perfecta y el sabor de la malta recordaba a un pan integral.

En el caso de los panes con masa madre de malta residual exhausta, el sabor ácido resaltaba todavía mayormente en las mini baguettes (no tanto en la *focaccia*), su textura era crocante por fuera, pero suave por dentro y teniendo una consistencia esponjosa y sin estar crudo en el centro del pan.

Estos experimentos nos demuestran que los residuos sobrantes de las maltas cerveceras, pueden ser utilizados todavía para elaborar productos que tengan un alto valor agregado adicional y aprovechando al máximo las propiedades que tienen aún estas maltas, desde sus aportes nutricionales como los micronutrientes hasta las enzimas, azúcares, almidones, proteínas y otros polisacáridos que otorguen un beneficio, ya sea a la salud o a la mejora de algún producto, que en este caso, fueron panes que son regularmente consumidos por la población.

Y gracias a que estos panes se dieron a probar, pudimos obtener críticas constructivas, opiniones y sugerencias para que, en un futuro, se pueden incorporar posibles mejoras para que estos tipos de panes puedan tener mejores características, ya sean organolépticas o nutricionales, y, asimismo, tengan una mayor aceptación entre personas especializadas en el ámbito de la panadería, repostería y o alguna otra rama de la gastronomía o de la misma investigación. Es por ello que se llega a la conclusión de que estos experimentos resultaron en un buen éxito y se elaboraron panes con ciertas características que resaltaban el aprovechamiento de las maltas residuales exhaustas e incorporándolas como parte de los ingredientes principales. Más adelante, en algún futuro a corto plazo, se volverán a replicar estos experimentos para estandarizar una serie de recetas de panes que tengan incluidas estas maltas, y de esta manera, dar a conocer a más personas este tipo de productos que manejan incluso el tema de la sostenibilidad ambiental y de las tendencias alimentarias actuales.

No obstante, para el caso de las maltas residuales exhaustas de avena, al contener bastantes impurezas que dificultan su procesamiento como ingrediente para productos panificados, se buscará más adelante la posibilidad de utilizar estos mismo para cultivos de diferentes hongos comestibles, por ejemplo, setas o champiñones, ya que son un sustrato ideal para que estos puedan desarrollarse correctamente, debido a que contienen en su interior todavía una pequeña cantidad de minerales y micronutrientes, además de enzimas, polisacáridos y otros elementos que puedan proveer de alimento a las cepas de hongos. Si no se pueden emplear como parte de los ingredientes para panes, aún pueden buscarse diferentes alternativas para no desaprovechar estos residuos llenos de potencial para otros aspectos enfocados a cuestiones alimentarias.

Todos los resultados que se obtuvieron, se pueden usar de la siguiente manera:

- **ELABORACIÓN DE DIFERENTES RECETAS (NO SOLAMENTE PANES DULCES O TRADICIONALES COMO LOS CUERNITOS):** Estas recetas pueden ser incluso vendidas a varias industrias dedicadas a la cervecería como una alternativa a los usos que se le darían a los residuos de las maltas, de tal manera, que esas mismas industrias puedan crear una línea de panes que incluyan ese tipo de “ingredientes” y comercializarlos a través de un convenio con diferentes empresas panaderas.
- **USO EXCLUSIVO:** La creación de diferentes recetas se pueden proteger a través de su inscripción en el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual) u otro organismo, como patentes con derechos de autor, sin embargo,

esto podría ser más complicado y poco viable debido a que se debería justificar específicamente los motivos por el que las recetas se considerarían nuevas, originales o creativas.

- **ALIMENTACIÓN ANIMAL:** Como los residuos de maltas tienen elevadas concentraciones de materia orgánica, específicamente su alto contenido en proteínas y fibra, puede ser interesante para la alimentación animal, por lo que las fábricas de cervezas cercabas a una granja, podrían utilizar el “bagazo” para alimentar vacas y cerdos [24].
- **COMPOSTAS Y BIOCOMBUSTIBLES:** Los subproductos de la cerveza pueden ser empleadas en granjas, además de alimento animal, como compostas y fijadores de nitrógeno, para ayudar a las plantas a crecer (especialmente hongos). Al mismo tiempo, se puede producir biogás y bioetanol a partir de estos subproductos. [25].
- **MEDICINA:** De acuerdo a investigaciones por parte de Enriqueta Martínez Rojas, doctora en biotecnología, se pueden utilizar los residuos de la industria cervecera para crear pigmentos y nutrientes que previenen enfermedades cardiovasculares, cáncer de próstata y colon, así como en el tratamiento de cataratas. Estos compuestos de pigmentos obtenidos pueden usarse en la formulación de refrescos, bebidas energéticas o suplementos alimenticios [26].
- **OTROS USOS:** Otras utilidades para los residuos van desde fertilizantes orgánicos, ya que contienen altas concentraciones de carbono, lo cual ayuda a enriquecer los suelos; asimismo, también se ha comenzado a usar en seco para la construcción de cubiertas de azoteas, para la elaboración de papel y como ingrediente en determinados alimentos humanos [27].

Financiamiento: “Esta investigación no recibió financiamiento externo”

Referencias

1. AETCM. (01 de Septiembre de 2022). Obtenido de Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta: <https://aetcm.es/para-que-sirve-bagazo-cerveza/>
2. Agromonegros. (7 de Octubre de 2024). Obtenido de <https://www.agromonegros.com/blog/propiedades-nutricionales-del-trigo/>
3. Atlas Big. (9 de Octubre de 2024). Obtenido de <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-avena>
4. Beer Sapiens. (12 de Octubre de 2022). Obtenido de <https://beersapiens.com/es-int/blogs/blog-cervezero-beer-sapiens/el-origen-de-las-cervezas-de-trigo#:~:text=Como%20ya%20hemos%20visto%2C%20este,antes%20que%20para%20hacer%20pan.>
5. Blog Agricultura. (11 de Abril de 2024). Obtenido de <https://blogagricultura.com/clima-suelo-trigo/>
6. Cervecistas. (18 de Septiembre de 2024). Obtenido de <https://www.loscervecistas.es/historia-de-la-cerveza/>
7. Cervecistas. (19 de Septiembre de 2024). Obtenido de <https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>
8. Cerveja E Malte. (18 de Noviembre de 2024). Obtenido de <https://cervejaemalte.com.br/es/blog/bagazo-de-malta/>
9. CONRICyT. (2 de Junio de 2016). Obtenido de <http://w3.conricyt.mx/noticia-detalle.php?noti=271>
10. Cuallo, A. (7 de Octubre de 2024). *Aprende Institute*. Obtenido de <https://aprende.com/blog/gastronomia/reposteria/tipos-de-harina/>
11. *CuerpoMente*. (7 de Octubre de 2024). Obtenido de <https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/trigo>

12. FAO. (8 de Octubre de 2024). Obtenido de Food and Agriculture Organization: [https://www.fao.org/4/T0818S/T0818S04.htm#:~:text=Los%20cinco%20productores%20mayores%20de,mundial%20total%20\(Cuadro%204\).](https://www.fao.org/4/T0818S/T0818S04.htm#:~:text=Los%20cinco%20productores%20mayores%20de,mundial%20total%20(Cuadro%204).)
13. MALTOSAA. (22 de Abril de 2021). Obtenido de <https://maltosaa.com.mx/historia-de-la-cerveza/>
14. Merino, J. P. (10 de Septiembre de 2018). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/cerveza/>
15. *Mundorganic*. (8 de Octubre de 2024). Obtenido de https://www.mundorganic.com/blog/46_que-es-el-sorgo-propiedades-beneficios-y-contenido-nutricional.html?srsltid=AfmBOoossQURpvcuNartsVIWc-mnWELbGijc9NwkHAACIJHWghTd71yb
16. *National Geographic*. (4 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/historia/2023/08/como-nacio-la-cerveza-y-otras-curiosidades-de-la-mitica-bebida>
17. Orús, A. (13 de Marzo de 2024). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/634804/principales-paises-productores-de-trigo-en-el-mundo/>
18. Ramos, M. (9 de Octubre de 2024). *HSN Store*. Obtenido de <https://www.hsnstore.com/blog/nutricion/carbohidratos/avena/?srsltid=AfmBOoodCyFIodM120BETOjSD4bZNVwC4vEX3Na1tjJl6u1QBOOnQgxq>
19. *Recircular*. (29 de Noviembre de 2019). Obtenido de <https://recircular.net/blog/residuos-y-subproductos-de-la-cerveza>
20. *Rino-Ebastel*. (2 de Junio de 2017). Obtenido de <https://www.rinoebastel.com/blog/patologia/todo-lo-que-debes-saber-sobre-las-gramineas/>
21. Sánchez, C. (9 de Octubre de 2024). *HSN Store*. Obtenido de https://www.hsnstore.com/blog/nutricion/carbohidratos/harina-de-avena/?srsltid=AfmBOoppRLUhUHTIJLa2Z_YjJKEjtkMagLp98-IiLK7D_tNbtKIg-GWQ
22. *Schär*. (9 de Octubre de 2024). Obtenido de <https://www.schaer.com/en-us/a/sorghum-flour>
23. Thakur, N. (7 de Octubre de 2024). *WikiFarmer*. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/la-planta-del-sorgo-caracteristicas-importancia-distribucion-y-usos/>
24. TIA. (7 de Octubre de 2024). Obtenido de Tecnología en Ingredientes Alimenticios, S.A de C.V: <https://www.tiasaalimentos.com.mx/para-que-sirve-la-harina-de-trigo/>
25. *Traxco*. (18 de Enero de 2017). Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-trigo>
26. TULUM. (27 de Junio de 2022). Obtenido de https://cervezatulum.com/blogs/noticias/que-es-la-cerveza?srsltid=AfmBOoppaMVhDwiT-hRluSQhystvgLBUhLnShjuK8hS_Xjo_gdx4sy8h
27. *Univision*. (2 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.univision.com/delicioso/bebidas-hechas-con-sorgo>