

Instituto Tecnológico Superior de Abasolo

Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Guanajuato.



Comparación sensorial de una bebida fermentada de Maíz (Tejuino) y una bebida fermentada de Sorgo Rojo.

Tesis profesional para obtener el título de:
Ingeniero en Industrias alimentarias

Presenta(n):

Cuevas Guevara María de Lourdes
Mendoza Gamiño Humberto

Asesor:

Ramos del Villar Iván Noé



Dedicatorias

A mi madre, por estar siempre conmigo, por brindarme ese apoyo incondicional y por darme fuerzas para llegar hasta este momento. A mi padre, que siempre me apoyo a seguir con mis estudios y siempre busco lo mejor para mí. A mis amigos por levantarme el ánimo cuando lo necesitaba y por su apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida.

Humberto Mendoza Gamiño

Dedicatorias

A mis padres, por siempre brindarme el apoyo incondicional y por ayudarme a no perder el camino para alcanzar esta meta.

A mi hermano y hermanas, por siempre alentarme a seguir adelante sin importar las dificultades que se presentaran.

A mis sobrinos y amigos, por darme una sonrisa cuando más lo necesitaba.

María de Lourdes Cuevas Guevara

Agradecimientos

Quiero darle las gracias a mi compañera María de Lourdes Cuevas Guevara por su ayuda para que este proyecto fuera realizado, a su vez agradecer a nuestro asesor Iván Noé Ramos del Villar por sus aportaciones y su apoyo durante este periodo y en general agradecer al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por permitirnos realizar este proyecto dentro de la institución y aportarnos los equipos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Humberto Mendoza Gamiño

Agradecimientos

Le doy las gracias a mi compañero y amigo Humberto Mendoza Gamiño por darme la oportunidad de trabajar juntos para hacer posible este proyecto. Agradezco también al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por abrirme las puertas y muy en particular agradezco a nuestro asesor el maestro Iván Noé Ramos del Villar por compartirnos su conocimiento y ayudarnos en la realización de este proyecto.

María de Lourdes Cuevas Guevara

Resumen

El maíz es una planta que es cosechada desde hace aproximadamente 7000 años, este cereal goza de gran importancia económica mundial ya que es utilizado como alimento humano, para el ganado o como materia prima de un gran número de productos industriales. El sorgo es un cereal utilizado desde la más remota antigüedad en África para el consumo humano, forraje para el ganado y materia prima de bebidas alcohólicas y fibra.

El tejuino es una bebida derivada de maíz, este se elabora de manera artesanal por medio de la fermentación del nixtamal de maíz. Se comienza a preparar con granos de maíz germinado o nixtamalizado y se mezclan o se muelen con piloncillo o azúcar.

La evaluación sensorial se ocupa de medir y cuantificar las características de un producto como son; apariencia, color, olor, sabor y textura tal y como son percibidos por los sentidos humanos.

El objetivo principal de este trabajo es comparar sensorialmente una bebida fermentada de maíz con una bebida fermentada de sorgo rojo con la finalidad de que esta sea aceptada y al mismo tiempo sea una buena alternativa para contribuir a la creación de nuevos productos con un nivel nutricional alto y sea adecuado para la salud del consumidor. Las pruebas que se realizaron fueron: prueba triangular, de preferencia, hedónica y de perfil de sabor. La prueba triangular se aplicó a 36 jueces en donde 22 de ellos acertaron a la respuesta correcta teniendo un 95% de confianza. La prueba de preferencia fue aplicada a 50 panelistas en donde se determinó que la bebida fermentada de sorgo fue más aceptada. La prueba hedónica, se aplicó a 30 jueces en donde se evaluaron los criterios de color, olor, sabor y consistencia teniendo como resultado que no existe diferencia significativa estadísticamente entre la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo. Por último, la prueba de perfil de sabor fue aplicada a 10 jueces en donde pudieron identificar la diferencia que había entre las bebidas con respecto a los criterios evaluados.

Palabras clave: Tejuino, evaluación sensorial, sorgo rojo.

Abstract

Maize is a plant that has been harvested for approximately 7000 years, this cereal is of great economic importance worldwide as it is used as human food, for livestock or as raw material for a large number of industrial products. Sorghum is a cereal used since ancient times in Africa for human consumption, fodder for livestock and raw material for alcoholic beverages and fiber.

Tejuino is a beverage derived from corn, it is made in an artisanal way by fermenting corn nixtamal. It begins to be prepared with germinated or nixtamalized corn kernels and mixed or ground with piloncillo or sugar.

Sensory evaluation is concerned with measuring and quantifying the characteristics of a product such as appearance, color, odor, taste and texture as perceived by the human senses.

The principal objective of this work is to sensorially compare a fermented corn beverage with a fermented red sorghum beverage in order to be accepted and at the same time be a good alternative to contribute to the creation of new products with a high nutritional level and suitable for the consumer's health. The tests that were carried out were: triangular, preference, hedonic and flavor profile tests. The triangular test was applied to 36 judges and 22 of them gave the correct answer with a 95% confidence level. The preference test was applied to 50 panelists where it was determined that the fermented sorghum beverage was more accepted. The hedonic test was applied to 30 judges where the criteria of color, odor, flavor and consistency were evaluated, with the result that there is no statistically significant difference between the fermented corn beverage and the fermented sorghum beverage. Finally, the taste profile test was applied to 10 judges where they were able to identify the difference between the beverages with respect to the criteria evaluated.

Key words: Tejuino, sensory evaluation, red sorghum

Índice

Dedicatorias	iii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice.....	ix
Índice de tablas	xiii
Índice de ilustraciones.....	xiv
Índice de gráficas	16
Introducción.....	17
CAPÍTULO I	18
Generalidades del proyecto	18
1.1 Justificación	19
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo general	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3 Hipótesis	20
CAPÍTULO II	21
Marco teórico	21
2.1 Cereales	22
2.2.1 Maíz	22
2.2.1.1 Antecedentes históricos del maíz	22
2.1.1.1 Taxonomía del maíz.....	22
2.1.1.2 Características del maíz.....	23

2.1.1.3	Variedades del maíz	24
2.1.1.5	Características nutrimentales.....	26
2.1.1.6	Estadísticas de producción y consumo del maíz.....	28
2.1.2	Sorgo rojo	30
2.1.2.1	Antecedentes históricos	30
2.1.2.2	Taxonomía del sorgo rojo.....	31
2.1.2.3	Características del sorgo.....	32
2.1.2.4	Origen cito genético	32
2.1.2.5	Características nutrimentales.....	33
2.1.2.6	Estadísticas de producción y consumo	34
2.2	Bebidas fermentadas a base de cereales.....	35
2.2.1	Bebidas fermentadas de maíz.....	36
2.2.1.1	Tejuino.....	38
2.2.1.1.1	Características nutricionales	39
2.2.1.1.2	Lugares de consumo.....	39
2.2.2	Bebidas fermentadas de sorgo.....	39
2.3	Evaluación sensorial para el desarrollo de nuevos productos	40
CAPÍTULO III		43
Materiales y métodos.....		43
3.1	Producción de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).....	44
3.1.1	Bebida fermentada de maíz	44
3.1.1.1	Nixtamalización de maíz	44
3.1.1.2	Elaboración de bebida fermentada de maíz.....	44
3.1.2	Bebida fermentada de sorgo rojo	45
3.1.2.1	Nixtamalización.....	45
3.1.2.2	Elaboración de bebida fermentada de sorgo rojo	45
3.1.2.2.1	Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1.....	45
3.1.2.2.2	Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2.....	45
3.1.2.2.3	Selección mediante prueba de preferencia de la formulación ideal para la bebida fermentada de sorgo rojo.....	46
3.2	Determinar mediante un análisis discriminativo si existen diferencias	

entre una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).....	47
3.2.1 Prueba triangular	47
3.3 Determinar la aceptación y preferencia de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).	49
3.3.1 Prueba de preferencia.....	49
3.3.2 Prueba hedónica	50
3.4 Determinar el perfil de sabor de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).	51
3.4.1 Selección de jueces.....	51
3.4.2 Prueba de perfil de sabor	53
CAPÍTULO IV.....	55
Resultados y discusión	55
4.1 Producción de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).....	56
4.1.1 Bebida fermentada de maíz tejuino	56
4.1.2 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1	56
4.1.3 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2	57
4.1.4 Selección mediante prueba de preferencia de la formulación ideal para la bebida fermentada de sorgo rojo	58
4.2 Determinar mediante un análisis discriminativo si existen diferencias entre una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).....	60
4.2.1 Prueba triangular	60
4.3 Determinar la aceptación y preferencia de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).	62
4.3.1 Prueba de preferencia.....	62
4.3.2 Prueba hedónica	64
4.4 Determinar el perfil de sabor de una bebida fermentada de maíz (tejuino)	

y de una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).	69
4.4.1 Selección de jueces.....	69
4.4.2 Prueba de perfil de sabor	72
CAPÍTULO V	75
Conclusiones	75
5.1 Conclusión.....	76
VI. Referencias	77
VII. Anexos.....	80

Índice de tablas

Tabla 2.1 Datos nutricionales del maíz	27
Tabla 2.2 Datos nutricionales del sorgo	33
Tabla 3.1 Codificación de las muestras para prueba triangular.....	48
Tabla 3.2 Combinaciones de muestras para prueba triangular	48

Índice de ilustraciones

Ilustración 2.1 Morfología del maíz.....	23
Ilustración 2.2 Producción de maíz a nivel mundial.....	29
Ilustración 2.3 Morfología del sorgo	32
Ilustración 2.3 Guarapo	37
Ilustración 2.4 Piznate	37
Ilustración 2.5 Tejuino	38
Ilustración 2.7 Burukutu.....	40
Ilustración 2.6 Baijiu	40
Ilustración 3.1 Formato de encuesta para prueba de preferencia para seleccionar la formulación del tejuino de sorgo rojo.....	47
Ilustración 3.2 Formato de encuesta para prueba triangular	49
Ilustración 3.3 Formato de encuesta para prueba de preferencia	50
Ilustración 3.4 Formato de encuesta para prueba hedónica	51
Ilustración 3.5 Encuesta en línea realizada a los 20 jueces elegidos en la primera etapa de selección para la prueba de perfil de sabor	52
Ilustración 3.6 Formato de encuesta para entrenamiento para la prueba de perfil de sabor	53
Ilustración 3.7 Formato de encuesta para perfil de sabor	54
Ilustración 4.1 Bebida fermentada de maíz (tejuino)	56
Ilustración 4.2 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1.....	57
Ilustración 4.3 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2.....	57
Ilustración 4.4 Formato de encuesta contestado por parte de uno de los jueces, el cual elige la formulación 1.	59
Ilustración 4.5 Formato de encuesta de prueba de triangular contestado por parte	

de un juez, la cual nos indica que la respuesta obtenida es correcta ya que se presentan las muestras 974 y 236 que corresponden al tejuino de maíz y la muestra diferente es la 781 que corresponde al tejuino de sorgo rojo	61
Ilustración 4.6 Formato de encuesta de prueba de preferencia contestado por parte de un juez el cual elige la muestra 781 que corresponde a la bebida de sorgo rojo porque su sabor es más sutil y tiene menos impacto en el paladar además de ser un sabor inusual	63
Ilustración 4.7 Formato de encuesta contestado por parte de un juez el cual expresa mayor gusto por la bebida fermentada de sorgo rojo en todos sus atributos.	68
Ilustración 4.8 Respuestas obtenidas de las encuestas online realizadas	70
Ilustración 4.9 Encuesta contestada para la segunda etapa de selección para la prueba de perfil de sabor	71
Ilustración 4.10 Formato de encuesta de entrenamiento contestado correctamente para poder realizar la prueba de perfil de sabor	72
Ilustración 4.11 Formato de encuesta contestado por parte de un juez previamente entrenado para realizar la prueba de perfil de sabor, el cual nos indica la intensidad de sabores presentes en ambas bebidas.....	74

Índice de gráficas

Gráfica 2.1 Volumen de producción de sorgo en grano en millones de toneladas métricas en México.	35
Gráfica 4.1 Preferencia entre las dos formulaciones de tejuino de sorgo rojo	58
Gráfica 4.2 Representación de las respuestas obtenidas de la prueba triangular.	60
Gráfica 4.3 Preferencia entre el tejuino de maíz y el tejuino de sorgo rojo	62
Gráfica 4.4 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del color.....	64
Gráfica 4.5 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del olor.	65
Gráfica 4.6 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del sabor.....	66
Gráfica 4.7 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio de consistencia.....	67
Gráfica 4.8 Respuestas de disposición de fecha y horario obtenidas en la encuesta online realizada para la selección de jueces para la prueba de perfil de sabor.....	70
Gráfica 4.9 Promedios de las evaluaciones de los sabores presentes en las bebidas.	73

Introducción

La demanda de alimentos ha crecido a nivel mundial, por esta razón es necesario contar con productos alternativos. El sorgo rojo cultivado para usos alimenticios puede considerarse una fuente alternativa para contribuir a solucionar esta situación.

El maíz y el sorgo son unos de los cereales más producidos en todo el mundo. El maíz constituye un alimento central en numerosas culturas, especialmente americanas, y ha sido clave en el combate del hambre en el mundo desde su exportación a Europa y otros continentes.

Más allá de su empleo culinario, el maíz puede emplearse como alimento para ganado, especialmente porcino y aviar. Además, puede servir de materia prima a diversas industrias, como la del aceite, la cerveza, los almidones, entre otros (Uriarte, 2020).

En la actualidad, el sorgo representa el principal grano en algunas partes de África, Asia, India/Pakistán y China donde constituye gran parte de la dieta humana.

El sorgo es rico en antioxidantes, es alto en fibra dietética y es adecuado para la alimentación de personas con problemas de diabetes y sobrepeso.

Se emplea en alimentación animal, en la producción de forrajes, y para la elaboración de bebidas alcohólicas.

Su resistencia a la sequía y al calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas, y es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo (InfoAgro, 2014).

Al tejuino se le considera un tipo de cerveza a base de maíz por el proceso de malteo donde el grano del maíz se germina con agua, se interrumpe la germinación para cocerlo e hidrolizar la mayor cantidad de azúcares (almidones) y la malta resultante se fermenta, ésta se da entre 24 y 48 horas. En este proceso se arrojan bacterias patógenas y benéficas, además se producen algunos ácidos orgánicos como ácido láctico, málico y acético (SADER, 2020).

CAPÍTULO I

Generalidades del proyecto

1.1 Justificación

A nivel mundial la demanda de alimentos ha crecido y en un futuro cercano se prevé una crisis alimentaria, por lo que es necesario contar con productos alternativos para enfrentar dicha situación. El sorgo de grano cultivado fundamentalmente para usos alimenticios puede considerarse una fuente alternativa, para contribuir a solucionar esta problemática. Las bebidas tradicionales tipo tejuino son una fuente rica en diversos nutrientes, como los son carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, además de diversas propiedades benéficas dentro de las destacan las probióticas, con este proyecto se pretende revalorizar este tipo de bebidas tradicionales, además de contribuir a la generación de nuevos productos que puedan aportar propiedades funcionales y un alto valor nutricional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Comparar sensorialmente una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Producir una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).
2. Determinar mediante un análisis discriminativo si existen diferencias entre una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).
3. Determinar la aceptación y preferencia de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).
4. Determinar el perfil de sabor de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).

1.3 Hipótesis

La bebida fermentada de sorgo rojo “tipo tejuino” tendrá una aceptación igual o mayor a la de la bebida fermentada de maíz “tejuino”.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1 Cereales

2.2.1 Maíz

2.2.1.1 Antecedentes históricos del maíz

El maíz (*Zea mays*) es una planta originaria de América introducida en Europa. Es un cultivo muy antiguo, de unos 7.000 años, de origen indio, que era sembrada por las zonas de México y América central. Su origen exacto no está muy claro, pero se considera que pertenece a la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron en este lugar. Teniendo en cuenta que ahí estuvo el centro de la civilización Azteca, se puede concluir que el maíz constituyó para esos habitantes, una fuente importante de alimentación. Esto puede confirmarse al observar en las pirámides, que aún se conservan, pinturas, grabados y esculturas que representan al maíz.

Desde el punto de vista de su terminología, esta planta es conocida con el nombre común de maíz, derivado de la palabra taína mahís con que los indígenas del Caribe la denominaron. Dependiendo del país, región y cultura, *Zea mays* recibe también en español otros nombres, como danza, millo, mijo, oroña, o panizo en español europeo, y en español americano choclo, elote, jojoto, sara o zara (Kato, 2009).

2.1.1.1 Taxonomía del maíz

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Commelinidae*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Panicoideae*

Tribu: *Andropogoneae*

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* (García, 2017)

2.1.1.2 Características del maíz

La planta del maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte (60-80 cm de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caular con pocos macollos. Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas y que servirán como reserva. Las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas, en la ilustración 2.1 se muestra la morfología del maíz (Sánchez, 2014).



Ilustración 2.1 Morfología del maíz

El maíz goza de gran importancia económica mundial ya sea como alimento humano, para el ganado o como materia prima de un gran número de productos industriales. Cerca del 40 % del maíz producido en los países tropicales se usa para la alimentación animal, concretamente para ganado y establecimientos avícolas (CONABIO, 2020).

Una de las ventajas que presenta el maíz es que es el único cereal que puede ser usado como alimento en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Por ejemplo,

las espigas jóvenes del maíz que se cosechan antes de la floración de la planta tienen una buena utilidad como hortalizas. Las mazorcas se pueden tostar enteras y consumir al momento. Las mazorcas verdes del maíz común son también usadas a gran escala, tanto asadas sobre carbón o hervidas en agua con sal o cal, o sin ella. Cuando se cosechan las mazorcas jóvenes (mazorcas *baby*) o las mazorcas verdes, se obtiene un buen forraje. El maíz con los granos en estado pastoso es el más adecuado para usar como forraje ya que contiene más materia seca y elementos digestibles por hectárea que cualquier otro cultivo. Las mazorcas inmaduras y muy jóvenes se cosechan cuando los estambres están por emerger fuera de las hojas de cobertura o justo al poco tiempo de aparecer, pero siempre antes de que los estambres hayan sido polinizados (FAO, 2003).

2.1.1.3 Variedades del maíz

El maíz, como todas las especies, presenta una considerable diversidad de tipos según varios criterios: la constitución del endosperma y el grano, su color, el ambiente de cultivo, la madurez y su uso. Los maíces más importantes en términos económicos son los de tipo harinoso, dentado y duro (Sánchez, 2014).

- Maíz duro (*Zea mays indurata* St.): sus granos son redondeados y duros al tacto. El almidón de su endospermo es fundamentalmente vítreo y duro, presentando una madurez temprana y un menor rendimiento. Muy utilizados para alimento humano, para hacer fécula de maíz, o para alimentación animal. Presentan una amplia gama de colores y se entienden por un área de más de 30 millones de hectáreas en los trópicos.
- Maíz reventón (*Zea mays everta* St.): parecido al anterior pero con una mayor cantidad de endosperma duro. Los granos son redondos y oblongos, de pequeño tamaño. Cuando se someten a calor son capaces de explotar y producir las denominadas palomitas. Su siembra es a pequeña escala en los trópicos.
- Maíz dentado (*Zea mays indentata* St.): su nombre se debe a que tiene forma de diente. Es el más utilizado para grano y ensilaje. Al contrario que los anteriormente descritos, este tipo de maíz tiene más cantidad de endospermo

blando, limitándose el duro sólo a ciertas partes del grano. Su endospermo está formado por almidón córneo cristalino. Su cultivo presenta un mayor rendimiento pero son más susceptibles que los duros a infecciones por hongos e insectos. Ocupa casi 30 millones de hectáreas en los trópicos. Los de color blanco se usan para alimentación humana mientras que los de color amarillo se usan para alimentación animal.

- Maíz harinoso (*Zea mays amilacea* St.): se distribuye por México y las zonas altas de la región andina. Uno de los maíces con mayor cantidad de almidón blando. Se usa para alimentación humana y para elaboración de bebidas y platos especiales. Presenta una amplia gama de colores siendo muy susceptible a patologías causadas por gusanos o insectos. En este grupo el maíz “Blanco Imperial” o “Blanco Gigante del Cuzco”, legado del imperio inca, se distingue por el gran tamaño del grano.
- Maíz ceroso (*Zea mays ceratina* Kul.): el nombre es debido a la cerosidad y opacidad de su endospermo. Su cultivo es muy local y limitado. Su almidón está compuesto exclusivamente por amilopectina que proporciona su característica gomosa, parecido a la yuca.
- Maíz opaco-2 y MPC: contiene el doble de aminoácidos esenciales, sobre todo lisina y triptófano, dando un endospermo muy blando. Mediante cruzamientos se han acumulado genes modificadores que han dado un mejor rendimiento denominándose “maíz con proteínas de calidad” (MPC). Se cultiva en Ghana, Brasil, Sudáfrica y China.
- Maíz dulce (*Zea mays saccharata* St.): se cultiva para consumo de las mazorcas aún verdes, conteniendo una alta cantidad de azúcar. Posee un gen recesivo en el cromosoma 4 que impide la conversión de algunos azúcares solubles en almidón. No suelen cultivarse en zonas tropicales debido a su bajo rendimiento, solo algunas variedades e híbridos en el sudeste de Asia. De hecho, los maíces comunes cerosos y duros se cultivan por sus mazorcas verdes en base a los problemas que presentan los maíces dulces. (Reyes, 2022).

2.1.1.5 Características nutrimentales

La composición química del grano de maíz, y por ende su valor nutritivo, dependen del genotipo de la variedad, el ambiente y las condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína del maíz es de 10% y una gran parte se encuentra en el germen del grano. No obstante, tanto el endospermo como el pedicelo llegan a tener hasta 9% de proteínas, clasificadas en cuatro tipos de acuerdo con su solubilidad: albúminas (solubles en agua), globulinas (solubles en soluciones de sales), prolaminas (solubles en soluciones alcohólicas) y glutelinas (solubles en soluciones alcalinas o ácidas diluidas). En el maíz, las pro-laminas se encuentran principalmente en el endospermo y han recibido el nombre de zeínas, mientras que las glutelinas se encuentran en la matriz proteínica de esta misma estructura; ambas proteínas constituyen cerca de 90% de las proteínas del grano completo. Por el contrario, las del germen son casi en su totalidad albúminas y globulinas.

Con el fin de conocer la calidad de las proteínas del maíz se ha determinado el patrón de aminoácidos esenciales; como resultado, se ha encontrado que tanto la zeína como la glutelina son deficientes en lisina y triptófano. De hecho, la zeína no contiene este último aminoácido. Otro aspecto sobresaliente de la calidad de la proteína del maíz es su alto contenido de leucina, pero su bajo contenido en isoleucina. Este desbalance provoca que el valor biológico de la proteína disminuya.

En cuanto al contenido de lípidos, el grano de maíz contiene alrededor de 5%, principalmente en el germen. El contenido de los ácidos grasos saturados, como el palmítico y el esteárico, es relativamente bajo en comparación con los ácidos grasos no saturados, como el oleico y linoleico, los cuales representan la mayoría del total de los lípidos contenidos en el grano de maíz. Cabe mencionar que el ácido linoleico es uno de los ácidos grasos esenciales en la nutrición humana, y forma parte de un grupo de compuestos bioactivos asociados a los lípidos, todos ellos relacionados con nutrición y salud, y varios de los cuales se encuentran en niveles variables en el maíz. En la tabla 2.1 se muestran los nutrientes de este cereal.

Tabla 2.1 Datos nutricionales del maíz

	Por 100 g de porción comestible	Por mazorca (125 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones Día-mujeres
Energía (Kcal)	72	104	3.000	2.300
Proteínas (g)	3,3	2,3	54	41
Lípidos totales (g)	0,78	0,5	100-117	77-89
AG saturados (g)	0,12	0,08	23-37	18-20
AG monoinsaturados (g)	0,228	0,16	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,367	0,25	17	13
v-3 (g)	0,011	0,008	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (v-6) (g)	0,356	0,245	10	8
Hidratos de carbono (g)	19,5	13,4	375-413	288-316
Fibra (g)	2,8	1,9	>35	>25
Agua (g)	71,8	49,4	2.500	2.000
Calcio (mg)	4	2,8	1000	1000
Hierro (mg)	0,68	0,5	10	18
Magnesio (mg)	32	22	350	330
Zinc (mg)	0,7	0,5	15	15
Sodio (mg)	5	3,4	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	294	202	3.500	3.500
Fósforo (mg)	87	59,8	700	700
Selenio (µg)	0,8	0,6	70	55
Tiamina (mg)	0,103	0,07	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,088	0,06	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	1,681	1,2	20	15
Vitamina B6 (mg)	0,179	0,12	1,8	1,4
Folatos (µg)	40	27,5	400	4200
Vitamina C (mg)	7,2	5	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	12	8,3	1.000	800

Fuente: (Ecoagricultor, 2021).

En cuanto a vitaminas, se sabe que el maíz amarillo contiene principalmente dos vitaminas solubles en grasa, β -caroteno o provitamina A y α -tocoferol o vitamina E, y la mayoría de las vitaminas solubles en agua. El maíz amarillo es una fuente razonablemente buena de provitamina A; sin embargo, ésta se pierde paulatinamente con el almacenamiento prolongado. Por otro lado, el contenido de niacina en el grano de maíz es muy alto en comparación con los requerimientos mínimos, pero no está presente en forma disponible para ser asimilado por el cuerpo humano. El germen del grano contiene 78% de los minerales, probablemente porque son esenciales durante el crecimiento del embrión, de los cuales el componente inorgánico más abundante es el fósforo, principalmente en las sales de potasio y magnesio del ácido fítico. Este compuesto, que llega a representar hasta 1% de la masa del grano, interfiere en la absorción intestinal de muchos minerales esenciales. El azufre, que es el cuarto elemento más abundante en el grano, está contenido en forma orgánica como parte de los aminoácidos metionina y cisteína (García, 2018).

2.1.1.6 Estadísticas de producción y consumo del maíz

La Producción de Maíz del año 2020 fue de 1,116.41 millones de toneladas. Los 1,133.89 millones de toneladas estimados para el año 2021 podrían significar un incremento de 17.47 millones de toneladas o 1.57% en la producción de maíz alrededor del mundo (GCMA, 2021).

PANORAMA MUNDIAL DE MAÍZ | PROYECCIÓN 2021/22

Fuente: GCMA con datos del USDA | (Mayo 2022)

*Ranking de México sin contar a la Unión Europea por ser una comunidad económica.

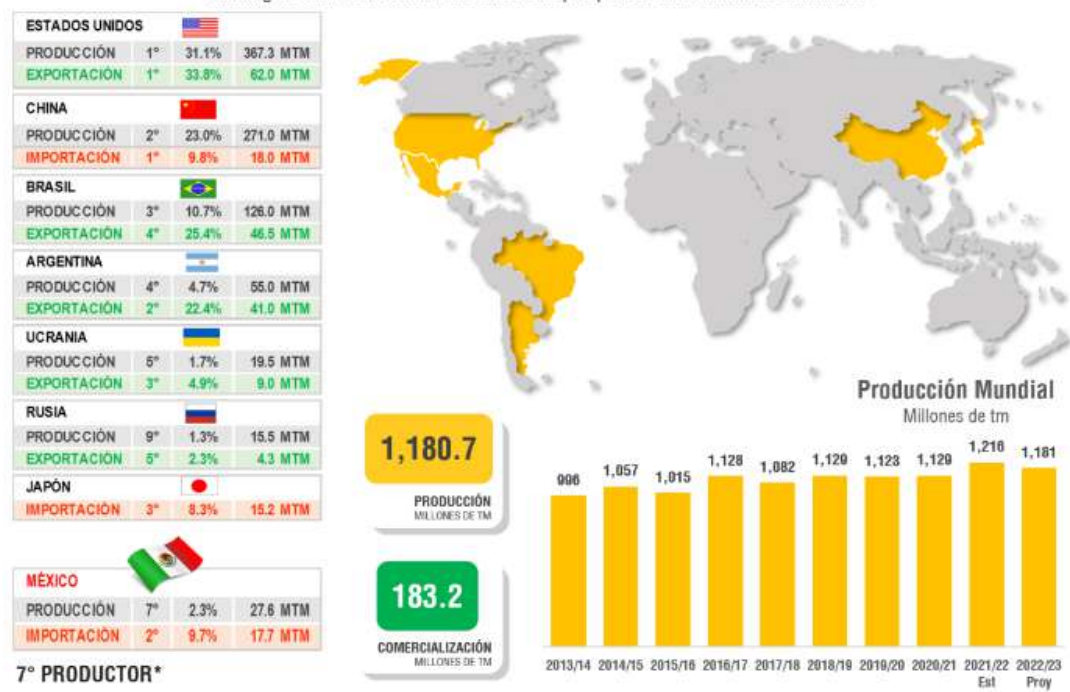


Ilustración 2.2 Producción de maíz a nivel mundial

El consumo mundial se mantendría al alza por octavo ciclo consecutivo. En 2020/21 se alcanzaría el récord de 1,149 mdt, superando en 1.8% el récord anterior. El consumo forrajero ascendería a 731 mdt, mientras que el consumo humano e industrial se estima en 418 millones de toneladas. Los principales países consumidores serían Estados Unidos, China y la Unión Europea, concentrando cerca del 59% del consumo mundial (Guajardo, 2021).

Por el lado de la demanda, las estimaciones para el ciclo 2020/2021 realizadas en febrero de 2021, indican que el consumo humano más el autoconsumo del cereal, será de 19 millones 35 mil toneladas, en tanto que, las exportaciones sean de 967 mil toneladas. El inventario final se calcula en millón 17 mil toneladas, 42.4% menor, versus el ciclo de mercado anterior. El consumo humano participa con 51.8% de la demanda nacional, y la producción aportará 90.6% de la oferta total (SIAP, 2021).

México estimó un crecimiento del 2.6 % en la producción de maíz grano en el país en el año agrícola 2021, con un volumen proyectado de 28, 427,436 toneladas. En un comunicado, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) recordó que en el año agrícola 2020 la producción de maíz grano fue de 27, 707,775 toneladas, un aumento del 1.8 % en comparación con 2019 (Forbes Staff , 2021).

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) estima la cosecha mundial de maíz para el 2021/22 en 1,197.8 millones de toneladas, por arriba de las 1,186.1 millones proyectadas el mes pasado. Además, estima que la Producción Mundial de Maíz 2020/2021 sería de 1,133.89 millones de toneladas, cerca de 9.67 millones de toneladas menos que la proyección del mes pasado.

En el ciclo primavera verano, tanto de riego como de temporal, en Guanajuato se sembró una superficie de 408 mil 374 hectáreas, y hasta el corte del 30 de noviembre del año 2018, se había cosechado 119 mil 530 hectáreas, con una producción de 667 mil 509 toneladas de maíz, de un rendimiento 5.548 toneladas por hectárea; registrando además 6 mil 870 hectáreas siniestradas por las inundaciones, principalmente (Sánchez, 2018).

2.1.2 Sorgo rojo

2.1.2.1 Antecedentes históricos

La aparición del sorgo data de cientos de años antes de Cristo en África específicamente donde hoy se encuentra Etiopia y Sudan ya que en estos lugares es donde más se han encontrado especies de sorgo, las cuales fueron dispersas hacia los demás continentes por migrantes y esclavos que salían de África (Trinidad, 2003).

Existen varias teorías con respecto al origen y diseminación del sorgo. Algunos primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d.c. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirías de 700 años a. c.

Sin embargo, los sorgos cultivados hoy en día se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* probablemente se originó hace 5000 a 6000 años. De la mano del hombre se extendió al Medio Oriente y Asia. A través del Mar Rojo pasó a la India, luego fue llevado a China por la Ruta de la Seda en el siglo XII. Posiblemente llegó a China en el 1,200 a. c y para 300 a. c, se cultivaba en la India, donde según Plinio, fue llevado a Roma un siglo antes de nuestra Era. El sorgo arriba al “Nuevo Mundo” con la infame trata africana de esclavos, entre los siglos XVI y XIX. (Alcala, 2003).

No se sabe cuándo se introdujo el sorgo por primera vez en América, pero se supone con bases muy creíbles, que este llegó en los barcos que transportaron esclavos procedentes de África, con el nombre de maíz de Guinea (Trinidad, 2003).

En los Estados Unidos de Norteamérica, inicialmente el cultivo de sorgo se utilizó para producir melaza, jarabe o forraje. En 1853 se introdujo sorgo ámbar chino, desde China por intervención de Francia. En 1857 Leonardo Wary (productor de caña de azúcar) trajo de Sudáfrica quince variedades, algunas de estas dieron origen al sorgo dulce (Alcala, 2003).

2.1.2.2 Taxonomía del sorgo rojo

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Panicoideae*

Tribu: *Andropogoneae*

Subtribu: *Andropogoninae*

Género: *Sorghum* (Mosse, 2019).

2.1.2.3 Características del sorgo

Las cañas del sorgo pueden medir de 1 a 2 metros de altura. Llenas de un tejido blanco y algo dulce, vellosas en los nudos. Tiene hojas lampiñas, ásperas en los bordes. Las flores aparecen en una panoja floja, grande y derecha; o bien espesa, arracimada y colgante, en la ilustración 2.3 se muestra la morfología del sorgo. La planta se adapta bien en zonas áridas o semiáridas con calor. Esta planta es capaz de soportar la sequía durante un periodo bastante largo y reanudar su crecimiento cuando vuelve a llover. Para germinar necesita una temperatura de 12 o 13°C. Se desarrolla en terrenos alcalinos, especialmente las variedades azucaradas, que aumentan su contenido de sacarosa en los tallos y hojas. Prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados (SAGARPA, 2017).

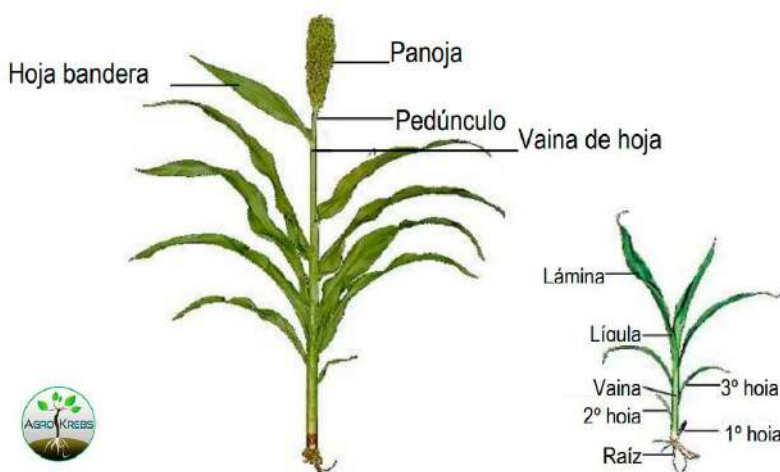


Ilustración 2.3 Morfología del sorgo

2.1.2.4 Origen cito genético

El sorgo pertenece a la familia *poaceae*, tribu *andropogoneae*. Esta tribu comprende dos géneros de sorgo: el género *sorghum*, en el cual se encuentra el sorgo y el género *saccharum*. El número de cromosomas básico es de 5, 9 y 10, según las distintas especies. El número básico de cromosomas entre la tribu *Maydeae* y la tribu *Andropogoneae* es de 5 y 10, por lo tanto, la póliploidia ocurre frecuentemente entre las dos tribus.

El sorgo es un cereal utilizado desde la más remota antigüedad en África para el consumo humano, forraje para el ganado y materia prima de bebidas alcohólicas y fibra. Su registro histórico a nivel mundial se remota aproximadamente a los 3,000 años antes de la Era Cristiana (Trinidad, 2003).

2.1.2.5 Características nutrimentales

El pericarpio de sorgo es bajo en proteína y ceniza y rico en componentes fibrosos. El germen del sorgo es rico en cenizas, proteína y aceite, pero muy pobre en almidón. Más del 68% de la materia mineral total y del 75% del aceite del grano entero se halla localizado en la parte del germen. Su aportación a la proteína del grano es solo del 15%. El germen de sorgo es rico en vitaminas B (Valero, 2009), en la tabla 2.2 se muestran los datos nutricionales del sorgo.

Tabla 2.2 Datos nutricionales del sorgo

Nutrientes	Por 100 gr	Valor diario
Energía	329 kcal	16 %
Grasa total	3,46 gr	5 %
Carbohidratos	72,1 gr	24 %
Colesterol	0 mg	0 %
Sodio	2 mg	0 %
Agua	12,40 mg	12 %
Proteína	10,62 gr	20 %
Vitaminas		
Vitamina B-3	3,7 mg	18 %
Vitamina B-9	20 mg	5 %
Minerales		
Calcio	13 mg	1 %
Hierro	3,36 mg	19%
Potasio	363 mg	8 %
Fósforo	289 mg	29 %
Sodio	2 mg	0 %
Zinc	1,67 mg	11 %
Manganeso	1,60 mg	80 %
Selenio	12,2 µg	17

Fuente: (Valero, 2009).

2.1.2.6 Estadísticas de producción y consumo

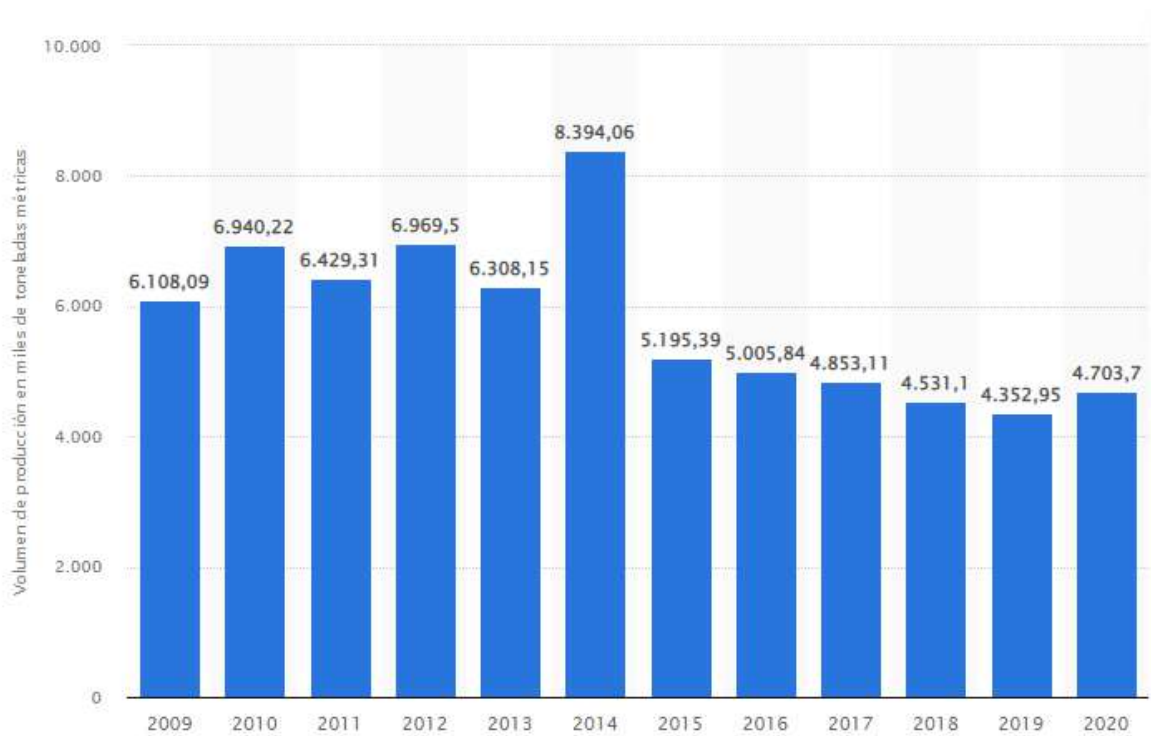
La producción esperada a nivel mundial durante el ciclo comercial 2020/21, según cifras del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, ronda los 66 millones de toneladas, superando en 5.1% la producción del ciclo anterior. Este crecimiento sería el resultado de mayor superficie cosechada y mayor rendimiento, los cuales crecerían en 2.3 y 2.6% respectivamente.

Estados Unidos, Nigeria y Etiopía se mantendrían como los principales productores a nivel mundial. En Estados Unidos, se espera una producción de 12 millones de toneladas y crecimiento anual de 26.4%, debido a mayor superficie por cosechar (FAO, 2020).

Se espera que la demanda disminuya 3.2 por ciento. La estimación de sus componentes prevé que el consumo industrial sea de 4.5 millones de toneladas; el inventario de 509 mil toneladas, 37.5% menor comparado con el ciclo anterior. La producción nacional, aumenta su participación en la oferta 78.7%, y la demanda del consumo industrial aporta 94.4% (AGRICULTURA, 2021)

El consumo mundial del grano se prevé en 65 millones de toneladas, lo que representa un incremento anual de 5.4 por ciento. Aproximadamente el 57% del consumo total se destinaría al consumo humano e industrial, mientras que el consumo forrajero participaría con el 43% y crecería en 11% (FAO, 2020).

En 2019, el volumen de producción de sorgo en grano en México superó los 4,3 millones de toneladas métricas, lo que representa un decremento de alrededor del 3,9% en comparación con lo reportado el año anterior. En 2020, se alcanzó una producción superior a los 4,7 millones de toneladas, cifra más alta de los últimos tres años, gráfica 2.1 (SAGARPA, 2017).



Gráfica 2.1 Volumen de producción de sorgo en grano en millones de toneladas métricas en México.

2.2 Bebidas fermentadas a base de cereales

La fermentación se ha realizado durante mucho tiempo; se cree que se practicaba al menos desde unos 10000 años a. C. suficientes pruebas científicas y arqueológicas han demostrado que la bebida fermentada a base de un cereal más antigua del mundo es la cerveza, producida por primera vez 4000 años a. C. por los sumerios en el sur de Babilonia (Escobar, 2010).

No se puede identificar o determinar los primeros productores de los cereales fermentados o señalar una zona o un pueblo responsable de las primeras producciones, podemos decir que bebidas elaboradas a base de granos y/o frutos existían en la antigua Mesopotamia, África, Lejano Oriente y América.

Las primeras bebidas fermentadas se elaboraban con los cereales disponibles en cada región, así en la Mesopotamia usaban trigo y mijo, en África sorgo (hoy se produce una bebida fermentada de sorgo que se consume durante la fermentación), en China y Japón de arroz y en América de maíz (Chicha) (Fausto, 2013).

Los productos fermentados de cereales, en particular los derivados del maíz como la chicha, son muy importantes en América Latina y se han consumido como alimento básico principal durante siglos. La chicha es la bebida fermentada tradicional más importante que se produce desde tiempos prehispánicos en regiones del noroeste de Argentina y regiones andinas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, siendo consumidos principalmente por la población nativa durante las festividades religiosas y agrícolas y durante eventos familiares y sociales (Ferrari, 2020).

2.2.1 Bebidas fermentadas de maíz

El maíz es base para la elaboración de la tortilla y de una amplia gama de alimentos, entre ellos bebidas fermentadas. Las bebidas fermentadas tradicionales a base de maíz, las podríamos clasificar en dos grupos, fermentaciones de maíz sin nixtamalización, como es el caso del Tesgüino, y las que se elaboran de la fermentación de la masa de maíz nixtamalizada, como es el caso del tejuino. Dentro de las bebidas preparadas con este ingrediente se encuentran;

- Guarapo. Esta bebida refrescante también puede elaborarse con caña, agregándole pulque y miel. Es tradicional en los estados de Veracruz y Tabasco, ilustración 2.3.
- Cacapote o Cauchan. Se elabora con cacao y maíz dorado molido con canela. No contiene alcohol y se disuelve en agua o leche.
- Chilatole. En Puebla y Tlaxcala se prepara esta bebida con maíz fermentado, a la que se le agrega chile y sal.

- Chorote. Bebida refrescante creada con maíz hervido en agua que se mezcla con cacao. Los ingredientes forman una masa que se bate y se cuele. No contiene alcohol y es muy común servirla en jícaras.
- Piznate. Esta bebida de maíz, piloncillo y agua es originaria del estado de Nayarit, ilustración 2.4.
- Pozol. Bebida tabasqueña con maíz, cacao y agua. Hay variaciones que agregan pizte o cacao. Ésta última versión se utiliza tradicionalmente en ceremonias religiosas, aunque en Chiapas y Tabasco se ha vuelto de consumo cotidiano.
- Tanchuca. Elaborada en Yucatán y Tabasco, incluye maíz, chocolate y anís macerados y hervidos.
- Taxcalate. Bebida refrescante de Chiapas que contiene cacao, maíz tostado o tortillas, achiote y canela molidos juntos.
- Tejuino. Preparada a base de maíz fermentado, se parece a un atole frío. Hay variaciones regionales, por ejemplo, en Jalisco se le agrega sal y limón. Por otro lado, en San Luis y Puebla se prepara con tuna.
- Tesgüino o Batari. Es popular entre los tarahumaras de Chihuahua. Se colocan los granos de maíz sobre hojas de pino y se humedecen hasta germinar. Luego se muele y cuele el líquido para fermentarlo. Tiene un aspecto blanquecino y un sabor amargo. Su contenido de alcohol es muy bajo y se usa mayoritariamente para rituales (Pulsoslp, 2018).



Ilustración 2.3 Guarapo



Ilustración 2.4 Piznate

2.2.1.1 Tejuino

La bebida del tejuino es originaria de Nayarit. El nombre de tejuino proviene de la palabra tecuín de origen náhuatl y tiene como significado “latir”. Esta bebida es conocida como “la bebida de los dioses”, su consumo dentro del país viene desde la época prehispánica, esto se ha demostrado con encuentros de residuos de dicha bebida en zonas arqueológicas. Es producido en Jalisco, Oaxaca, Nayarit, Chihuahua y Colima (Elizondo, 2016).

Es una bebida derivada del maíz. El maíz ha sido el alimento precolombino por excelencia en el desarrollo de la cultura mexicana hasta nuestros días. Se consumía para satisfacer la sed ante el inclemente sol de quienes realizaban largas trayectorias. La base de su preparación, maíz molido y piloncillo (Elizondo, 2016).

El Tejuino se elabora de manera artesanal por medio de la fermentación del nixtamal de maíz. Se comienza a preparar con granos de maíz germinado o nixtamalizado y se mezclan o se muelen con piloncillo o azúcar, y se le añade tejuino anteriormente elaborado denominado como tejuino “viejo”. El tejuino es consumido como bebida refrescante y dependiendo los gustos de los consumidores se le puede añadir sal, jugo de limón e incluso nieve de limón. En el proceso de la fermentación se desarrollan diversos microorganismos que ayudan a la bebida en su sabor, olor y consistencia característica, ilustración 2.5 (Espinoza, 2017).



Ilustración 2.5 Tejuino

2.2.1.1.1 Características nutricionales

En su proceso de obtención participan microorganismos como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Saccharomyces spp*, *Candida guilliermondii*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus acidophilus* y *Leuconostoc mesenteroides* que le confieren su sabor olor y consistencia. Con respecto a sus propiedades nutrimentales, recientemente se han encontrado propiedades probióticas proporcionadas por *Weissella cibaria* y *Leuconostoc citreum* mediante la evaluación de la supervivencia de cepas bacterianas aisladas de esta bebida mexicana en un modelo gastrointestinal humano (Cruz & Monterrosa, 2018).

2.2.1.1.2 Lugares de consumo

Esta bebida es de consumo popular en la ciudad de Guadalajara y en la zona Oriente de México y su consumo se ha extendido a otros estados de la república como Veracruz, Nayarit, Michoacán, Baja California Sur y Colima (Espinoza, 2017).

2.2.2 Bebidas fermentadas de sorgo

Las primeras bebidas fermentadas se elaboraban con los cereales disponibles en cada región, así en la Mesopotamia usaban trigo y mijo, en África sorgo, en China y Japón de arroz y en América de maíz. Durante el descubrimiento de América la cebada fermentada paso a ser un ingrediente importante de la alimentación en Europa y América.

Bebidas hechas con sorgo:

- Baijiu: Esta bebida de China literalmente significa “alcohol blanco” tiene un gusto similar al vodka. Es un destilado de sorgo, aunque también se utiliza, el trigo, la cebada, el mijo y arroz. Al parecer es originario del oeste de China. Su producción pasó de ser artesanal a ser producto de estado. Si bien en recientes fechas ha aumentado mucho su precio, sigue siendo un licor popular en el país asiático, ilustración 2.6.
- Burukutu: Hecha con fermento de sorgo y otros cereales enriquecidos, es

una bebida alcohólica popular en la región central de Nigeria, ilustración 2.7.

- Amgba: Elaborada artesanalmente en Camerún y República Central Africana esta bebida de color opaco se produce con la fermentación del sorgo y el maíz (Fausto, 2013).



Ilustración 2.6 Baijiu



Ilustración 2.7 Burukutu

2.3 Evaluación sensorial para el desarrollo de nuevos productos

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra *sensus*, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos, o sea, sus cinco sentidos. Esta ciencia se ocupa de medir y cuantificar las características de un producto como son; apariencia, color, olor, sabor y textura tal y como son percibidos por los sentidos humanos (Anzaldúa-Morales, 2005).

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos de Estados Unidos (IFT) define a la Evaluación Sensorial como una “ciencia utilizada para provocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. En este sentido, la Evaluación Sensorial se considera una herramienta eficaz a la hora de analizar y estudiar las características de los alimentos.

Los análisis utilizados en Evaluación Sensorial se dividen en dos grandes grupos:

- **Pruebas de discriminación:** Permiten determinar si existen diferencias sensoriales entre los productos a evaluar. Incluyen medición de estímulos, determinación de umbrales de percepción y de diferenciación, pudiendo ser Pruebas de Diferencia Global (Test del Triángulo, Dúo-Trío) o Pruebas de Diferencia por Atributos (prueba de comparación de a pares y prueba de comparación múltiple).
- **Ensayos descriptivos:** Son los análisis más usados para obtener características del producto, también se los denomina Perfiles. Estos se realizan con un panel de evaluadores entrenados. Dichas pruebas permiten, por medio de descriptores, realizar un mapa sensorial de un producto, obteniendo así información detallada y objetiva (García G. , 2020).

Dentro de los grupos de evaluaciones sensoriales encontramos las siguientes pruebas, las cuales fueron utilizadas para la evaluación de las bebidas fermentadas:

- **Prueba triangular:** Esta prueba consiste en presentar tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es diferente. En esta prueba hay un 50% de probabilidad que el juez acierte (Anzaldúa-Morales, 2005).
- **Prueba de preferencia:** En esta solo se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. La prueba es muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las dos prefiere. Es importante incluir en el cuestionario una sección para comentarios para que así uno pueda darse cuenta de por qué los jueces prefieren una muestra en particular (Anzaldúa-Morales, 2005).
- **Prueba hedónica:** Aquí se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista (Regueiro, 2014).

- **Prueba de perfil de sabor:** Esta prueba permite detectar pequeños cambios en el sabor del producto que está siendo evaluado. Se aplica entonces para desarrollar y mejorar sabores en los productos alimenticios para hacerlos más agradables y también se emplea esta prueba para detectar olores desagradables (Anzaldúa-Morales, 2005).

CAPÍTULO III

Materiales y métodos

3.1 Producción de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

Para la elaboración del tejuino se utilizó maíz criollo originario del rancho La Mina municipio de Abasolo Guanajuato. Este maíz ha sido sembrado en esta comunidad desde hace aproximadamente 60 años y año con año se selecciona la semilla para cosecharlo nuevamente.

La bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino) se elaboró con sorgo rojo adquirido en una tienda llamada “El Granero del Sur” ubicada en la ciudad de Abasolo Guanajuato.

3.1.1 Bebida fermentada de maíz

3.1.1.1 Nixtamalización de maíz

La nixtamalización se realizó utilizando 500 g de maíz, los cuales fueron llevados a cocción con 1.250 L de agua y 10 g de cal, se dejó en el fuego por 45 min obteniendo así un grano suave y fácil de retirar la piel al frotarlos. Posteriormente se molieron los granos nixtamalizados para obtener la masa de maíz (Rodríguez, 2020).

3.1.1.2 Elaboración de bebida fermentada de maíz

Fueron disueltos 500 g de masa nixtamalizada de maíz en 2600 mL de agua, posteriormente fueron adicionados 260 g de piloncillo, 240 g de azúcar y 4 g de canela; la mezcla se mantuvo a fuego medio en constante movimiento. Una vez que la consistencia fue más espesa, se bajó el fuego y se agregó el jugo de un limón y se continuó la cocción por 45 minutos más. La mezcla se dejó fermentar por 24 horas a temperatura ambiente.

Pasado el tiempo al fermentado se le añadieron 500 mL de agua y la mezcla fue homogenizada. Para las evaluaciones sensoriales por cada litro de bebida fermentada, fueron utilizados 500g hielo, 5g de sal de grano y el jugo de 3 limones (Flores *et al.*, 2009).

3.1.2 Bebida fermentada de sorgo rojo

3.1.2.1 Nixtamalización

La nixtamalización se realizó utilizando 500 g de sorgo rojo, los cuales fueron llevados a cocción con 1.250 L de agua y 10 g de cal, se dejó en el fuego por 45 min obteniendo así un grano suave y fácil de retirar la piel al frotarlos. Posteriormente se molieron los granos nixtamalizados para obtener la masa de maíz (Rodríguez, 2020).

3.1.2.2 Elaboración de bebida fermentada de sorgo rojo

La bebida fermentada tipo tejuino de sorgo rojo es un nuevo producto, por tanto, fue necesario realizar dos formulaciones para analizar cuál y porqué es más aceptado por el consumidor y de esta manera determinar la formulación que se usará para realizar las pruebas sensoriales.

3.1.2.2.1 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1

Fueron disueltos 500 g de masa nixtamalizada de sorgo rojo en 2600 mL de agua, posteriormente fueron adicionados 500 g de piloncillo; la mezcla se mantuvo a fuego medio en constante movimiento. Una vez que la consistencia fue más espesa, se bajó el fuego y se agregó el jugo de un limón y se continuó la cocción por 45 minutos más. La mezcla se dejó fermentar por 24 horas a temperatura ambiente. Pasado el tiempo al fermentado se le añadieron 500 mL de agua y la mezcla fue homogenizada. Para las evaluaciones sensoriales por cada litro de bebida fermentada, fueron utilizados 500g hielo, 5g de sal de grano y el jugo de 3 limones (Flores *et al.*, 2009).

3.1.2.2.2 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2

Fueron disueltos 500 g de masa nixtamalizada de sorgo rojo en 2600 mL de agua, posteriormente fueron adicionados 260 g de piloncillo, 240 g de azúcar y 4 g de canela; la mezcla se mantuvo a fuego medio en constante movimiento. Una vez que la consistencia fue más espesa, se bajó el fuego y se agregó el jugo de limón y

se continuó la cocción por minutos más. La mezcla se dejó fermentar por 24 horas a temperatura ambiente. Pasado el tiempo, al fermentado se le añadieron 500 mL de agua y la mezcla fue homogenizada. Para las evaluaciones sensoriales, por cada litro de bebida fermentada, fueron utilizados 500 g de hielo, 5 g de sal de grano y el jugo de 3 limones (Flores *et al.*, 2009).

3.1.2.2.3 Selección mediante prueba de preferencia de la formulación ideal para la bebida fermentada de sorgo rojo

Esta prueba se realizó a 20 personas (Anzaldúa-Morales, 2005), los cuales fueron seleccionados de acuerdo con su edad (18-23 años).

Se les presento una muestra de cada formulación del tejuino de sorgo rojo codificadas de la siguiente manera, 539 para la primera formulación y 125 para la segunda formulación.

El formato utilizado se presenta en la ilustración 3.1 (Anzaldúa-Morales, 2005). Los resultados de esta prueba fueron analizados estadísticamente, mediante una prueba de hipótesis (con un nivel de confianza del 95%) utilizando el anexo 2.

Prueba de preferencia para dos tipos de bebidas

Nombre: _____

Semestre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Instrucciones.

Por favor, prueba las muestras que se te presentan e indica cual es de tu preferencia y responde a la pregunta solicitada.

Muestras	
539	125
Prefiero la muestra: _____	

¿Por qué la eligió?

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.1 Formato de encuesta para prueba de preferencia para seleccionar la formulación del tejuino de sorgo rojo

3.2 Determinar mediante un análisis discriminativo si existen diferencias entre una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

3.2.1 Prueba triangular

El análisis discriminativo se llevó a cabo mediante una prueba triangular, la cual se realizó a 36 jueces (Anzaldúa-Morales, 2005), los cuales fueron seleccionados de acuerdo con su edad (18-23 años).

Se presentaron tres muestras a cada juez, de las cuales dos eran iguales y una era diferente. Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de 3 dígitos como se muestra en la tabla 3.1. Se hicieron combinaciones de acuerdo con estas codificaciones para presentarlas a los jueces, tabla 3.2.

Tabla 3.1 Codificación de las muestras para prueba triangular

Muestra	Codificación	
Tejuino de maíz	236	974
Tejuino de sorgo	781	455

Tabla 3.2 Combinaciones de muestras para prueba triangular

Muestra diferente	Combinación		
Tejuino de maíz	781	455	236
Tejuino de maíz	236	455	781
Tejuino de maíz	455	236	781
Tejuino de sorgo	236	974	781
Tejuino de sorgo	974	781	236
Tejuino de sorgo	781	974	236

El formato utilizado para las encuestas se presenta en la Ilustración 3.2 (Anzaldúa-Morales, 2005).

1 Prueba triangular para dos tipos de bebidas

Nombre: _____

Grupo: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Instrucciones.

- Probar las muestras de izquierda a derecha. Dos son idénticas; determinar cuál es diferente.
- Si no observa diferencias proceda al azar.

Muestras		
781	455	236
La muestra diferente es: _____		

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.2 Formato de encuesta para prueba triangular

Los resultados de esta prueba fueron analizados estadísticamente, mediante una prueba de hipótesis (con un nivel de confianza del 99%) utilizando el anexo 1.

3.3 Determinar la aceptación y preferencia de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

3.3.1 Prueba de preferencia

La prueba de preferencia fue realizada utilizando 50 jueces los cuales fueron elegidos en un rango de 18-23 años de edad a causa de ser las personas que consumen este tipo de bebidas (Anzaldúa-Morales, 2005).

Se presentó una muestra de cada bebida usando una codificación de 3 dígitos aleatorios, 236 para el tejuino de maíz y 781 para el tejuino de sorgo, como borrador entre ambas muestras se usó agua natural. El formato de encuesta que se usó se presenta en la Ilustración 3.3. Se agregó un apartado de comentarios para conocer por qué eligió tal muestra.

Prueba de preferencia para dos tipos de bebidas

Nombre: _____

Semestre: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones.

Por favor, prueba las muestras que se te presentan e indica cual es de tu preferencia y responde a la pregunta solicitada.

Muestras	
236	781
Prefiero la muestra: _____	

¿Por qué la eligió?

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.3 Formato de encuesta para prueba de preferencia

Los resultados de esta prueba fueron analizados estadísticamente, mediante una prueba de hipótesis (con un nivel de confianza del 99%) utilizando el anexo 2.

3.3.2 Prueba hedónica

Se realizó la prueba hedónica verbal para determinar el grado de satisfacción de los diferentes atributos (color, olor, sabor y consistencia) de las muestras presentadas. Para esta prueba se usó la misma codificación que en la prueba de preferencia. Se presentaron las muestras a 30 jueces (Anzaldúa-Morales, 2005) con edades de entre 18-23 años.

El formato utilizado se presenta en la en la ilustración 3.4 (Anzaldúa-Morales, 2005).

Prueba hedónica para dos tipos de bebidas

Nombre: _____

Semestre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Instrucciones. Por favor, prueba la muestra e indica tu nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia que se muestra en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO	Atributo	236	781
5	Me gusta mucho	Color		
4	Me gusta moderadamente	Olor		
3	No me gusta ni me disgusta	Sabor		
2	Me disgusta moderadamente	Consistencia		
1	Me disgusta mucho			

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.4 Formato de encuesta para prueba hedónica

Para esta prueba, los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza de un factor con un nivel de confianza del 99%.

3.4 Determinar el perfil de sabor de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

3.4.1 Selección de jueces

Para determinar el perfil de sabor, es necesario contar con jueces entrenados, por lo tanto, fue necesario llevar a cabo, 3 etapas previas de selección, la primera fue con ayuda de la prueba triangular, se eligieron a las 20 personas que acertaron en la muestra que era diferente, posteriormente se les hizo llegar una encuesta en línea como la que se muestra en la ilustración 3.5 con la finalidad de que los jueces seleccionados confirmaran si estarían dispuestos a realizar la prueba. Por último, se les aplicó un entrenamiento en donde se les dio a probar 4 diferentes tipos de sabores (dulce, amargo, salado, ácido) con diferente intensidad, el formato utilizado se muestra en la ilustración 3.6. Este entrenamiento fue realizado con la finalidad de que pudieran identificar la intensidad de cada sabor y ordenarlas de menor a mayor intensidad (Anzaldúa-Morales, 2005), de esta manera serían aptos para

realizar la prueba de perfil de sabor.

The image shows a screenshot of an online survey form. The title is "Tejuino de maíz y sorgo rojo" in a purple header. Below the title, it says "Por favor contesta las siguientes preguntas". The form has three main sections. The first section is for "Nombre completo" with a red asterisk and a "Texto de respuesta largo" input field. The second section is for "Semestre" with a red asterisk and a "Texto de respuesta breve" input field. The third section is a question: "Estarías dispuesto a realizar evaluaciones sensoriales en bebidas fermentadas de maíz y sorgo rojo" with a red asterisk. It has three radio button options: "Sí", "No", and "Tal vez". Below this, there is a blue box with text: "Cuentas con la disponibilidad de tiempo para realizar estas pruebas (días 6, 7 y 8 en un horario de 9:00-9:30am)". To the right of this box is a dropdown menu with "Opción múltiple" selected. Below the blue box, it says "Sugerencias: Tal vez" and has two radio button options: "Sí" and "No".

Tejuino de maíz y sorgo rojo

Por favor contesta las siguientes preguntas

Nombre completo *

Texto de respuesta largo

Semestre *

Texto de respuesta breve

Estarías dispuesto a realizar evaluaciones sensoriales en bebidas fermentadas de maíz y sorgo rojo *

☐ Sí

☐ No

☐ Tal vez

Cuentas con la disponibilidad de tiempo para realizar estas pruebas (días 6, 7 y 8 en un horario de 9:00-9:30am)

Sugerencias: Tal vez

☐ Sí

☐ No

Opción múltiple

Ilustración 3.5 Encuesta en línea realizada a los 20 jueces elegidos en la primera etapa de selección para la prueba de perfil de sabor

Entrenamiento de jueces para prueba de perfil de sabor

Nombre: _____

Semestre: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** _____

Indicaciones

- Se te presentan 20 muestras con **sabores dulce, salado, agrio y amargo**.
- Primero pruébalas y sepárelas en cuatro grupos, dependiendo del sabor, y después, para cada sabor, ordénalas de menor a mayor intensidad de sabor
- Indica tus respuestas usando la clave señalada en cada vaso.
- Enjuágate la boca con agua pura después de probar cada muestra.
- Escupa en el recipiente que se te dio.

NO SE TRAGUE LAS MUESTRAS

Dulce				
_____	_____	_____	_____	_____
Salado				
_____	_____	_____	_____	_____
Agrio				
_____	_____	_____	_____	_____
Amargo				
_____	_____	_____	_____	_____

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.6 Formato de encuesta para entrenamiento para la prueba de perfil de sabor

3.4.2 Prueba de perfil de sabor

Después del entrenamiento, se aplicó la prueba de perfil de sabor a los 10 jueces seleccionados en donde se les presentó las dos diferentes muestras con una codificación de 150 para el tejuino de maíz y 603 para el tejuino de sorgo. Los jueces evaluaron la intensidad de los sabores del tejuino (dulce, salado, ácido, amargo, umami y fermentado) de acuerdo con la percepción de cada uno. Al finalizar esta prueba se volvió a realizar la misma pero esta vez en forma grupal. Para realizar las encuestas de esta prueba se aplicó el formato que se muestra en la ilustración 3.7 (Anzaldúa-Morales, 2005).

Nombre: _____

Semestre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Indicaciones

Por favor, prueba las muestras que se te presentan y describe las características de sabor que estén presentes en la muestra.

Marca con una X sobre la casilla del término que más describa lo que sientes por la muestra.

Muestra 150							
Sabor	-3	-2	-1	0	1	2	3
Dulce							
Salado							
Acido							
Amargo							
Umami							
Fermentado							

Muestra 603							
Sabor	-3	-2	-1	0	1	2	3
Dulce							
Salado							
Acido							
Amargo							
Umami							
Fermentado							

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 3.7 Formato de encuesta para perfil de sabor

CAPÍTULO IV

Resultados y discusión

4.1 Producción de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

4.1.1 Bebida fermentada de maíz tejuino

La bebida fermentada de maíz (tejuino) que se obtuvo cumplió con las características esperadas de acuerdo a Cabezas (2016), donde nos indica que su consistencia es espesa y un sabor agridulce, la bebida elaborada presento un color café en tonalidad media, su consistencia fue liquida, un poco espesa antes de adicionar el hielo, el olor era a masa de maíz con un toque a limón y su sabor era a maíz, dulce, poco ácido y un poco a fermento.



Ilustración 4.1 Bebida fermentada de maíz (tejuino)

4.1.2 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1

Para la formulación 1 de la bebida fermentada de sorgo rojo se obtuvo una bebida de color café oscuro, su consistencia fue liquida, presentaba un olor a sorgo nixtamalizado y su sabor era dulce y un poco a fermento.



Ilustración 4.2 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 1

4.1.3 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2

La bebida fermentada de sorgo rojo de la formulación 2 presentó un color muy parecido al de la bebida fermentada de maíz, su consistencia era líquida, su olor era a sorgo nixtamalizado con un toque a limón y su sabor era dulce, un poco ácido, con un toque de fermento y el sabor a sorgo se distinguía un poco.



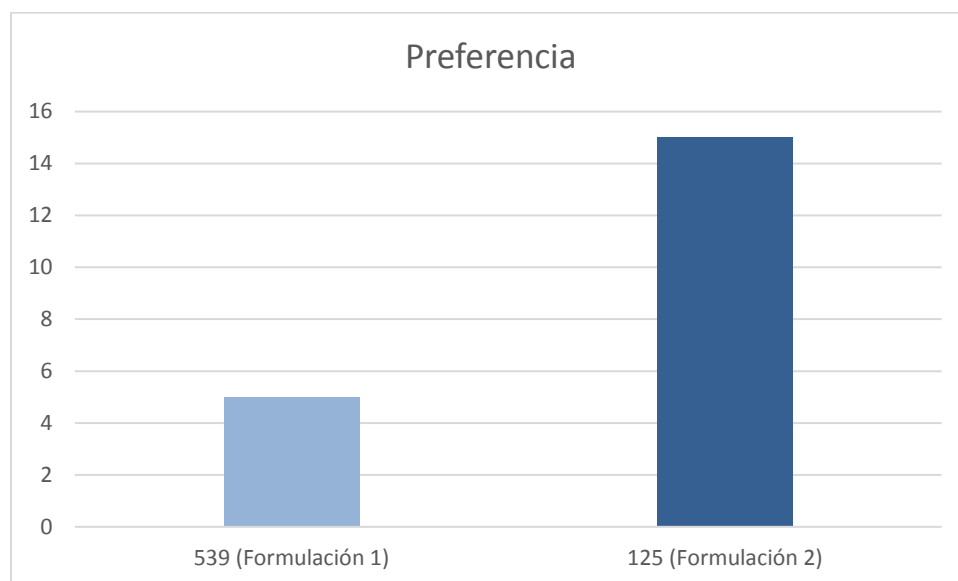
Ilustración 4.3 Bebida fermentada de sorgo rojo formulación 2

4.1.4 Selección mediante prueba de preferencia de la formulación ideal para la bebida fermentada de sorgo rojo

En esta prueba se obtuvo una preferencia por la bebida de la formulación 2, la cual es igual a la que se utilizó para elaborar el tejuino de maíz ya que 15 de las 20 personas encuestadas se inclinaron por esta muestra. De acuerdo con los comentarios, la prefirieron porque su sabor fue menos dulce en comparación con el de la formulación 1.

Los datos obtenidos se presentan en la gráfica 4.1.

En la ilustración 4.4 se muestra un ejemplo de una encuesta contestada que se llevó a cabo para esta prueba.



Gráfica 4.1 Preferencia entre las dos formulaciones de tejuino de sorgo rojo

Evaluación sensorial de preferencia para dos tipos de bebidas

Nombre: Maria de la Luz Pedriguez Villa

Semestre: 6 Edad: 21 Fecha: 17/Marzo/22

Instrucciones.

Por favor, prueba las muestras que se te presentan e indica cual es de tu preferencia y responde a la pregunta solicitada.

Muestras	
539	125
Prefiero la muestra: <u>539</u>	

¿Por qué la eligió?

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.4 Formato de encuesta contestado por parte de uno de los jueces, el cual elige la formulación 1.

Para evaluar estadísticamente los resultados obtenidos se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 La formulación 1 y la formulación 2 del tejuino de sorgo rojo tienen la misma preferencia

H_1 La formulación 2 del tejuino de sorgo rojo tiene mayor preferencia a la formulación 1 del mismo.

De acuerdo con el anexo 2 podemos determinar que aceptamos la H_1 ya que solo se obtuvieron 15 respuestas correctas por lo que la formulación es más aceptada que la formulación 1 con un nivel de confianza del 95%.

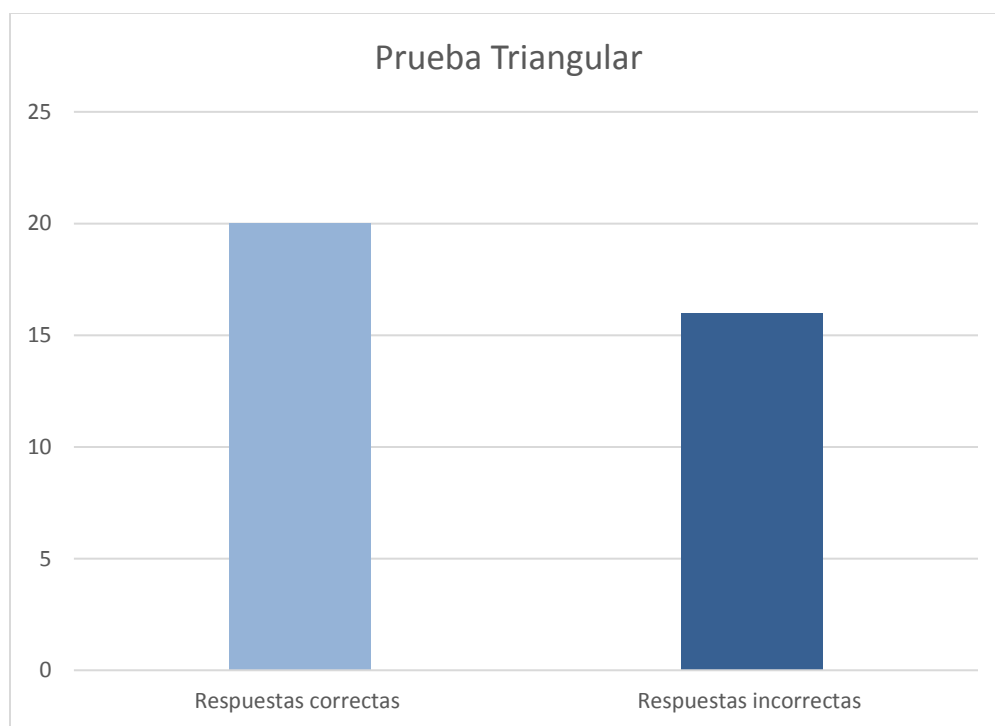
4.2 Determinar mediante un análisis discriminativo si existen diferencias entre una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

4.2.1 Prueba triangular

El análisis discriminativo se llevó a cabo mediante una prueba triangular, la cual fue aplicada a 36 jueces de los cuales 20 identificaron la muestra que era diferente, la mayoría acertó en la combinación donde la muestra diferente era de sorgo rojo.

Grafica 4.2

En la ilustración 4.5 se muestra un ejemplo de una encuesta contestada que se llevó a cabo para esta prueba.



Gráfica 4.2 Representación de las respuestas obtenidas de la prueba triangular

17 Prueba triangular para dos tipos de bebidas

Nombre: Karla Itzel Castro Estrada

Grupo: 6º A Edad: 21 Fecha: 28/Marzo/2022

Instrucciones.

- Probar las muestras de izquierda a derecha. Dos son idénticas; determinar cuál es diferente.
- Si no observa diferencias proceda al azar.

Muestras		
974	781	236
La muestra diferente es: <u>781</u>		

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.5 Formato de encuesta de prueba de triangular contestado por parte de un juez, la cual nos indica que la respuesta obtenida es correcta ya que se presentan las muestras 974 y 236 que corresponden al tejuino de maíz y la muestra diferente es la 781 que corresponde al tejuino de sorgo rojo

Para evaluar estadísticamente estos resultados se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 No hay diferencia significativa entre el tejuino de maíz y el tejuino de sorgo rojo

H_1 Existe diferencia significativa entre el tejuino de maíz y el tejuino de sorgo rojo

De acuerdo con el anexo 1 se determinó que se acepta la H_1 con un nivel de confianza del 99%, puesto que se obtuvieron 20 respuestas correctas, de las 36 posibles.

Para este tipo de prueba Anzaldúa-Morales (2005) menciona que son utilizadas en el análisis sensorial para evaluar la sensibilidad de los panelistas para participar en pruebas sensoriales. Por otro lado, Espinosa-Manfugás (2017) menciona que,

aunque es una prueba sencilla y de fácil interpretación está sometida a muchas tendencias, sesgos, predisposiciones y prejuicios, por lo que se recomienda aplicar también otro tipo de pruebas.

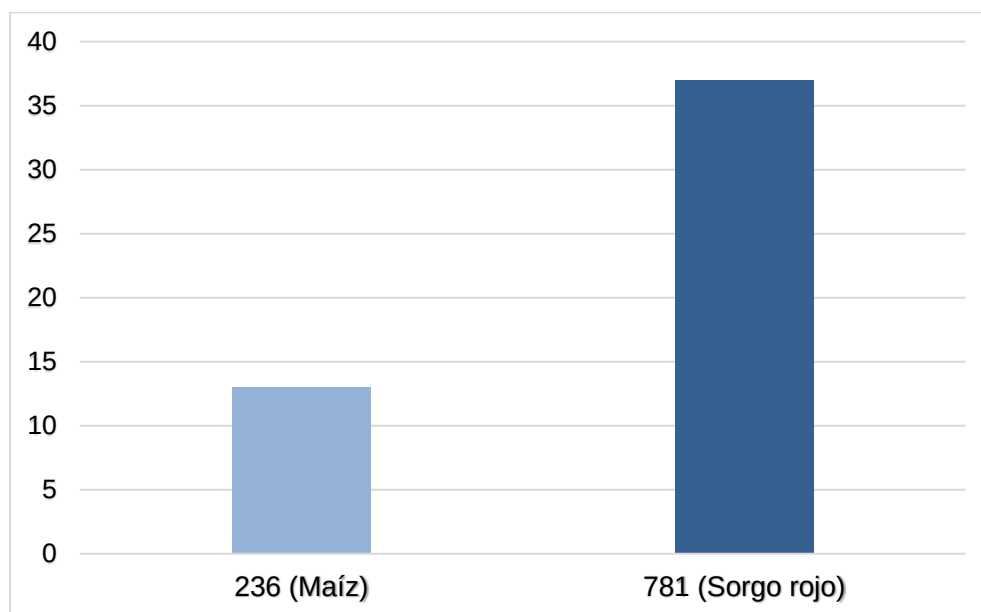
4.3 Determinar la aceptación y preferencia de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino).

4.3.1 Prueba de preferencia

En esta prueba se observó claramente la preferencia por la bebida tipo tejuino a base de sorgo rojo, ya que 37 de las 50 personas encuestadas se inclinaron por esta bebida. De acuerdo con los comentarios, la prefirieron porque su sabor fue más agradable en comparación con el de maíz.

Los datos obtenidos se presentan en la gráfica 4.3.

En la ilustración 4.6 se muestra un ejemplo de una encuesta contestada que se llevó a cabo para esta prueba.



Gráfica 4.3 Preferencia entre el tejuino de maíz y el tejuino de sorgo rojo

Prueba de preferencia para dos tipos de bebidas

Nombre: Rosa Jazmín Navarrete Rodríguez

Semestre: Decimo Edad: 23 Fecha: 29 de Marzo 2022

Instrucciones.

Por favor, prueba las muestras que se te presentan e indica cual es de tu preferencia y responde a la pregunta solicitada.

Muestras	
236	781
Prefiero la muestra: <u>781</u>	

¿Por qué la eligió?

El sabor es más sutil y me impacto menos en el paladar por
es un poco inusual el sabor. Tiene más textura que para mí es un
punto a favor.

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.6 Formato de encuesta de prueba de preferencia contestado por parte de un juez el cual elige la muestra 781 que corresponde a la bebida de sorgo rojo porque su sabor es más sutil y tiene menos impacto en el paladar además de ser un sabor inusual

Para evaluar estadísticamente estos resultados se formularon las siguientes hipótesis:

H_0 El tejuino de maíz y el tejuino de sorgo rojo tienen la misma preferencia

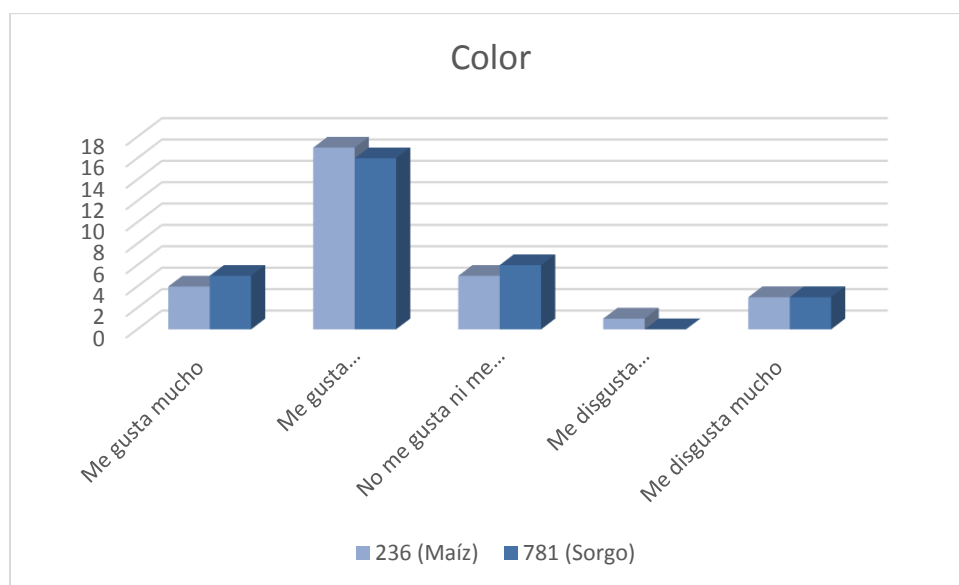
H_1 El tejuino de sorgo rojo tiene mayor preferencia que el tejuino de maíz

De acuerdo con el anexo 2 podemos determinar que aceptamos la H_1 (hipótesis alternativa) con un 99% de confianza puesto que 37 de las 50 respuestas, indicaron que prefieren la bebida fermentada de sorgo rojo.

Para este tipo de prueba Domínguez (2007) menciona que se usa cuando se quiere comparar un producto en relación a otro. Este tipo de prueba se aplica a panelistas sin entrenamiento e incluso poco nivel educativo ya que solo se trata de responder a la pregunta ¿Cuál prefiere?, para los resultados nos menciona también que se pueden evaluar con el anexo 2.

4.3.2 Prueba hedónica

La prueba hedónica se aplicó a 30 jueces en donde cada uno de ellos evaluó los atributos de color, olor, sabor y consistencias respectivamente. Para el atributo de color el nivel de agrado mayormente asignado fue “me gusta moderadamente” para ambas bebidas como se muestra en la Gráfica 4.4.



Gráfica 4.4 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del color.

Para la evaluación estadística de estos resultados se realizó un análisis de varianza con las siguientes hipótesis:

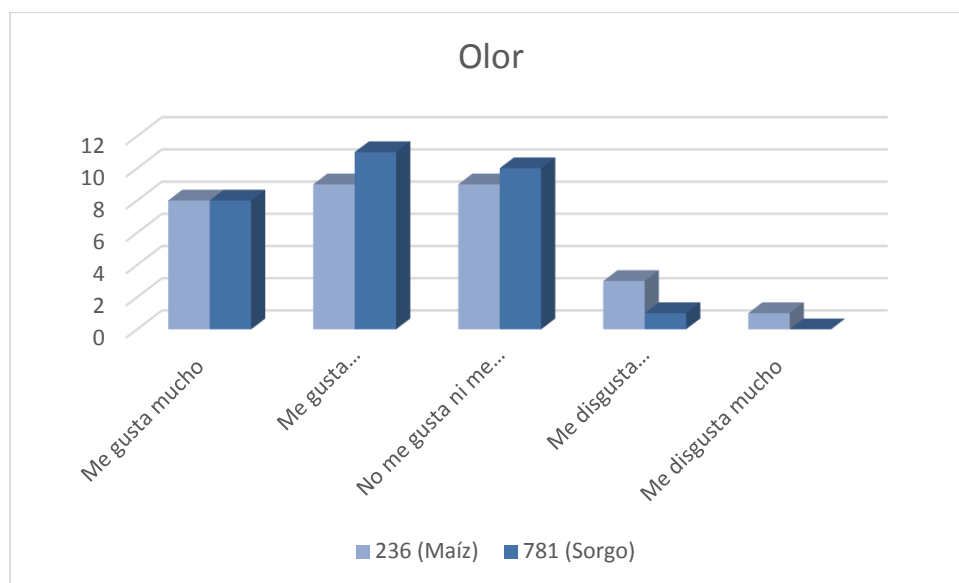
H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

De acuerdo con el análisis realizado se determinó que se acepta la H_0 con un 99% de confianza, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa en el color de la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Para el atributo de olor el nivel de agrado mayormente asignado fue “me gusta

moderadamente” para ambas bebidas como se muestra en la gráfica 4.5.



Gráfica 4.5 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del olor.

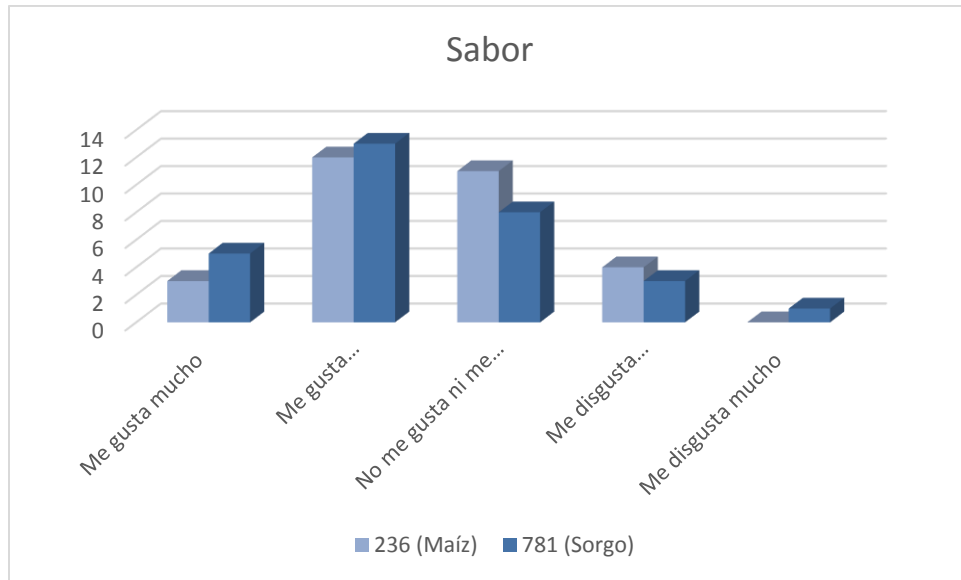
Para evaluar estadísticamente estos resultados se realizó un análisis de varianza con las siguientes hipótesis:

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

De acuerdo con el análisis realizado se determinó que se acepta la H_0 con un 99% de confianza, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa en el olor de la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Para el atributo de sabor el nivel de agrado mayormente asignado fue “me gusta moderadamente” para ambas bebidas como se muestra en la gráfica 4.6.



Gráfica 4.6 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio del sabor.

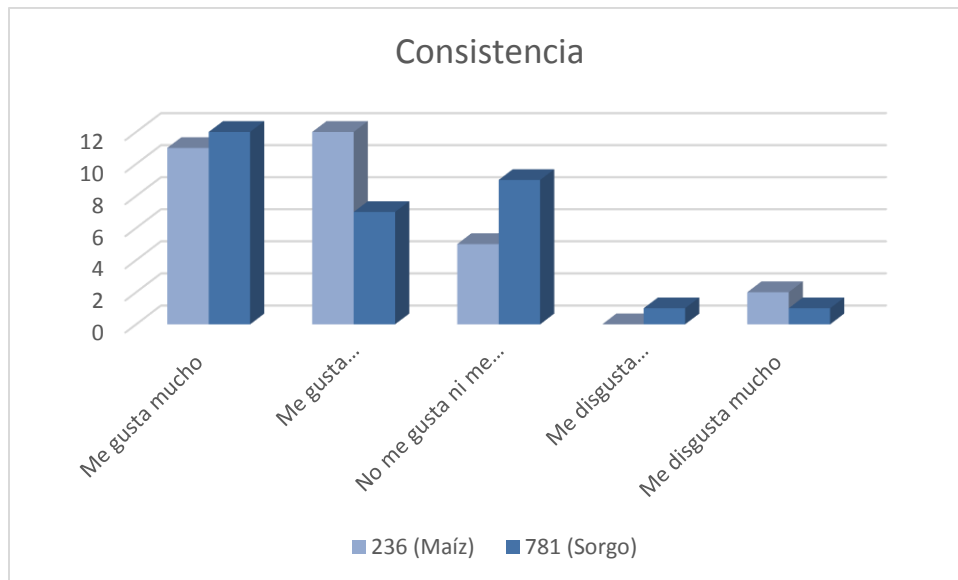
Para evaluar estadísticamente los resultados se utilizaron las siguientes hipótesis mediante un análisis de varianza:

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

De acuerdo con el análisis realizado se determinó que se acepta la H_0 con un 99% de confianza, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa en el sabor de la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Para el atributo de consistencia el nivel de agrado mayormente asignado fue “me gusta mucho” para ambas bebidas como se muestra en la gráfica 4.7.



Gráfica 4.7 Calificación asignada por los jueces de ambas bebidas para el criterio de consistencia.

Para evaluar estadísticamente los resultados se utilizaron las siguientes hipótesis:

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

De acuerdo con el análisis realizado se determinó que se acepta la H_0 con un 99% de confianza, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa en la consistencia de la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

En la ilustración 4.7 se muestra un formato de encuesta contestado por parte de un juez. Para la muestra de maíz (236) a la mayoría les gusto moderadamente el color, el olor no les gusto ni les disgusto a 9 jueces, en cuanto a su consistencia fue aceptada por gusto moderado por 12 jueces al igual que su sabor. Para la bebida fermentada de sorgo rojo (781) a la mayor parte de los jueces les gusto moderadamente su color, al igual que su olor por 11 jueces, su sabor presento gusto moderado por 13 jueces y su consistencia obtuvo 12 respuestas como me gusta mucho.

Prueba hedónica para dos tipos de bebidas

Nombre: Itzel Pérez Guerrero

Semestre: 4 **Edad:** 19 **Fecha:** 29/03/2022

Instrucciones. Por favor, prueba la muestra e indica tu nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia que se muestra en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Atributo	236	781
Color	3	3
Olor	2	3
Sabor	3	2
Consistencia	1	4

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.7 Formato de encuesta contestado por parte de un juez el cual expresa mayor gusto por la bebida fermentada de sorgo rojo en todos sus atributos.

En los resultados obtenidos en la prueba hedónica se determinó que no existe diferencia significativa entre ambas bebidas al evaluar cada uno de los atributos (color, sabor, olor y consistencia), Anzaldúa-Morales (2005) menciona que este tipo de prueba ayuda a recopilar objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o les disgusta un alimento, por otro lado, otras investigaciones nos indican que este tipo de prueba nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial (Domínguez, 2007).

4.4 Determinar el perfil de sabor de una bebida fermentada de maíz (tejuino) y de una bebida fermenta de sorgo rojo (tipo tejuino).

4.4.1 Selección de jueces

En la primera etapa de selección se eligieron 20 jueces, los cuales fueron tomados de la prueba triangular puesto que acertaron en distinguir la muestra diferente, la mayoría de ellos la distinguió por su sabor, lo cual nos indicó que esas personas tienen el paladar sensible y pueden ayudar para realizar la prueba de perfil de sabor (Anzaldúa-Morales, 2005). Para la segunda etapa, 12 jueces contestaron en las encuestas online que sí estaban dispuestos a realizar la prueba de perfil de sabor en los días 6, 7 y 8 de abril, en un horario de 9:00 - 9:30 am, estos datos se presentan en la ilustración 4.8 y están representados en la gráfica 4.8, en la ilustración 4.9 se muestra un ejemplo de una encuesta contestada por parte de una persona que está en total disposición de realizar la prueba. Y por último, se llevó a cabo el entrenamiento, en el cual solo 10 personas acertaron en distinguir y ordenar de manera correcta los sabores y sus diferentes intensidades presentadas, de acuerdo a Anzaldúa-Morales (2005) estas personas son aptas para realizar una prueba de perfil de sabor ya que logran distinguir los sabores aun por mínimos que estén presentes en una muestra, en la ilustración 4.10 se muestra un ejemplo de una encuesta de entrenamiento contestada por una persona que acertó en los sabores y sus diferentes intensidades.

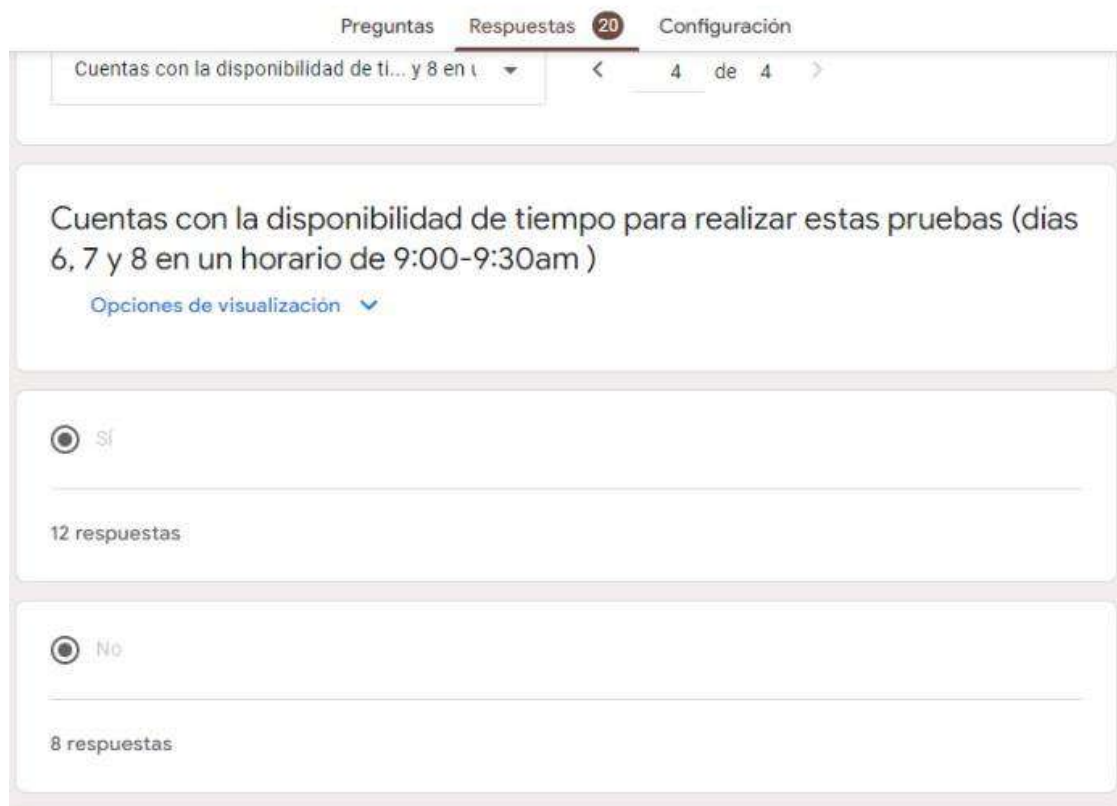
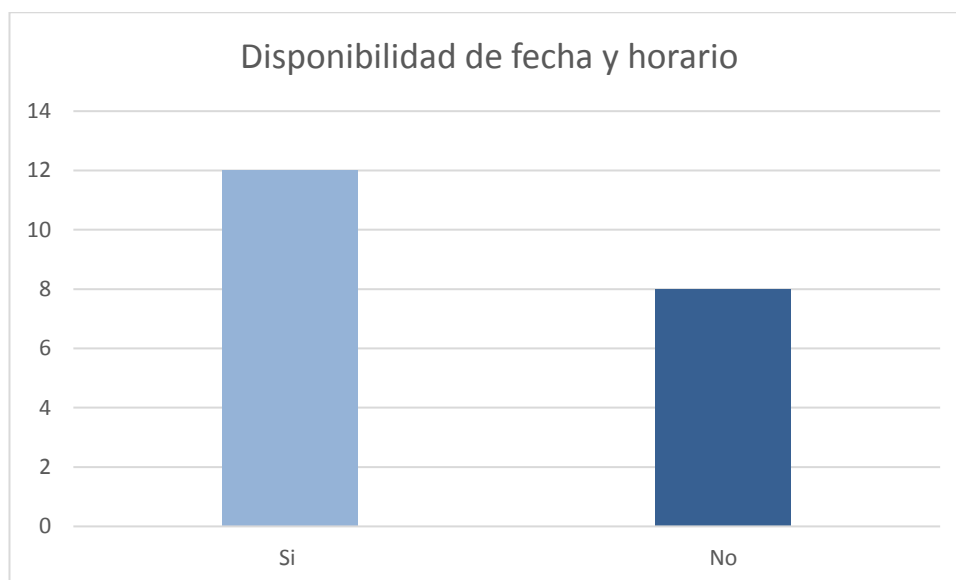


Ilustración 4.8 Respuestas obtenidas de las encuestas online realizadas



Gráfica 4.8 Respuestas de disposición de fecha y horario obtenidas en la encuesta online realizada para la selección de jueces para la prueba de perfil de sabor

No se pueden editar las respuestas

Tejuino de maíz y sorgo rojo

Por favor contesta las siguientes preguntas

***Obligatorio**

Nombre completo *

Paulina Aguirre Aguilera

Semestre *

6

Estarías dispuesto a realizar evaluaciones sensoriales en bebidas fermentadas de maíz y sorgo rojo *

☒ Sí

☐ No

☐ Tal vez

Cuentas con la disponibilidad de tiempo para realizar estas pruebas (días 6, 7 y 8 en un horario de 9:00-9:30am) *

☒ Sí

☐ No

Ilustración 4.9 Encuesta contestada para la segunda etapa de selección para la prueba de perfil de sabor

Entrenamiento de jueces para prueba de perfil de sabor

Nombre: Paulina Aguirre Agüero

Semestre: 6.º A Edad: 21 Fecha: 09/09/2022

Indicaciones

- Se te presentan 20 muestras con **sabores dulce, salado, agrio y amargo**.
- Primero pruéalas y sepárelas en cuatro grupos, dependiendo del sabor, y después, para cada sabor, ordénalas de menor a mayor intensidad de sabor
- Indica tus respuestas usando la clave señalada en cada vaso.
- Enjuágate la boca con agua pura después de probar cada muestra.
- Escupa en el recipiente que se te dio.

NO SE TRAGUE LAS MUESTRAS

Dulce				
<u>796</u>	<u>474</u>	<u>267</u>	<u>350</u>	<u>622</u>

Salado				
<u>184</u>	<u>984</u>	<u>215</u>	<u>391</u>	<u>920</u>

Agrio				
<u>826</u>	<u>090</u>	<u>557</u>	<u>764</u>	<u>915</u>

Amargo				
<u>958</u>	<u>708</u>	<u>907</u>	<u>801</u>	<u>527</u>

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.10 Formato de encuesta de entrenamiento contestado correctamente para poder realizar la prueba de perfil de sabor

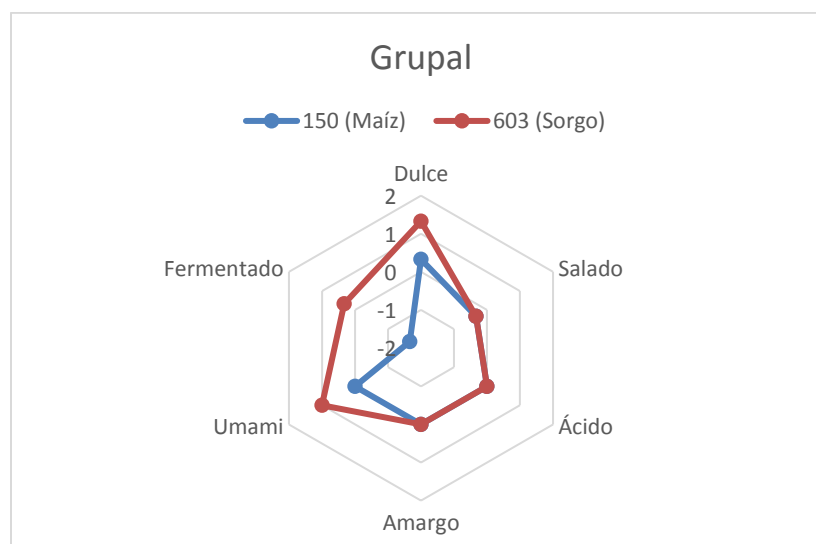
4.4.2 Prueba de perfil de sabor

Las evaluaciones se hicieron por triplicado y se sacó un promedio de las calificaciones asignadas en donde el sabor dulce obtuvo una sumatoria de 0.33 en el tejuino de maíz y 1.33 en el tejuino de sorgo, por lo que, fue mejor percibido este sabor en la bebida fermentada de sorgo. La calificación asignada para el sabor

salado fue de -0.33 en ambas bebidas. Para el sabor ácido se obtuvo una sumatoria de 0 al igual que en el sabor amargo en las dos bebidas. En el caso del sabor umami se obtuvo una sumatoria de 0 en el tejuino de maíz, mientras que en el tejuino de sorgo se obtuvo una sumatoria de 1. Por último, el sabor fermentado no fue detectado de manera intensa tratándose de la bebida fermentada de maíz obteniendo un nivel de intensidad de -1.66, en cambio, la bebida fermentada de sorgo tuvo una sumatoria con nivel de intensidad de 0.33.

El sabor que mayor se percibió fue el dulzor por tratarse de una bebida con ese característico sabor, por ende, se obtuvo una sumatoria mayor de manera positiva en ambas bebidas de este atributo como se muestra en la gráfica 4.9.

En la ilustración 4.11 se presenta una encuesta contestada por parte de un panelista.



Gráfica 4.9 Promedios de las evaluaciones de los sabores presentes en las bebidas.

Prueba de perfil de sabor para dos tipos de bebida

Nombre: Karina Cervantes Estrada

Semestre: 6 Edad: 21 Fecha: 06-Abril-2022

Indicaciones

Por favor, prueba las muestras que se te presentan y describe las características de sabor que estén presentes en la muestra.

Marca con una X sobre la casilla del término que más describa lo que sientes por la muestra.

Muestra 150							
Sabor	-3	-2	-1	0	1	2	3
Dulce		X					
Salado				X			
Ácido				X			
Amargo					X		
Umami				X			
Fermentado				X			

Muestra 603							
Sabor	-3	-2	-1	0	1	2	3
Dulce		X					
Salado				X			
Ácido					X		
Amargo					X		
Umami				X			
Fermentado				X			

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

Ilustración 4.11 Formato de encuesta contestado por parte de un juez previamente entrenado para realizar la prueba de perfil de sabor, el cual nos indica la intensidad de sabores presentes en ambas bebidas

En esta prueba se pudo observar que la calificación mayor asignada en ambas muestras fue la de dulzor con una sumatoria de 0.33 para el tejuino de maíz y 1.33 para el tejuino de sorgo, esta prueba es un método cualitativo y semi cuantitativo que consiste en describir el olor y sabor integral de un producto, así como sus atributos individuales, mientras que Anzaldúa-Morales (2005) nos menciona que esta prueba consiste en una descripción minuciosa de todas las características que conforman el sabor o la textura, seguida de una medición de cada una de ellas.

CAPÍTULO V

Conclusiones

5.1 Conclusión

Se logró producir una bebida fermentada de maíz (tejuino) y una bebida fermentada de sorgo rojo (tipo tejuino), con características sensoriales aceptable y se concluye con el 99% que sí existen diferencias significativas entre las bebidas fermentadas de sorgo rojo y maíz.

Además, mediante una prueba de preferencia se determinó con un 99.9% de confianza que la bebida fermentada de sorgo rojo tiene mayor preferencia que la bebida fermentada de maíz.

Para la prueba hedónica se determinó que no existe diferencia significativa estadísticamente entre ambas bebidas de acuerdo con las calificaciones asignadas por jueces en los diferentes atributos evaluados (sabor, color, olor, consistencia).

Por último, en la prueba de perfil de sabor se observó que el sabor que se detectó con mayor intensidad en ambas bebidas fue el dulzor.

De acuerdo con las diferentes pruebas realizadas se puede reconocer que la bebida fermentada de sorgo rojo tiene una aceptabilidad igual o incluso mayor a la bebida fermentada de maíz tanto en aspectos físicos como sensoriales, por lo tanto, se comprueba la hipótesis planteada.

VI. Referencias

AGRICULTURA. (2021). *Balanza disponibilidad-consumo Sorgo*. Boletín bimestral - Emitido por la Dirección de Análisis Estratégico. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/623121/Balanza_disponibilidad-consumo_6_19032021.pdf

Alcala-Salinas, L. (2003). *Sistemas de producción de Sorgo (Sorghum bicolor [L. Moench]) en el noreste de Tamaulipas, México: estudio técnico y financiero para la región de san Fernando* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/1222/1/1020148468.PDF>

Anzaldúa-Morales, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Acribia, S.A.

Cabezas, D. (2016). *El tejuino, el bate y la tuba bebidas refrescantes: símbolos que perduran de generación en generación en el estado de Colima* - Emitido por la Universidad de los Hemisferios Ecuador. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199547464007.pdf>

CONABIO. (2020). *Razas de maíz de México*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México.

Cruz & Monterrosa (2018). *ALIMENTOS ARTESANALES MEXICANOS: ASPECTOS NUTRIMENTALES*. Emitido por Agro Productividad, 11(11). Disponible en: <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1284>

Domínguez. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Lima: AgroSalud.

Elizondo, D. C. (2016). Emitido por la Universidad de los Hemisferios Ecuador. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199547464007.pdf>

Escobar, V. A. (2010). *Bebidas fermentadas*. Obtenido de: <https://fdocuments.mx/document/2010-paez-bebidas-fermentadas.html?page=1>

Espinosa, M. J. (2007) *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Versión digital. Editorial Universitaria, Cuba

Espinoza, S. J. (2017). *Identificación De La Capacidad Biotransformadora, De Bacterias Ácido Lácticas Nativas De Tres Productos Artesanales (Queso Adobera, Tejuino Y Pulque) Para Convertir Ácido Linoleico En Ácido Linoleico Conjugado*-Emitido por CIATEJ. Obtenido de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/426/1/Sandra%20Jimenez%20Espinoza.pdf>

FAO. (2003). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s22.htm>

FAO. (2020). Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb0606es/CB0606ES.pdf>

Fausto, V. (2013). *Bebida fermentada a base de sorgo*. Desarrollo de nuevos productos, 1-10. Obtenido de Desarrollo de nuevos productos bebida fermentada a base de sorgo:

<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/procal/estudiosespeciales/2013/Bebida%20a%20base%20de%20sorgo.pdf>

Ferrari, A. (2020). *Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura*. Buenos Aires- Emitido por: Instituto Danone del Cono Sur. Obtenido de https://www.danoneinstitute.org/wp-content/uploads/2020/12/Book-Fermented-Food-2020_sp.pdf

Flores, S. G., Pacheco, J. R. S., Miranda, A. C., Reyes, M. T., Blanco, M. E. G., & Uscanga, B. R. A. (2009). Aislamiento e identificación de microorganismos nativos en la fermentación de tejuino artesanal

Forbes Staff . (2021). *México estima aumento de 2.6 % en la producción de maíz grano en 2021* Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/noticias-mexico-aumento-2-produccion-maiz-grano-2021/>

García, A. (2018). *Maíz*-Emitido por Puleva. Obtenido de <https://www.lechepuleva.es/aprende-acuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/m/maiz>

García, G. (2020). *¿Cómo aplica la evaluación sensorial en la industria de bebidas?* Emitido por: *thefoodtech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/marketing/como-aplica-la-evaluacion-sensorial-en-la-industria-de-bebidas/>

García, M., Polo, E., Fajardo, V., Salas, L., Avendaño, K., y Caballero, k. (2017). *Taxonomía en plantas*. Del grado 9º3, de la IED Escuela Normal Superior San Pedro Alejandrino. <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/maiz.html>

GCMA. (2021). *Maíz perspectivas del mercado de maíz*. Obtenido de <https://gcma.com.mx/reportes/perspectivas/maiz/>

Guajardo, R. (2021). *Perspectivas del sorgo en el mercado mundial 2021 y 2022*. El Economista. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Perspectivas-del-sorgo-en-el-mercado-mundial-2021-y-2022-20211129-0144.html>

InfoAgro. (2014). Industria de los cereales y derivados. <https://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>

Kato, T. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revista analítica/T. A. kato Yamakake... [et. al.]; present. de J. Sarukhán Kermez. Disponible en: *Origen y diversificación del maíz*. Coyoacán: CONABIO

Mosse, F. (2019). Sorgo. Scribd. <https://es.scribd.com/document/398994179/Sorgo>

Pulsoslp. (2018). *Diez bebidas mexicanas tradicionales elaboradas con maíz*. PULSO DIARIO DE SAN LUIS. Obtenido de <https://pulsoslp.com.mx/sabor/diez-bebidas-mexicanas-tradicionales-elaboradas-con-maiz/854475>

Regueiro, V., Mauriz, C., Fero, C., Plana, S. (2014). SGAPEIO INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos. Disponible en:

<http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>

Reyes, B. (2022). *Tipos de maíz en México*. Aprende INSTITUTE. Obtenido de: <https://aprende.com/blog/gastronomia/comida-mexicana/tipos-de-maiz-en-mexico/>

Rodríguez (2020). *¿Qué es la nixtamalización?* Obtenido de https://fundaciontortilla.org/Cocina/que_es_la_nixtamalizacion

SADER. (2020). *Tejuino una bebida muy refrescante*. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/tejuino-una-bebida-muy-refrescante?idiom=es>

SAGARPA. (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030 Sorgo grano mexicano*. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256433/B_sico-Sorgo_Grano.pdf

Sánchez, I. (2014). *Maíz I. (Zea mays)* Máster en Biología vegetal aplicada por la Universidad Complutense de Madrid. Departamento Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal) Facultad de Biología, Universidad Complutense. c/ José Antonio Nováis 12. 28040 Madrid. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

SIAP. (2021). AGRICULTURA. *Sorgo grano*. Dirección de Análisis Estratégico, escenario mensual de productos agroalimentarios. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/637012/Escenario_sorgo_abr21.pdf

Trinidad, J. M. (2003). *El cultivo de sorgo (Sorghum Vulgare Spp.)*. Emitido por UAAAA. Buenavista, Saltillo Coah. Obtenido de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1264>

Universidad Autónoma de Nuevo León. (2018). *Evaluación sensorial*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-nuevo-leon/evaluacion-sensorial/perfil-de-sabor/2328671>

Uriarte, J. (2020). *Definición y características de maíz*. Características. Recuperado de: <https://www.caracteristicas.co/maiz/>

Valero, G. V. (2009). *Producción y comercialización de sorgo grano en México y en el estado de Puebla: Caso DDR Izúcar de Matamoros*. Saltillo.

VII. Anexos

Anexo 1. Tabla para la interpretación de resultados de la prueba triangular

Número de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa				
Número de jueces	NIVEL DE SIGNIFICANCIA			
	5%	1%	0,1%	
35	18	19	21	
36	18	20	22	
37	18	20	22	
38	19	21	23	
39	19	21	23	
40	20	22	24	
41	20	22	24	
42	21	22	25	
43	21	23	25	
44	21	23	25	
45	22	24	26	
46	22	24	26	
47	23	25	27	
48	23	25	27	
49	23	25	28	
50	24	26	28	
51	24	26	29	
52	25	27	29	
53	25	27	29	
54	25	27	30	
55	26	28	30	
56	26	28	31	
57	27	29	31	
58	27	29	32	
59	27	30	32	
60	28	30	33	
61	28	30	33	
62	28	31	33	
63	29	31	34	
64	29	32	34	
65	30	32	35	

Fuente: (Anzaldúa-Morales, 2005).

Anexo 2. Tabla de significancia para pruebas de dos muestras

Número de juicios	Pruebas de "DOS COLAS"*			Pruebas de "UNA COLA"**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55

*Número mínimo de **juicios coincidentes** necesario para establecer diferencia significativa.

Número mínimo de **respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa.

Fuente: (Anzaldúa-Morales, 2005).

Anexo 3. Análisis de varianza de un factor con un nivel de confianza del 99%, para el atributo color.

ANÁLISIS
DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Fcalculada</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0666667	1	0.066666667	0.05534351	0.81484178	12.01543531
Dentro de los grupos	69.866667	58	1.204597701			
Total	69.933333	59				

H₀ Ambas muestras son iguales

H₁ Existe diferencia significativa entre ambas muestras

Condición: Fcalculada > Valor crítico de F se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Anexo 4. Análisis de varianza de un factor con un nivel de confianza del 99%, para el atributo olor.

ANÁLISIS
DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.6	1	0.6	0.61995249	0.4342708	12.01543531
Dentro de los grupos	56.133333	58	0.967816092			
Total	56.733333	59				

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

Condición: $F_{calculada} > F_{tablas}$ se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Anexo 5. Análisis de varianza de un factor con un nivel de confianza del 99%, para el atributo sabor.

ANÁLISIS DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.2666667	1	0.266666667	0.30526316	0.58272463	12.01543531
Dentro de los grupos	50.666667	58	0.873563218			
Total	50.933333	59				

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

Condición: $F_{calculada} > F_{tablas}$ se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.

Anexo 6. Análisis de varianza de un factor con un nivel de confianza del 99%, para el atributo consistencia.

ANÁLISIS DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0666667	1	0.066666667	0.05697446	0.81218484	12.01543531
Dentro de los grupos	67.866667	58	1.170114943			
Total	67.933333	59				

H_0 Ambas muestras son iguales

H_1 Existe diferencia significativa entre ambas muestras

Condición: $F_{calculada} > F_{tablas}$ se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: Se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la bebida fermentada de maíz y la bebida fermentada de sorgo rojo.