



# Universidad **Mariana**

Obtención de un snack tipo totopo a base de  
harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna  
Verde”.

Autores

María Camila Suasty Sánchez

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Procesos  
San Juan de Pasto

2022

Estudio de la adición de harina obtenida a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “laguna verde” en los valores nutricionales de un snack tipo totopo.

Autores

María Camila Suasty Sánchez

Asesor

M.Sc Iván Alexander Ortiz Cabrera

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Procesos  
San Juan de Pasto  
2022

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007  
Universidad Mariana

## **Agradecimientos**

Quiero brindar mi más profundo agradecimiento a la universidad Mariana, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en su planta educativa.

Ante el programa Ingeniería de procesos quiero dirigir mis más grandes respetos, a su directora M.Sc Johana Montenegro y a su planta de profesores quienes me han guiada con sus valiosos conocimientos y me han permitido ejecutar el presente proyecto de grado, que me ha fortalecido a nivel profesional, personal y empresarial. En especial quiero agradecer por su confianza, paciencia y dedicación al M. Sc Ivan Ortiz quien en calidad de asesor me apporto todo su conocimiento y acompañamiento para tomar las mejores decisiones a lo largo de este camino, a los M.Sc Simón Alexander Puerchambud y Laura Isabel Márquez en calidad de jurados, por su acompañamiento asesoría y por brindarme todos sus comentarios con el ánimo de mejorar significativamente el presente trabajo de grado y por ultimo brindarle un profundo agradecimiento por sus enseñanzas, recomendaciones y conocimientos en la materia de proyecto de grado al Doctor Jose Michael Villareal.

Por último y sin restarle menos importancia quiero agradecer de manera muy atenta a la sede Campus Alvernia de la universidad Mariana, en su representación como Coordinador de laboratorios de ingeniería al M.Sc Hugo Andrés Gomajoa, por su gestión en los diferentes espacios solicitados a nivel de laboratorio, en particular quiero agradecer por brindarme el espacio tanto en laboratorios como acompañamiento y asesoría de los diferentes procesos y resultados, al laboratorio de Ingeniería Civil en su representación del Tecnólogo Cristian Daniel Bolaños, al laboratorio de química en su representación como coordinador de laboratorio Hugo Nelson Espinoza por su acompañamiento en los diferentes espacios para el desarrollo de las pruebas fisicoquímicas, a Harold Gonzalo Santacruz por su acompañamiento y disposición de su tiempo en cada una de las etapas del proceso, a Julián Bernardo Reina por su disposición y calidez en todo el proceso desarrollado y por estar presto siempre para colaborar.

## **Dedicatoria**

Quiero brindar este espacio como un agradecimiento muy importante a Dios porque siento que sin tener esta fuerza suprema que nos regala y otorga la vida y salud nada de esto sería posible, también quiero agradecer, honrar y dedicar este pequeño logro a la memoria de quien se ha convertido en mi Luz celestial ,desde este lugar y en donde quiera que se encuentre, por haberme acompañado y guiado para seguir con mis sueños y propósitos en la vida a pesar de todas las adversidades, buscando siempre fortalecerme.

También quiero brindar este espacio a mis Padres, Hermana y a toda mi familia por ser el apoyo incondicional día tras día, por guiarme con su ejemplo y fomentar en mí el deseo de superación personal y profesional, por estar dispuestos a escucharme y brindarme el mejor acompañamiento en cada etapa de mi vida, en especial quiero dirigir todos los méritos a mi Madre quien ha depositado toda su confianza en mí, por sus buenas ideas y sobre todo por enseñarme a defender cada cosa que me propongo.

Dirigirle mis respetos y agradecimientos al M. Sc Francisco Molina por el acompañamiento en el desarrollo de mi carrera profesional, por brindarme un espacio de su tiempo para fortalecer el presente mérito, por motivarme a dar cada día más de lo que debo y encaminarme en mejorar mis proyectos de vida.

## Contenido

Introducción .....	13
1. Resumen del proyecto .....	15
1.1. Descripción del problema .....	15
1.1.1. Formulación del problema .....	15
1.2. Justificación .....	17
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo general .....	19
1.3.2. Objetivos específicos .....	19
1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos .....	20
1.4.1. Antecedentes .....	20
1.4.2. Marco teórico .....	22
1.4.2.1. Cerveza .....	22
1.4.2.2. Ingredientes para la elaboración de cerveza .....	22
1.4.2.3. Descripción de operaciones y sus residuos. ....	23
1.4.2.3.1. Maceración .....	23
1.4.2.3.2. Filtración del mosto .....	23
1.4.2.3.3. Ebullición del Mosto o Cocción .....	23
1.4.2.3.4. Fermentación .....	23
1.4.2.3.5. Residuos del proceso .....	23
1.4.2.3.6. Bagazo del grano .....	24
1.4.2.3.7. Levadura .....	24
1.4.2.3.8. Trub .....	24
1.4.2.4. Grano gastado de cerveza (BSG) .....	24
1.4.2.5. Proteína y fibra en el BSG .....	25

1.4.2.6.	Clasificación de las Harinas. ....	25
1.4.2.7.	Harinas de bagazo. ....	26
1.4.2.8.	Gluten. ....	27
1.4.2.9.1.	Enfermedad celiaca ....	27
1.4.2.9.2.	Alergia al Trigo. ....	27
1.4.2.10.	Productos obtenidos a partir de la harina. ....	28
1.4.3.5.1.	Snacks.....	28
1.4.3.5.2.	Totopos.....	28
1.4.4.	Hipótesis ....	29
1.5.	<i>Metodología</i> .....	30
1.5.1.	Enfoque de investigación.....	32
1.5.2.	Tipo de investigación.....	32
1.5.3.	Caracterizar fisicoquímicamente la harina generada a partir del grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde” .....	32
1.5.3.1.	Determinación de las condiciones para la obtención de harina a partir del grano gastado del mosto cervecero. ....	32
1.5.3.2.	Obtención de harina a partir del grano gastado del mosto cervecero.....	32
1.5.3.2.1.	Recepción de materia prima. ....	33
1.5.3.2.2.	Prensado. ....	33
1.5.3.2.3.	Esterilización.....	34
1.5.3.2.4.	Secado. ....	34
1.5.3.2.5.	Trituración.....	34
1.5.3.2.6.	Tamizado.....	34
1.5.3.3.	Caracterizar la harina obtenida a partir del grano gastado del mosto cervecero.....	35
1.5.3.3.1.	Recepción de materia prima.....	35
1.5.3.3.2.	Caracterización fisicoquímica de la harina. ....	35

1.5.4. Evaluación de la influencia de la incorporación de harina del grano gastado del mosto cervecero en los valores nutricionales de un snack tipo totopo. ....	36
1.5.4.1. Obtener un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”. ....	36
1.5.4.1.1. Recepción de materia prima. ....	37
1.5.4.1.2. Mezclas. ....	37
1.5.4.1.3. Reposo. ....	38
1.5.4.1.4. Moldeado. ....	38
1.5.4.1.5. Procesamiento. ....	38
1.5.4.1.6. Enfriamiento. ....	39
1.5.4.2. Determinar las características fisicoquímicas y organolépticas del snack tipo totopo obtenido a base de harina de grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”. ....	39
1.5.4.2.1. Recepción de materia prima. ....	39
1.5.4.2.2. Caracterización sensorial. ....	40
1.5.4.3. Diseño experimental de mezclas. ....	40
1.5.4.4. Caracterización fisicoquímica de la harina. ....	42
2. Presentación de resultados ....	43
2.1. <i>Procesamiento de la información</i> ....	43
2.2. <i>Análisis e interpretación de resultados</i> . ....	50
2.2.1. Análisis de la caracterización fisicoquímica de la harina generada del grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna verde” ....	50
2.2.1.1. Composición de los diferentes tipos de malta que se encuentran en el grano gastado BSG. ....	50
2.2.1.2. Ensayo granulométrico y curva granulométrica. ....	50
2.2.1.3. Análisis del balance de materia del proceso de obtención de harina BGS. ....	51
2.2.1.4. Análisis de varianza para la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida. ....	51
2.2.1.5. Colorimetría de la harina obtenida de mosto cervecero ....	52



2.2.2. Análisis de obtención de un snack tipo totopo a base de la harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna verde” .....	52
2.2.2.1. Resultado de la variable de respuestas del diseño experimental de mezclas. ....	52
2.2.2.2. Análisis de la aceptación global por atributo. ....	52
2.2.3. Análisis de la determinación de las características fisicoquímicas y organolépticas del snack tipo totopo obtenido a base de harina del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna verde” .....	53
2.2.3.1. Análisis caracterización fisicoquímica del snack tipo totopo. ....	53
2.2.3.2. Comparación de análisis de caracterización fisicoquímica del snack tipo totopo con otros snacks encontrados en el mercado. ....	53
2.2.3.3. Análisis de intención de compra snack tipo totopo.....	53
2.3. <i>Discusión</i> .....	53
3. Conclusiones .....	57
4. Recomendaciones.....	59
Referencias bibliográficas .....	60

## **Índice de Tablas**

Tabla 1 Clasificación de las harinas .....	25
Tabla 2 Propiedades fisicoquímicas de la harina del grano gastado del mosto cervecero.....	35
Tabla 3 Formulación de la masa de los snacks tipo totopo .....	38
Tabla 4 Matriz del Diseño Experimental para la formulación del snack tipo totopo.....	40
Tabla 5 Formulaciones a ejecutar para el diseño experimental de mezclas.....	41
Tabla 6 Matriz del Diseño Experimental para la formulación del snack tipo totopo con niveles dados.....	41
Tabla 7 Composición del grano gastado BSG .....	43
Tabla 8 Ensayo de Granulometría de la harina obtenida de mosto cervecero .....	43
Tabla 9 Análisis de varianza de contenido de humedad (%) en la harina obtenida de mosto cervecero .....	44
Tabla 10 Análisis de varianza de contenido de gluten en la harina obtenida de mosto cervecero.....	45
Tabla 11 Análisis de varianza de contenido de cenizas en la harina obtenida de mosto cervecero .....	45
Tabla 12 Análisis de varianza de contenido de fibra cruda en harina obtenida de mosto cervecero .....	45
Tabla 13 Análisis de varianza de contenido de lípidos en harina obtenida de mosto cervecero ...	46
Tabla 14 Caracterización fisicoquímica de la harina obtenida de mosto cervecero .....	46
Tabla 15 Colorimetría de la Harina obtenida de mosto cervecero .....	47
Tabla 16 Resultados de diseño de mezclas para la aceptación global .....	48
Tabla 17 Resultados de análisis físico-químico snack tipo totopo.....	49
Tabla 18 Resultados de comparación análisis físico-químico .....	49

## Índice de Figuras

Figura 1 Proceso completo para la elaboración de un snack tipo totopo a base del grano gastado del mosto cervecero.....	30
Figura 2 Metodología para la obtención de un snack tipo totopo .....	31
Figura 3 Diagrama de proceso de obtención de harina del grano gastado del mosto cervecero....	33
Figura 4 Proceso para la obtención de la harina a base del grano gastado del mosto cervecero ...	35
Figura 5 Proceso de obtención del snack tipo totopo.....	36
Figura 6 Proceso para la obtención de la haría a base del grano gastado del mosto cervecero .....	39
Figura 7 Curva granulométrica de la harina obtenida a partir del grano gastado de mosto cervecero .....	44
Figura 8 Balance de materia del proceso de obtención de harina BSG .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9 Muestras de granos gastados de mosto cervecero y harina obtenida de granos gastados de mosto cervecero.....	47
Figura 10 Resultados de aceptación global .....	48
Figura 11 Resultados de intención de compra .....	50
Figura 12 .....	70

*Snack tipo totopo de harina del grano del mosto cervecero*

## **Introducción**

En la actualidad la cerveza se caracteriza por ser uno de los productos de mayor aceptabilidad tanto en el mercado nacional como internacional, catalogándose, así como la bebida más popular (Barbery et al., 2018). En la actualidad, la producción de cerveza es de suma importancia ya que contribuye al producto interno bruto de un país y según la FAO (Organización de naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2019), ocupa una posición económica estratégica con una producción mundial anual superior a 113.654.000 millones kilogramos. (Camacho & Grande Carlos, 2020) Colombia por su parte no es la excepción Según (Carreto, 2018) la cerveza es uno de los productos más consumidos, ya que se lleva el 75% del gasto de los colombianos en licores.

La producción de cerveza involucra una serie de operaciones para la obtención de su producto final como son: malteado, molienda, macerado, filtrado, cocción, fermentación y maduración. Por su parte se sabe que en todo proceso productivo se generan residuos, en el caso de la producción de cerveza cerca del 85% de los residuos totales producidos están constituidos por el grano gastado de malta (BSG) siendo el producto de la operación de filtrado en la maceración. (Díaz, 2017).

El grano gastado de cerveza posee un alto contenido de humedad y residuos glucoproteícos brindando el medio perfecto para la proliferación de microorganismos. Se caracteriza por conservar el 30% de las propiedades de grano de malta sin gastar. Actualmente, por cada hectolitro de cerveza que se produce, se genera entre 15 y 20 kg de este subproducto, correspondientes a 4.800 millones de kilogramos a nivel mundial. Colombia Genera aproximadamente 100.000.000 kg/año de este subproducto (Nesha et al., 2021).

Con base en lo anterior BSG se convierte en uno de los problemas principales en la industria cervecera ya que por su contenido de azúcares y humedad se descompone de manera rápida facilitando así la proliferación de microorganismos y causando afecciones medioambientales. Una de las alternativas más comunes y fáciles es su uso en como uso de alimento para animales, pero es poca la demanda para la cantidad de biorresiduo que se genera anualmente y termina por disponerse en vertederos, generando un impacto negativo. El departamento Nacional de Planeación

en Colombia mediante el marco normativo de las empresas generadoras de residuos orgánicos del 2018, estipula que se deben reutilizar como mínimo el 20% de los residuos agroindustriales que están siendo dispuestos en rellenos sanitarios (Díaz, 2017).

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo principal la obtención de un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.

## **1. Resumen del proyecto**

### **1.1. Descripción del problema**

¿Cuáles son las características fisicoquímicas y sensoriales de un snack tipo totopo elaborado a base de harina del grano gastado del mosto cervecero?

#### ***1.1.1. Formulación del problema***

El grano gastado de mosto cervecero BSG es uno de los principales subproductos generados en este sector productivo de la industria cervecera, representando alrededor del 65% con respecto a otros residuos generados como el Trub y la levadura. (Rivadeneira,2020).

Se conoce que la cantidad generada de BSG oscila cerca de 200 g por cada Litro de cerveza elaborada y asciende a 40 millones de toneladas a nivel global (Imanol Leiva et al., 2021), situación que no es ajena a la empresa de cervecería artesanal “Laguna verde”, pues por cada lote de 100 litros de cerveza producidos se generan alrededor de 23 kg de bagazo de mosto cervecero. En general este residuo tiene como disposición final los vertederos y/o rellenos sanitarios, generando una descomposición anaerobia de manera rápida y obteniendo metano uno de los gases de efecto invernadero el cual es 25 veces más perjudicial que el dióxido de carbono, que, además, persiste por varias décadas en el ambiente. (Ministerio de agricultura, ganadería y pesca, 2020).

El manejo adecuado y la buena disposición de este residuo tiene un alto impacto económico y ambiental, si se conoce todas las propiedades que posee, aprovecharlo es el desafío para el desarrollo de procesos encaminados hacia una producción cervecera sostenible, que se derive en el aprovechamiento del residuo como materia prima para la generación de nuevos productos con un valor agregado.

Tal como se plantea en la introducción la Obtención de un snack tipo totopo a base de harina generada a

partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”, tiene como fin aprovechar este residuo mediante la elaboración de productos de consumo humano, también indagando los modelos de economía circular que a diferencia de los modelos lineales llevan adelante los principios de regeneración y restauración de capital natural.



## **1.2. Justificación**

El grano gastado de mosto cervecero BSG, representa entre el 60 – 80(%p/p) de residuos y en promedio el 31% (%p/p) original de malta utilizada en el proceso. (Ministerio de agricultura, 2020). Por otra parte, el aprovechamiento de BSG es una medida efectiva para fortalecer la producción sostenible y las prácticas bajas de emisiones, además de que contribuye con la meta del objeto 12 sobre producción y consumo responsable de la agenda 2030 de objetivos de desarrollo sostenible (ODS) fijada por Naciones Unidas.

El residuo de cerveza está compuesto por el 5 - 26% de proteínas y un 70% de fibras, que incluyen celulosa entre (15,5 - 25%), hemicelulosa (28-35%) y lignina (aproximadamente el 28%). También puede contener lípidos (entre 3,9- 18%) de los cuales el 67% son triglicéridos, cenizas (2,5 - 4,5%), vitaminas, aminoácidos y compuestos fenólicos, y los componentes minerales, tales como, el calcio, fósforo y selenio. También contiene biotina, colina, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico, ribflavina, tiamina y vitamina B6. Entre los aminoácidos están presentes la leucina, valina, alanina, serina, glicina, tirosina, lisina, prolina, treonina, arginina, cistina, histidina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptófano, glutámico y ácido aspártico. (Nigam, 2017).

Por todas estas propiedades el BSG cuenta con grandes posibilidades de destinos posibles como: consumo humano, producción de energía, producción de biogás, producción de carbón, como material absorbente de materiales químicos y como cultivo de microorganismos. (Martinez, 2020). El bagazo de cerveza, ha sido utilizado para elaborar panes, galletas, muffins, tortas y snacks, entre otros, se han desarrollado diferentes prototipos a través del uso de este subproducto generando excelente aceptación por lo que actualmente se continúa con desarrollos para testear, optimizar las formulaciones y mejorar el perfil nutricional.

Por otro lado, si BSG ha sido considerada como un residuo lo que genera costos elevados para su tratamiento. Pero si se considera su reutilización como materia prima para la utilización de diferentes productos que se comercialicen y generen rentabilidad para cualquier empresa. Además de que su implementación en el consumo humano aporta grandes beneficios nutricionales a través de productos innovadores con la atractiva relación de la industria cervecera. (Pantoja, 2020).

El presente trabajo de investigación se realiza con el fin de aprovechar y potenciar el uso del grano gastado de mosto cervecero teniendo como materia prima los granos gastados del proceso de elaboración de una cerveza “Belgan Dubble”, que posee el 70% de maltas de color rubio como son Pilsen, cara pils, biscuit, cara aromatic y cebada malteada casera, el 30% de maltas especiales tostadas entre colores rojizos a marrón como son: melanoidin, cara munich 2, special x y red x suministrados por la empresa “Laguna verde” para la obtención de la harina y elaboración de un snack tipo totopo con valores nutricionales, que pudieran ser un atractivo para principios digestivos y dietéticos como lo son la fibra dietaría y proteínas.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Obtener un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Caracterizar fisicoquímicamente la harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.
- Formular un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.
- Determinar las características fisicoquímicas y organolépticas del snack tipo totopo obtenido a base de harina del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.

## **1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos**

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvo en cuenta distintos aspectos bibliográficos, teóricos, legales, contextuales, los cuales se exponen específicamente en los siguientes numerales:

### ***1.4.1. Antecedentes***

Maetens y colaboradores, (2017) determina que existe un interés creciente en los refrigerios saludables. Por lo cual plantea en su investigación la germinación de soja no modificada genéticamente, para analizar su fisicoquímica y características nutricionales y desarrollar un prototipo de chip de aperitivo. Contenido de humedad, proteínas y lípidos.

Bassani, M y colaboradores (2019) plantea que el bagazo de mosto cervecero puede utilizarse como un producto alimenticio; buscando potencia dichos residuos.

En la investigación realizada por Barton (2019) establece la metodología para la preparación de snacks a partir del residuo de cerveza; el cual consiste en la reutilización del bagazo que generan las cervecerías artesanales para la producción de “harina cervecera” y de comida elaborada en base a esta. Lo que busca es dar un primer paso en este nicho prácticamente desconocido en Argentina y proponer un negocio que sea sustentable y prometedor.

Martínez-Peralta y autores (2020) Comprueba las formulaciones propuestas de conos-waffles donde se utilizó una formulación base harina de trigo, azúcar glass, claras de huevo, margarina y sal. Y los porcentajes de sustitución (0, 5, 10, 15 y 20%) se realizaron con el grano gastado de mosto cervecero (variedad Pale Ale, de malta alemanaimportada) generado por la cervecería artesanal Santa Sofía. El grano gastado de mosto cervecero fue liofilizado (Freeze System, Lanconco), molido y tamizado y se utilizó un tamaño de partícula de 750mm; buscando mejorar el contenido nutricional en dicho producto.

La investigación realizada por Thiex, (2020) determina los métodos analíticos de evaluación para la determinación de Humedad, proteína cruda, grasa cruda y fibra cruda en destiladores Granos secos con solubles.

(Aarup, A. 2020) plantea un método para preparar un producto en partículas a partir de granos usados, pudiendo utilizarse dicho producto para la preparación de un producto alimenticio. El producto en partículas se prepara sometiendo los granos usados húmedos a un calentamiento sustancialmente momentáneo de modo que al menos una parte de las células vegetales de los granos usados reviente, se prefiere combinar el tratamiento térmico por fluidización con la trituración de los granos húmedos gastados, de manera que se obtiene un producto más pequeño.

Por su parte Oliveira Silva y colaboradores (2021) determina que: El bagazo de malta es un subproducto interesante de la industria cervecera que se puede utilizar para desarrollar harina. Para productos de panadería como churros. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una formulación de masa de chorro mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de bagazo de malta y evaluar sus propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales.

Gómez-García y colaboradores, (2021) evidencia como lograr la valorización de subproductos alimentarios agroindustriales; al mismo tiempo que establece que la falta de manejo sustentable, dichos subproductos son rechazados y desperdiciados en vertederos, representando un problema ambiental. Por tal motivo se debe considerar estrategias para su tratamiento buscando su valorización como subproductos alimentarios, destacándolos como biorecursos potenciales porque aún reúnen un alto valor compositivo y nutricional, debido a su riqueza en moléculas funcionales y bioactivas con beneficios para la salud humana.

La investigación realizada por Bassani, M. (2021) describe la invención de un proceso para la preparación de un producto alimenticio obtenido a partir de los residuos del proceso de producción de cerveza. En un aspecto preferido, este producto alimenticio está representado por una harina.

### **1.4.2. Marco teórico**

En cuanto a las definiciones teóricas que dan soporte a la investigación, se presentan las siguientes referencias.

**1.4.2.1. Cerveza.** Es una bebida alcohólica fermentada no destilada, se caracteriza en particular por poseer un amargor. Es elaborada a partir de cereal, casi siempre de malta de cebada, aunque a lo largo de la historia cualquier grano sirve como ingrediente: centeno, avena, espelta, mijo, sorgo entre otros, su componente alcohólico es obtenido mediante el aporte de las azúcares que obtienen dichos graos mencionados anteriormente, el mosto es saborizado y aromatizado mediante la adición de lúpulos y posteriormente para su fermentación se usa cepas de levadura de genero *saccharomyces* (Llanos, 2020).

**1.4.2.2. Ingredientes para la elaboración de cerveza.** En resumen, es posible decir que la cerveza se compone de 4 ingredientes principales, los cuales se reconocen en la ley de pureza, agua, malta, lúpulo y levadura; a partir de estos ingredientes se puede lograr un sin número de recetas diferentes. La mayor parte de composición de la cerveza es el agua, alrededor de 90-95% lo que la convierte en el principal ingrediente para su elaboración y consumo.

La malata es el producto que se obtiene a partir de desarrollo controlado de la germinación de granos de cereal, sobre los que luego se aplica un procedimiento de secado y tostado. El objetivo del procedimiento de malteado es activar las enzimas que posteriormente se encargan de convertir los almidones de los granos en azúcares fermentables, una vez ocurre dicha transformación la malta cede el almidón, las enzimas y las proteínas necesarias para la elaboración del mosto de cerveza, el caldo dulce cultivo para las levaduras y El lúpulo (*humulus lúpulo*) es una planta de la familia de la cannabáceas, los lúpulos utilizados en la elaboración provienen de las flores femeninas de la planta denominada conos, donde residen las denominadas glándulas de lupulina, es una resina que posee un color amarillo la cual es transformada en el proceso de elaboración de cerveza, aportando así aromas, sabores y capacidades de conservación antibacteriana; por otra parte también buscando estabilizar el procesos de formación y retención de espuma (Rey, 2018).

**1.4.2.3. Descripción de operaciones y sus residuos.** De acuerdo con (Rivadeneira, 2020), en la producción de cerveza intervienen las siguientes operaciones.

**1.4.2.3.1. Maceración.** En este proceso se mezcla agua caliente y la malta molida; esta composición gelatiniza los almidones y los convierte en azúcares fermentables, también extrae enzimas naturales de la malta. En este proceso se emplean distintas temperaturas controladas por el trabajador para la obtención de su extracto, El mosto son las sustancias disueltas en el agua, en esta operación se obtendrá el residuo más grande. Grano de malta gastado o bagazo y el resto es agua. En esta mezcla se pueden encontrar azúcares, fibra, proteínas, vitaminas, minerales, etc.

**1.4.2.3.2. Filtración del mosto.** Después de la maceración se da la extracción del mosto, dejando de lado una capa de granos, de los cuales ya se extrajo la mayor cantidad de azúcares. El mosto y el agua resultante del lavado deben ser lo más claros posibles, pues el resultante de sustancias mal disueltas será muy complicado la clarificación de la cerveza.

**1.4.2.3.3. Ebullición del Mosto o Cocción.** En el proceso se busca la estabilización enzimática y microbiológica del mosto gracias a la coagulación de las proteínas; la parte principal de este proceso es la adición del lúpulo para aportar sabor y aroma, también se podrá observar el efecto Whirlpool que se refiere a un movimiento circular en el que por la fuerza centrípeta en el centro se quedará un restante, una masa verde en el cual se encuentra residuos vegetales del lúpulo, proteínas azúcares.

**1.4.2.3.4. Fermentación.** En este proceso se añade esteres y alcoholes a la mezcla; la levadura transformara los azucars provenientes del mosto en alcohol. Después de la operación en el fondo del fermentador se observará un restante, el cual tendrá una apariencia de masa color café que contiene vitaminas, minerales y biomasa en general.

**1.4.2.3.5. Residuos del proceso.** Los residuos son aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, la inadecuada disposición de estos es fuente de proliferación de fauna nociva, la cual dependiendo de su magnitud puede llegar a generar hasta enfermedades infecciosas, también puede generar gases, humos, polvos que contribuirán a la contaminación

atmosférica. Dentro del proceso productivo de elaboración de cerveza se obtiene los siguientes residuos.

**1.4.2.3.6. Bagazo del grano.** El bagazo del grano representa el 55% en cuanto al puntaje para impactos negativos en el medio ambiente, ya que es el mayor subproducto de las industrias de cervecería artesanal, representado el 85% del total de subproductos generados en el proceso productivo. (Rivadeneira,2020).

**1.4.2.3.7. Levadura.** La levadura es el segundo subproducto que se genera en el proceso representado el 31%, generando el 40% en cuanto al puntaje de impactos negativos en el medio ambiente. (Rivadeneira, 2020).

**1.4.2.3.8. Trub.** Representa es el segundo subproducto que se genera en el proceso representado por el 4% de cantidad y con el 5% de puntaje para impactos negativos donde se encuentran distintos micro residuos por la cocción, como lo son azúcares, fibra, proteínas, residuos vegetales del lúpulo. Los lúpulos poseen una serie de propiedades: dan el amargor que compensa con el dulzor de la malta, tiene también propiedades antibacterianas para la conservación de la cerveza, ayuda con la formación de la espuma, contiene polifenoles que reaccionan con las proteínas indeseadas de la malta y las hacen insolubles, por lo cual se da su sedimentación. (Barbosa & Suarez, 2018).

**1.4.2.4. Grano gastado de cerveza (BSG).** Según (Yaillet & Carvajal, 2016). Gran parte de residuos agroindustriales como lo es el (BSG) están compuestos por celulosa, hemicelulosa y lignina, los cuales son denominado materiales lignocelulósicos.

El 80% de la masa de la malta se solubiliza, quedando en el bagazo fracciones insolubles. El bagazo es contiene un alto contenido de fibra y a su vez con un alto contenido proteico, está compuesto posee el 15-26,20% de proteínas y 70% de fibras, las cuales se pueden dividir en: celulosa (entre 15,50 y 25%), hemicelulosas (28 a 5%) y lignina (aproximadamente 28%). También puede contener lípidos (entre 3,9 y 18%, entre los cuales el 67% son triglicéridos), ceniza (2,50 a 4,50%), vitaminas, aminoácidos y compuestos fenólicos.



También contiene compuestos minerales, el calcio, fósforo y selenio, igual que biotina, colina, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, tiamina y vitamina B6. Los aminoácidos presentes son leucina, valina, alanina, serina, glicina, tirosina, lisina, prolina, treonina, arginina, cistina, histina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptófano, glutámico y ácido aspártico.

**1.4.2.5. Proteína y fibra en el BSG.** BSG se considera una buena fuente de proteínas, también se ha identificado que posee entre 15- 25% proteína, por otra parte, mediante el proceso de secado BSG no pierde sus características principales ya que se puede demostrar que el contenido de proteínas es de 15-24,24 y 3,90% de ceniza, similar al original grano de cebada. El BSG ha recibido poca atención como producto comercializable, sin embargo, debido a su relativamente bajo costo y alto contenido de proteínas y fibra (alrededor del 20 y 70%) en base seca, puede considerarse una fuente prometedora de suplementos alimenticios (Ikram et al., 2017).

**1.4.2.6. Clasificación de las Harinas.** La clasificación más utilizada para las harinas se basa en la cantidad de gluten o proteínas que posea de acuerdo con esto se encuentra en la Tabla 3. La clasificación.

**Tabla 1**

*Clasificación de las harinas*

<b>Harina Extrafuerte</b>	Se caracteriza por tener un alto porcentaje de proteínas (sobre el 13%). Se obtiene a partir de trigo duro y se utiliza fundamentalmente para la elaboración de pastas alimenticias.
<b>Harina Fuerte</b>	El porcentaje de proteína está entre un 10 y un 12%, y se utiliza para la elaboración de pan.
<b>Harina débil</b>	Tiene un porcentaje entre el 7 y el 9%. Se usan para la elaboración de repostería y galletas, y no es apta para la elaboración del pan porque no mantiene estructura firme

---

<b>Harina de fuerza</b>	Esta harina es de trigo y se llama así debido a la fuerza que hay que realizar para amasarla, es rica en gluten por lo que retiene mucha agua y forma masas consistentes y elásticas. Se utiliza sobre todo para realizar la pasta, el pan y algunas recetas de repostería.
<b>Harina de Temperatura</b>	Se utiliza mucho para preparaciones japonesas y es perfecta para los rebozados. Está compuesta de harina de trigo, almidón, levadura y yema de huevo en polvo.
<b>Harina leudante o de repostería</b>	Es un tipo de harina a la que se le añade un producto leudante, como la levadura en polvo, que sirve para aumentar el volumen de productos que van a ser horneados.

---

Fuente: (Sifre et al., 2018)

**1.4.2.7. Harinas de bagazo.** Según Martínez, (2020). Es posible obtener harina de granos gastados de mosto cervecero debido a que es un cereal con alto contenido de fibra y proteína y es posible obtenerse mediante diferentes tratamientos El proceso para obtener harina comienza con el acondicionamiento y pesado del bagazo fresco para poder distribuirlo en fracciones equitativas y trabajar con un peso homogéneo.

Luego se realiza el prensado de cada porción para reducir la humedad hasta un 60-65% y disminuir el tiempo de secado en el horno deshidratador. Para esta labor se utiliza una prensa hidráulica y el prensado será durante 4-5 minutos. El secado se puede producir en horno eléctrico o a gas, a una temperatura constante de 65 °C durante unas 4 horas aproximadamente. La humedad final no deberá superar el 15 % para poder obtener una molienda adecuada, la cual se realiza para reducir el tamaño de las partículas utilizando un molinillo de laboratorio o un molino para harinas. Para finalizar el proceso se procede a tamizar el producto con un tamiz de 212 micras.

**1.4.2.8. Gluten.** Corresponde al conjunto de proteínas no solubles en agua, procedente de los granos molidos de cereales son los actores de proporcionar a la masa un aspecto compacto similar al del chicle. El gluten es también el responsable de atrapar el dióxido de carbono liberado durante la fermentación y provocar el hinchamiento de la masa. Cuando estas proteínas se encuentran en un medio seco son inertes, pero en medios acuosos las cadenas de aminoácidos empiezan a alinearse formando redes de proteínas que son las que dan la textura final a la masa Se realiza a partir de los 2 años de establecido con ello se logra un rápido desarrollo del área foliar, para lo cual se eliminan las puntas de las ramas que van hacia el suelo (Parada & Araya, 2018).

**1.4.2.9.1. Enfermedad celiaca.** La enfermedad celiaca (EC) es una enfermedad inflamatoria de origen autoinmune, la cual afecta la mucosa del intestino delgado en pacientes genéticamente susceptibles; y cuyo desencadenante es la ingesta de gluten. La EC se presenta con una gran heterogeneidad clínica en todos los grupos etarios. (Moscoso y Quera, 2016, p. 211).

Sensibilidad no celiaca al gluten. Patología descrita recientemente y aún controversial, caracterizada por la aparición de una serie de manifestaciones digestivas y extra digestivas relacionadas con la ingesta de gluten y otras proteínas del trigo, en pacientes en los cuales se han descartado enfermedad celiaca y alergia al trigo. En los últimos años se ha cuestionado su denominación, debido a que el principal detonante no es el gluten y se ha propuesto llamarla síndrome de intolerancia al trigo (Ortiz et al, 2017, p. 421).

Aún no existe certeza respecto a su prevalencia. En población general evaluada en un centro de investigación para enfermedad celiaca en Estados Unidos Americanos se encontró una prevalencia del 6% entre los 5.896 pacientes evaluados, superior a enfermedad celiaca. En pacientes mayores a 16 años con intestino irritable, se ha descrito una frecuencia entre 15 y 40% de SGNC “Sensibilidad al Gluten no Celiaca” (Ortiz et al, 2017, p. 421).

**1.4.2.9.2. Alergia al Trigo.** La alergia al trigo no es solamente padecida por el gluten, pero se atribuye en su mayoría gracias a él. Ya que se presentan reacciones inmunológicas de tipo hipersensibilidad a proteínas del trigo en la cual la IgE y liberación de mediadores químicos como histamina juegan un rol fundamental. Se caracteriza por la presencia de síntomas digestivos,

respiratorios y/o cutáneos, gatillados por la exposición a trigo a través de mucosas (digestiva o respiratoria) o piel (Ortiz et al, 2017, p, 421).

Estudios realizados en Europa describen prevalencias de IgE anti proteínas del trigo de 0,5-9% en niños. De acuerdo a un estudio realizado en Estocolmo con una cohorte de 2.336 niños su prevalencia disminuye con la edad (Ortiz et al, 2017, 421).

**1.4.2.10. Productos obtenidos a partir de la harina.** Se han realizado investigaciones sobre la posibilidad de incorporar Grano Gastado de Cervecería como ingrediente de valor para la dieta humana, en la fabricación de productos de panadería como copos de desayuno, pan integral, galletas, magdalenas, pasteles, pastas, waffles, bocadillos, rosquillas, snacks y Brownies o en cárnicos como salchichas. (Attia et al., 2010; Haynes, et al., 2009; Ikram et al., 2017; Gimferrer, 2019).

**1.4.3.5.1. Snacks.** Se pueden definir como alimentos que se usan para comer a ciertas horas del día donde se quiere hacer una pausa, permiten saciar el hambre o apetito y mantener al aparato digestivo ocupado. Desde hace algún tiempo los snacks eran considerados como productos chatarra por su contenido nutricional pero el concepto ha ido cambiando día a día. En general los snacks son bajos en calorías. En la actualidad se busca generar snacks saludables donde sus componentes sean ricos en fibra y proteínas. Entre algunos snacks que son más conocidos se encuentran Patatas fritas o papas, frutos secos, rosquilletas, triángulos de maíz tostados, torreznos. (Moreno, 2019).

**1.4.3.5.2. Totopos.** Los totopos o nachos son triángulos de tortilla fritos o tostados muy populares en la cocina mexicana, poseen una textura crujiente. Suelen consumirse en compañía de salsas, guacamole o frijoles. En los últimos años, se ha popularizado su consumo a nivel mundial. Se pueden pedir en restaurantes, comprar en cualquier supermercado o prepararlos en casa.

Se caracteriza por ser un snack saludable compuesto por tortillas de maíz mexicana que se convierte en una opción perfecta para tomar como aperitivo. (Morales, 2020).

#### **1.4.4. Hipótesis**

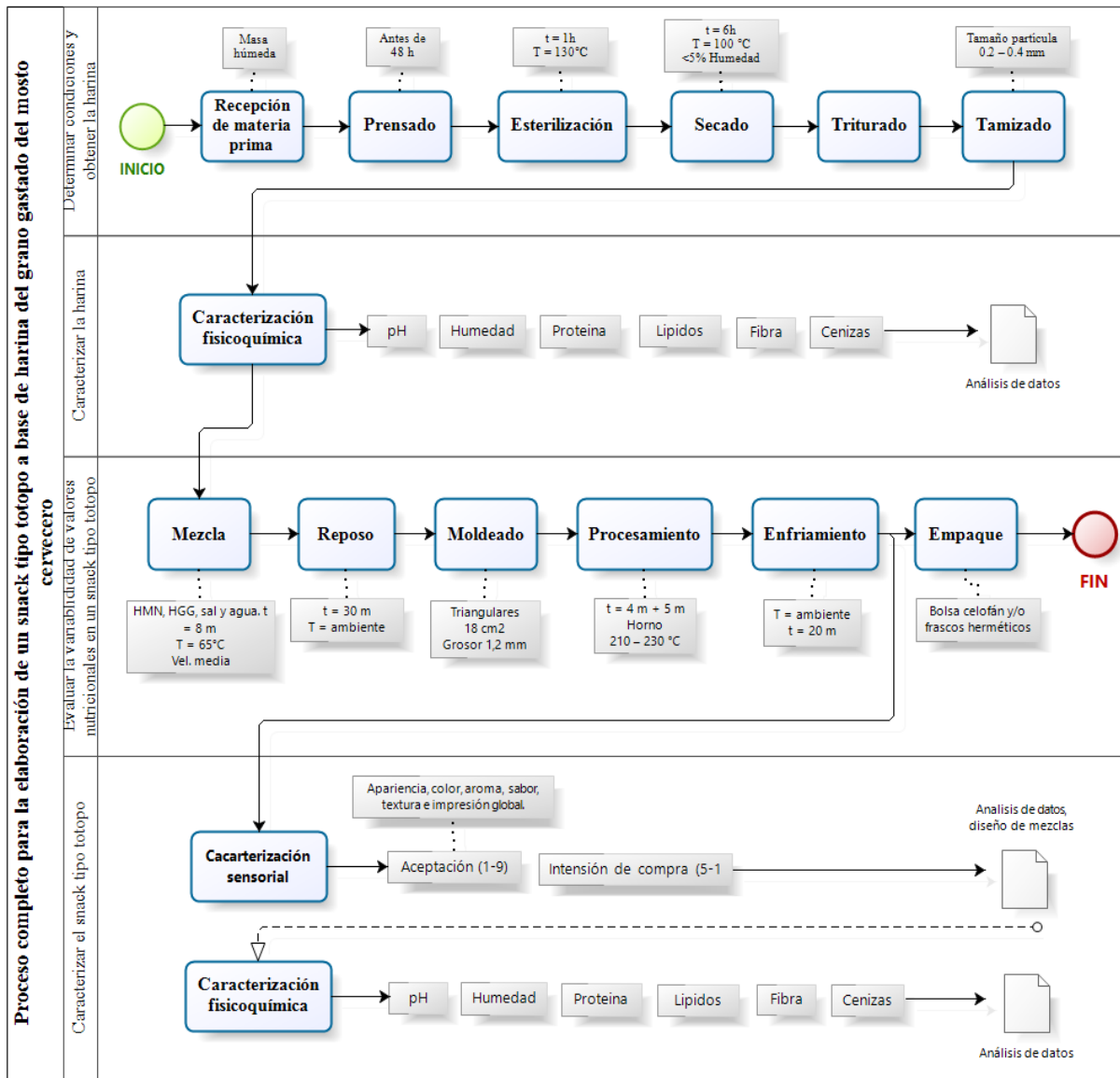
La adición de la harina obtenida a partir del grano gastado del mosto cervecero influye en las propiedades nutricionales de un snack tipo totopo.

### 1.5. Metodología

Para la metodología descrita a continuación, la harina del grano gastado del mosto cervecero se prepara de acuerdo a las patentes WO2021019289 Bassani, M. (2021) y BR102019008750A2 Martínez-Peralta y autores (2020). La preparación del snack tipo totopo se realizó de acuerdo a (Tecante & Diaz, 2020).

**Figura 1**

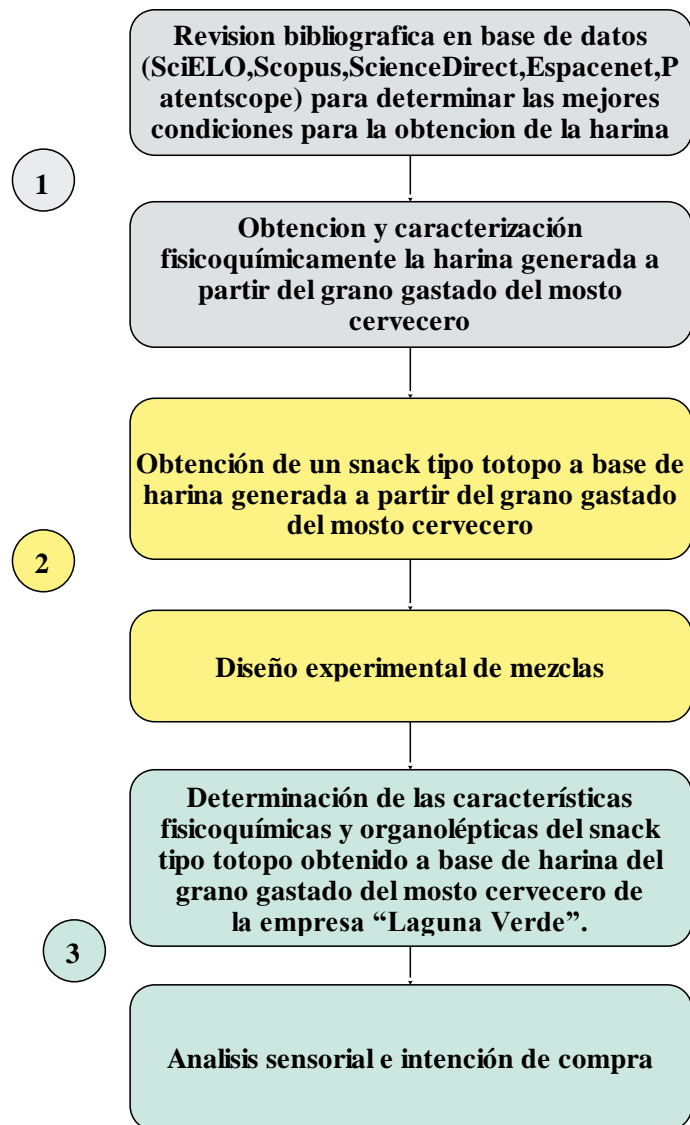
*Proceso completo para la elaboración de un snack tipo totopo a base del grano gastado del mosto cervecero*



En la Figura 1 se muestra las etapas llevadas a cabo en el proceso de obtención de un snack tipo totopo; a partir de lo anterior la metodología implementada se describe a continuación

## Figura 2

Metodología para la obtención de un snack tipo totopo



La Figura 2 presenta la metodología general del proyecto desarrollada de acuerdo a los 3 objetivos planteados para la obtención de un snack tipo totopo a base de harina del grano gastado del mosto cervecero descrita por objetivos.

### ***1.5.1. Enfoque de investigación***

Según Medina (2013) y colaboradores determinan: El tipo de investigación para el presente trabajo de grado es de carácter mixto teniendo en cuenta que se realiza una combinación de tipo cuantitativo y cualitativo.

### ***1.5.2. Tipo de investigación***

Para el presente trabajo de grado se hace una relación entre el tipo cuantitativo y cualitativo por su parte el tipo cuantitativo permite incursionar en cuanto a la caracterización de la harina y snacks para atributos como (Humedad, pH, cantidad de fibra, cantidad de proteína, gluten, lípidos y cenizas) además de que se hace presente en el diseño de mezclas propuesto; por otra parte el tipo cualitativo permite describir factores de la percepción global de los catadores no entrenados donde se busca calificar atributos como (apariencia, color, aroma, sabor y textura).

### ***1.5.3. Caracterizar fisicoquímicamente la harina generada a partir del grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”***

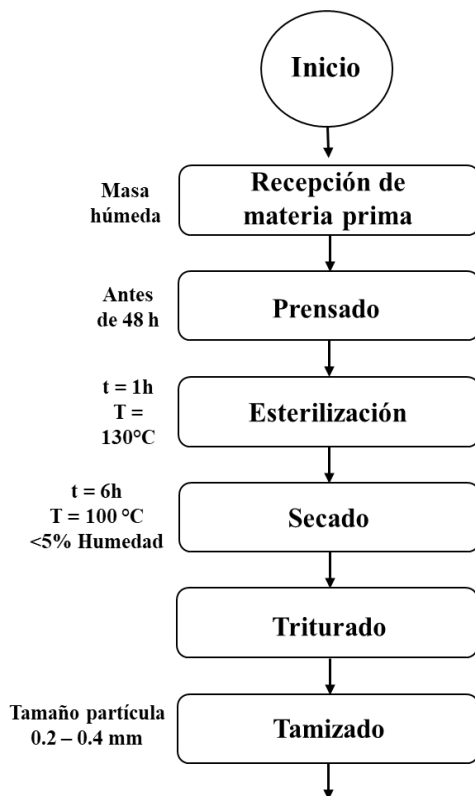
**1.5.3.1. Determinación de las condiciones para la obtención de harina a partir del grano gastado del mosto cervecero.** Como primer paso es importante conocer las condiciones óptimas para la obtención de la harina a partir del grano gastado de mosto cervecero para ello a continuación, se presenta la metodología para determinar cuáles son las condiciones para procesar harina de totopos utilizando como materia prima el grano gastado de mosto cervecero.

**1.5.3.2. Obtención de harina a partir del grano gastado del mosto cervecero.** En la siguiente Figura 3 se presenta el diagrama para obtener la harina gastada del mosto cervecero; donde se describen las diferentes etapas y condiciones para dicho proceso.



**Figura 3**

*Diagrama de proceso de obtención de harina del grano gastado del mosto cervecero*



La figura 3 se muestra el proceso para la obtención de la harina a base del grano gastado del mosto cervecero, a continuación, se describen las diferentes etapas llevadas a cabo el proceso.

**1.5.3.2.1. Recepción de materia prima.** La materia prima para el caso de estudio se suministra por la empresa de cerveza artesanal “Laguna Verde” en la ciudad Tuquerres departamento de Nariño. Los granos gastados del mosto cervecero con un rango en el contenido de humedad de 50 al 90 (%p/p), dependiendo de las características del proceso de elaboración de la del que derivan. La recolección de la materia prima se recolecta 48 h antes de la etapa de prensado limitando así los procesos de proliferación bacteriana no deseada que pueden producir aromas desagradables en el producto alimenticio final.

**1.5.3.2.2. Prensado.** Ventajosamente, esta etapa de prensado permite eliminar parte del contenido de agua presente en la masa húmeda de los granos, acelerando así la etapa de secado posterior, permitiendo eliminar de los granos al menos un 10 al 80 del agua (%p/p).

**1.5.3.2.3. Esterilización.** Esta etapa de esterilización (pasteurización) se lleva a cabo a una temperatura de 130 °C durante 60 minutos. Ventajosamente, esta combinación no afecta negativamente a las características organolépticas del producto final obtenido. Además, el producto final tiene un recuento bajo, si no mínimo, de microorganismos: *Escherichia coli* <10 ufc/g, mohos <1000 ufc/g, levaduras <1000 ufc/g y ausencia de *Salmonella* spp. en 25 g de producto.

Dependiendo de la realización preferida, la etapa de esterilización se realiza antes de la etapa de secado; sin embargo, no se excluye que la etapa de secado se realice antes de la etapa de esterilización como se detalla en el proceso de patente BR102019008750, en el cual se realiza un proceso de tostado a 110 °C por 6 segundos posterior a la etapa de secado.

Además, la etapa de esterilización (pasteurización) y secado puede realizarse o no en el mismo equipo.

**1.5.3.2.4. Secado.** Esta operación particularmente es preferida mediante hornos ventilados, de igual manera se puede realizar en diferentes equipos, siempre que el equipo sea adecuado para secar una masa húmeda de granos, como un horno estático o un secador. Esta etapa se llevará a cabo a una temperatura de 100 °C, durante aproximadamente 6 horas. Pero el uso de bandejas perforadas reduce la duración del paso del secado, cuando se utilizan bandejas perforadas el proceso de secado puede durar entre 1,50 y 4 h. Haciendo uso de los pasos anteriores se conduce a un producto caracterizado por un contenido de humedad de menos del 5%.

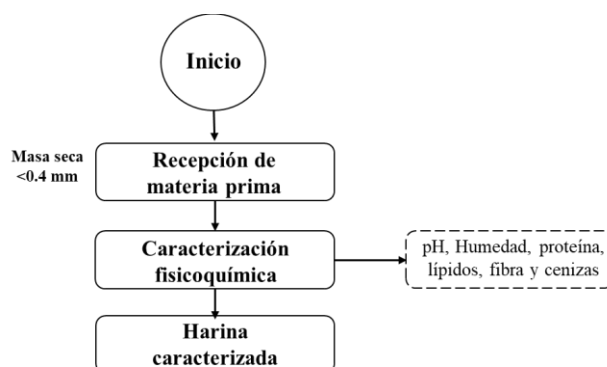
**1.5.3.2.5. Trituración.** Se realiza sobre la masa seca de granos mediante grupos de corte manual o automático; también se pueden considerar grupos de corte los cuales comprenden trituradoras de cuchillas, granuladores de cuchillas y batidoras. La masa seca de granos se muele preferiblemente hasta un tamaño medio de partícula preferiblemente alrededor de 0,20 y 0,80 mm.

**1.5.3.2.6. Tamizado.** Se realiza con tamices con una apertura de malla de aproximadamente 0,20 y 0,40 mm. Favorablemente, la etapa de tamizado permite obtener una masa seca de granos molidos de tamaño de grano sustancialmente consistente y, nuevamente, eliminar cualquier partícula mayor de 0,40 mm que sea indeseable en el producto final.

### 1.5.3.3. Caracterizar la harina obtenida a partir del grano gastado del mosto cervecero.

**Figura 4**

*Proceso para la obtención de la harina a base del grano gastado del mosto cervecero*



La Figura 4 muestra el proceso para la caracterización fisicoquímica de obtención de la harina a base del grano gastado del mosto cervecero, a continuación, se describen cada una de las etapas llevadas a cabo para el respectivo proceso.

**1.5.3.3.1. Recepción de materia prima.** La materia prima se recepciona en masa seca, con un porcentaje de humedad menor a 5% y un tamaño de partícula inferior a 0,40 mm, preferiblemente entre 0,20 y 0,40 mm.

**1.5.3.3.2. Caracterización fisicoquímica de la harina.** La humedad se mide según el método oficial AOAC 20.01 (1980); el pH usando un titulador automático marca Schott modelo CG842 por inmersión del electrodo en la muestra, previa calibración con soluciones tampón de pH 2-4,7 y 10 a 25 °C, la humedad, proteínas, lípidos, fibra y cenizas, se realiza un tratamiento de datos mediante análisis anova factorial tomando muestras por cuarteo, según la metodología propuesta por la AOAC (2005).

**Tabla 2**

*Propiedades fisicoquímicas de la harina del grano gastado del mosto cervecero*

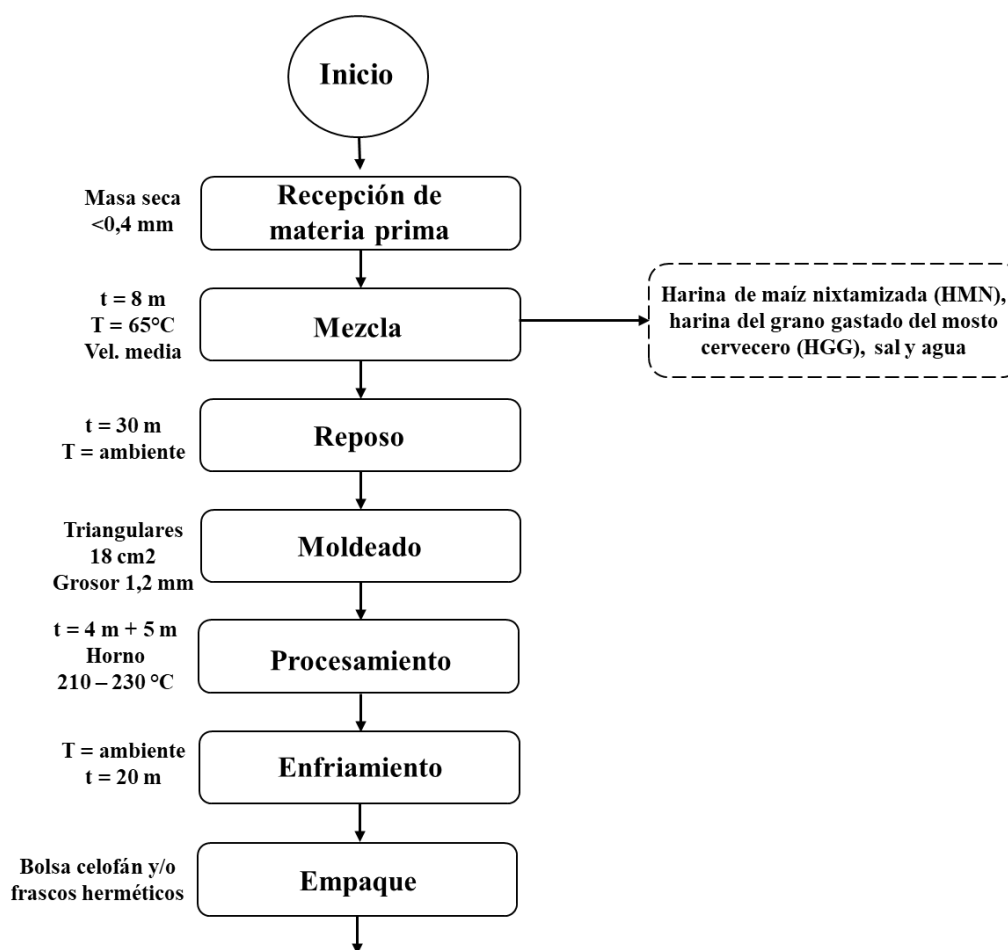
Análisis	WO2021019289	(de Oliveira Silva et al., 2021)	(Rigo et al., 2017)
<b>pH</b>		6,08 ± 0,01	
<b>WA</b>		0,28 ± 0,05	
<b>Fibra dietaria</b>	42,50 ± 4,50		
<b>Proteína</b>	15,20 ± 1,10	18,87±0,11	12,50 ± 0,28
<b>Grasas</b>	6,87 ± 0,73		
<b>Carbohidratos</b>	25,78 ± 4,70	70,29 ± 1,29	73,00± 3,89
<b>Sodio</b>	53,00 ± 11,00		
<b>Humedad</b>		2,75 ± 0,51	5,20 ± 0,23
<b>Cenizas</b>		2,57 ± 0,10	3,40 ± 0,02
<b>Lípidos</b>		5,52 ± 0,38	5,90 ± 0,11
<b>Calorías (Kcal/100g)</b>		406,32	395,10

**1.5.4. Evaluación de la influencia de la incorporación de harina del grano gastado del mosto cervecero en los valores nutricionales de un snack tipo totopo.**

**1.5.4.1. Obtener un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.** En la siguiente Figura 5 se muestra la metodología para el proceso de obtención de un snack tipo totopo; a partir de la harina generada y caracterizada del grano gastado de mosto cervecero.

**Figura 5**

*Proceso de obtención del snack tipo totopo*



La Figura 5 muestra el proceso de obtención del snack tipo totopo, continuación se realiza una descripción de cada etapa para el respectivo proceso.

**1.5.4.1.1. Recepción de materia prima.** Se recepción la harina del grano gastado (HGG) y harina texturizada de maíz (HTM) en masa seca (<5% humedad), con un tamaño de partícula entre 0,20 y 0,40 mm. Adicional se recepcionará sal común y agua.

**1.5.4.1.2. Mezclas.** De acuerdo a lo consultado hasta el momento se encuentra que la harina del grano gastado del mosto cervecero presenta una formulación mejorada en los snacks tipo totopo cuando se añade en la mezcla 18% de HGG “Harina gastada de grano de mosto cervecero” con una humedad inferior al 5%, 79% HMN “Harina de maíz nixtamalizada”, 3% sal y una relación de 1:1.2 de mezcla: agua, reportando un contenido de proteína del  $8,97 \pm 0,02$  y  $14,56 \pm 0,52$  en fibra en ppm (Tecante & Diaz-, 2020). Por este motivo, se ha decidido evaluar las condiciones

nutricionales con respecto a su aceptación como producto, incrementando el contenido de HGG. Tomando como control la mezcla del 97% de harina texturizada de maíz (HTM) se genera las formulaciones descritas en la Tabla 3, con la finalidad de buscar una mezcla más balanceada en su nutrición y aceptación se realizará un diseño experimental de mezclas descrito en un apartado posterior.

**Tabla 3**

*Formulación de la masa de los snacks tipo totopo*

Descripción	Ingredientes			Proporción mezcla - agua
	HMN	Sal	HGG	
<b>CONTROL</b>	97%	3%	-	1,00 – 1,40
<b>HGG18</b>	79%	3%	18%	1,00 – 1,20
<b>HGG24</b>	74%	3%	24%	1,00 – 1,40
<b>HGG30</b>	69%	3%	30%	1,00 – 1,20

Para la preparación de la muestra control se formulará en relación 1:1 para ellos, se mezcla 97g de harina de maíz nixtamalizada, 3g de sal, y se adicionan 140 g de agua purificada caliente a 65°C, en batidora con mezclador durante 8 min a velocidad media. El proceso de fortificación se realizará variando el % de HGG, HMN y Agua.

**1.5.4.1.3. Reposo.** La masa resultante se mantiene envueltas en plástico para evitar la exposición con el medio y garantizar que la temperatura sea uniforme en la muestra, posteriormente se dejarán reposar durante 30 minutos.

**1.5.4.1.4. Moldeado.** Se generan piezas de aproximadamente 18 cm<sup>2</sup> de área en una laminadora de tortillas a escala laboratorio con rodillo de moldes triangulares. El grosor final de las testales de tortilla se ajusta a 1,20 mm. Las piezas se colocarán en charolas de aluminio con spray de aceite de canola “recomendado” por (Tecante & Diaz-, 2020).

**1.5.4.1.5. Procesamiento.**

La masa previamente moldeada se envía a un horno giratorio industrial precalentado a temperaturas entre 210 a 230° C, después de un proceso de recocción de 4 minutos; se rotan y hornean por 5 minutos, hasta obtener el tono dorado y textura característico del producto.

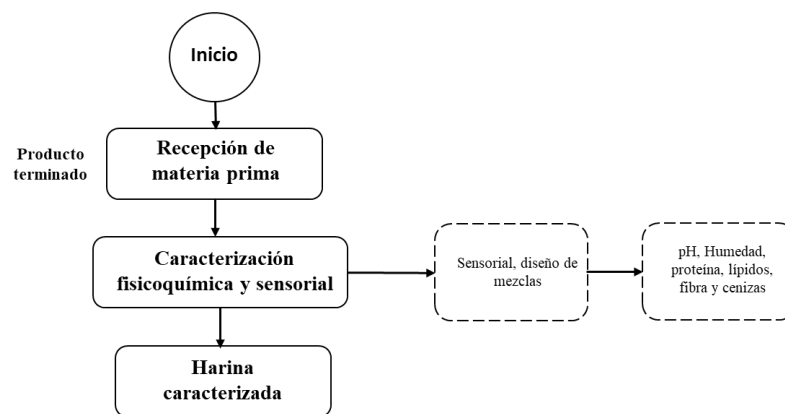
**1.5.4.1.6. Enfriamiento.** Una vez terminada la etapa de procesamiento los totopos o chips de maíz se enfrían a temperatura ambiente por 20 minutos y se empacan en bolsas de celofán.

Al finalizar las etapas anteriores el producto está listo para ser empacado ya sea en bolsas de celofán y frascos herméticos o en eco-empaque.

**1.5.4.2. Determinar las características fisicoquímicas y organolépticas del snack tipo totopo obtenido a base de harina de grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”.**

**Figura 6**

*Proceso para la obtención de la haría a base del grano gastado del mosto cervecero*



La figura 6 muestra el proceso para la caracterización fisicoquímica y sensorial del snack tipo totopo, a continuación, se realiza una descripción por cada etapa para el correspondiente proceso.

**1.5.4.2.1. Recepción de materia prima.** Se realiza una recepción de una cierta cantidad de snack tipo totopo para las diferentes pruebas fisicoquímicas y sensoriales, estos deben estar en perfectas condiciones sin quebraduras ni quemaduras u otra anomalía.

**1.5.4.2.2. Caracterización sensorial.** El análisis sensorial se lleva a cabo mediante la prueba de aceptación, utilizando una escala hedónica no estructurada que va en una escala de valoración cualitativa de 9 (Me gustó mucho) a 1 (me disgustó mucho), para evaluar los parámetros de apariencia, color, aroma, sabor, textura e impresión global. Con los resultados de las pruebas se calcula el Índice de Aceptabilidad del producto (IA) para cada atributo evaluado y para la aceptabilidad global. También se realiza la prueba de intención de compra, utilizando una escala hedónica no estructurada de cinco puntos que va de 5 (Si lo compro) a 1 (Definitivamente no lo compraría). Ambas pruebas fueron realizadas con un panel de 30 catadores no entrenados (Anzaldúa, 1994; Gularte (2009). El análisis se realizará en cabinas individuales, donde los evaluadores recibirán las muestras codificadas, y también un vaso de agua para limpiar las papilas gustativas entre la degustación de una muestra y otra, el análisis se realiza mediante un modelo de encuesta para evaluar los parámetros mencionados anteriormente para su mayor comprensión se encuentra en el Anexo A.

**1.5.4.3. Diseño experimental de mezclas.** El diseño de experimentos por mezclas es una herramienta que permite identificar los parámetros adecuados para cada proceso. Mediante el análisis experimental de mezclas se encontrará la mezcla adecuada de componentes o ingredientes para la obtención de un snack tipo totopo. Se realizará un tratamiento de datos mediante análisis ANOVA factorial y para ello las muestras se analizarán por triplicado, los niveles (factores) que se tomaron fueron: HMN (harina de maíz nixtamalizada), HGG (harina de mosto cervecero) y agua, cada factor con 3 niveles bajo, medio y alto.

**Tabla 4**

*Matriz del Diseño Experimental para la formulación del snack tipo totopo*

Factores	Niveles	
	Bajo	Alto
Harina de maíz nixtamalizada (HMN)	-1	+1
Harina del grano gastado del mosto cervecero (HGG)	-1	+1
Relación de agua (A)	-1	+1



El análisis de formulaciones para los factores ya mencionados en la Tabla 4 se toman con sus valores mínimos y máximos, en la Tabla 8 se muestran los valores máximos y mínimos.

**Tabla 5**

*Formulaciones a ejecutar para el diseño experimental de mezclas*

Formulación	HMN	HGG	AGUA	Análisis sensorial de
				aceptación global
1	1,00	0,00	0,00	26,00
2	0,00	1,00	0,00	30,00
3	0,00	0,00	1,00	30,00
4	0,50	0,50	0,00	31,00
5	0,50	0,00	0,50	29,00
6	0,00	0,50	0,50	30,00
7	0,66	0,16	0,16	34,00
8	0,16	0,66	0,16	32,00
9	0,16	0,16	0,66	32,00
10	0,33	0,33	0,33	33,00
11	1,00	0,00	0,00	31,00
12	0,00	1,00	0,00	32,00
13	0,00	0,00	1,00	26,00
14	0,50	0,50	0,00	29,00

De acuerdo a lo mencionado anteriormente en el apartado de la mezcla (ver Tabla 6), el diseño se llevará a cabo con sus valores mínimos y máximos como se indica en la Tabla 9.

**Tabla 6**

*Matriz del Diseño Experimental para la formulación del snack tipo totopo con los valores de niveles dados*

Factores	Niveles	
	Bajo	Alto
Harina de maíz mixturada (HMN)	59	79
Harina del grano gastado del mosto cervecero (HGG)	18	30
Relación de agua - mezcla (A)	1-1,2	1-1,4

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales se analizan estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico Design Expert 12.0.3. La diferencia estadística se determinará en el valor de  $p < 0,05$  con la consiguiente prueba de Tukey para la comparación de los valores medios.

**1.5.4.4. Caracterización fisicoquímica de la harina.** Con base en la mejor formulación aceptada, se procede a caracterizar fisicoquímica. La humedad se mide según el método oficial AOAC 20.01 (1980); el pH usando un titulador automático marca Schott modelo CG842 por inmersión del electrodo en la muestra, previa calibración con soluciones tampón de pH 2, 4, 7 y 10 a 25 °C, la humedad, proteínas, lípidos, fibra y cenizas, por triplicado, según la metodología propuesta por la AOAC (2005).

## 2. Presentación de resultados

### 2.1. Procesamiento de la información

**Tabla 7**

*Composición de los diferentes tipos de malta que se encuentran en el grano gastado BSG*

<b>Maltas</b>	<b>% p/p</b>
<b>Pilsen</b>	38%
<b>Cara pils</b>	10%
<b>Melanoidin</b>	13%
<b>Cara Múnich 2</b>	8%
<b>Special x</b>	6%
<b>Biscuit</b>	3%
<b>Red x</b>	3%
<b>Cara Aromatic</b>	1%
<b>Cebada malteada casera</b>	19%
<b>TOTAL</b>	100%

En la Tabla 7 se presenta la composición relacionada con los diferentes tipos de malta que posee el residuo de grano gastado de mosto cervecero.

**Tabla 8**

*Ensayo de Granulometría de la harina obtenida de mosto cervecero*

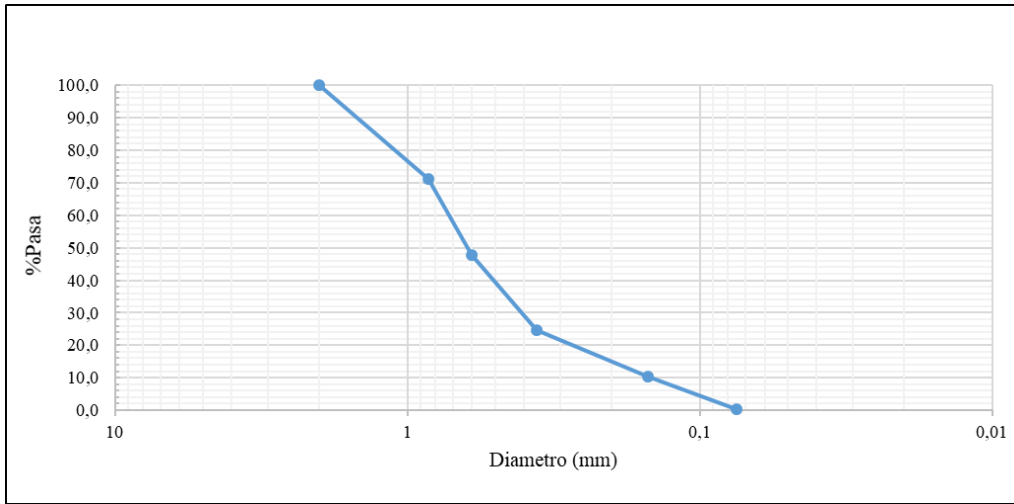
<b>Designación de tamiz (ASTM)</b>	<b>Tamiz</b>	<b>Masa retenida (g)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>%Retenido acumulado</b>	<b>%Pasa</b>
	<b>Abertura(mm)</b>				
N.10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N.20	0,85	516,29	28,70	28,70	71,30
N.30	0,60	422,30	23,50	52,20	47,80
N.50	0,36	415,60	23,10	75,30	24,70
N.100	0,15	256,85	14,30	89,60	10,40
N.200	0,07	178,90	10,00	99,60	0,40

Pasa N.200	50,06
------------	-------

En la Tabla 8 se presentan los resultados correspondientes al ensayo de granulometría llevado a cabo para analizar los diferentes tamaños encontrados en la muestra.

**Figura 7**

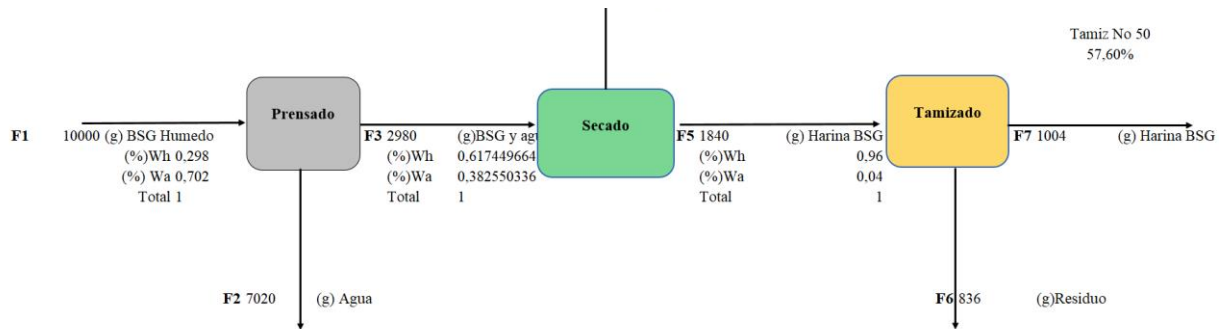
*Curva granulométrica de la harina obtenida a partir del grano gastado de mosto cervecero*



En la Figura 8 se muestra la curva granulométrica obtenida para el grano gastado de mosto cervecero, representada con respecto al diámetro de apertura de la malla con respecto a % que pasa.

**Figura 8**

*Balance de materia del proceso de obtención de harina BSG*



En la figura 8 se muestra el respectivo balance de materia para la obtención de harina BSG en las diferentes etapas llevadas a cabo para su obtención.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de contenido de humedad (%) en la harina obtenida de mosto cervecero*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<b>Muestra 1</b>	3	12,59	4,19	1,28
<b>Muestra 2</b>	3	14,15	4,71	0,14
<b>Muestra 3</b>	3	12,59	4,19	1,28

**Tabla 10**

*Análisis de varianza de contenido de gluten en la harina obtenida de mosto cervecero*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<b>Muestra 1</b>	3	6,31	2,11	0,07
<b>Muestra 2</b>	3	6,29	2,10	0,03
<b>Muestra 3</b>	3	6,51	2,17	0,04

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de contenido de cenizas en la harina obtenida de mosto cervecero*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<b>Muestra 1</b>	3	7,85	2,62	3,61
<b>Muestra 2</b>	3	7,90	2,63	3,51
<b>Muestra 3</b>	3	7,96	2,65	3,71

**Tabla 12**

*Análisis de varianza de contenido de fibra cruda en harina obtenida de mosto cervecero*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<b>Muestra 1</b>	3	3,41	1,13	0,0004
<b>Muestra 2</b>	3	3,41	1,13	0,0004
<b>Muestra 3</b>	3	3,39	1,13	0,0005

**Tabla 13***Análisis de varianza de contenido de lípidos en harina obtenida de mosto cervecero*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<b>Muestra 1</b>	3	14,30	4,76	0,004
<b>Muestra 2</b>	3	14,23	4,74	0,004
<b>Muestra 3</b>	3	14,31	4,77	0,002

**Tabla 14***Propiedades fisicoquímicas de la harina obtenida del grano gastado de mosto cervecero*

<b>Análisis</b>	<b>Este trabajo</b>	<b>WO2021019289</b>	<b>(de Oliveira Silva et al., 2021)</b>	<b>(Rigo et al., 2017)</b>
<b>pH</b>	6,20±0,02	-	6,08±0,01	-
<b>Humedad(%)</b>	4,37± 0,90	-	0,28±0,05	5,20±0,23
<b>Fibra dietaria (%)</b>	38,00±0,004	42,5±4,50	-	-
<b>Proteína(%)</b>	14,92 ± 0,05	15,21 ± 1,10		
<b>Cenizas(%)</b>	2,63±1,90	-	2,57±0,10	3,40±0,02
<b>Lípidos(%)</b>	4,76±0,003	6,87 ± 0,73	5,52±0,38	5,90±0,11
<b>Gluten(%)</b>	2,12±0,05	-	-	-

En la Tabla 14 se presentan las propiedades fisicoquímicas correspondientes a la harina del grano gastado de mosto cervecero de la empresa Laguna verde, a su vez se realiza una comparación con respecto a los autores referentes en el estudio.

**Tabla 15**

*Colorimetría de la Harina obtenida de mosto cervecero*

	<b>Área</b>	<b>Media</b>
Red	181.728	142.80
Green	181.728	103.51
Blue	181.728	77.00
RGB/3	181.728	107.81

En la Tabla 15 se presenta la colorimetría determinada para la harina obtenida, mediante el software Matlab.

**Figura 9**

*Muestras de granos gastados de mosto cervecero y harina obtenida de granos gastados de mosto cervecero*



Nota. *Panel izquierdo granos gastado de mosto cervecero, panel derecho de harina obtenida de granos gastados de mosto cervecero.*

**Tabla 16**

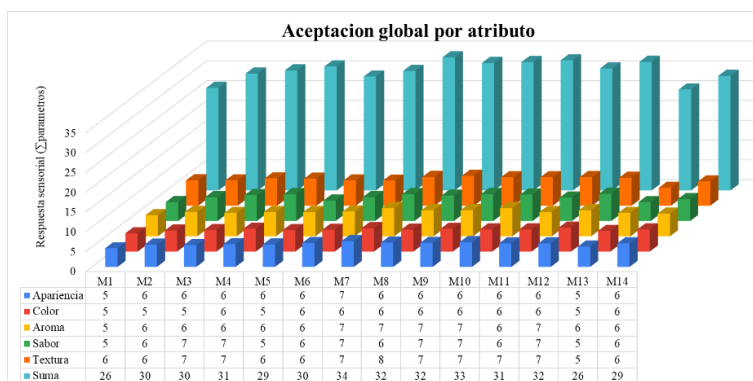
Resultado de la variable de respuestas del diseño experimental de mezclas

Formulación	Análisis sensorial de			aceptación global
	HMN	HGG	AGUA	
1	1,00	0,00	0,00	26,00
2	0,00	1,00	0,00	30,00
3	0,00	0,00	1,00	30,00
4	0,50	0,50	0,00	31,00
5	0,50	0,00	0,50	29,00
6	0,00	0,50	0,50	30,00
7	0,66	0,16	0,16	34,00
8	0,16	0,66	0,16	32,00
9	0,16	0,16	0,66	32,00
10	0,33	0,33	0,33	33,00
11	1,00	0,00	0,00	31,00
12	0,00	1,00	0,00	32,00
13	0,00	0,00	1,00	26,00
14	0,50	0,50	0,00	29,00

En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos correspondientes con la aceptación global del diseño experimental, para una mayor comprensión en el Anexo B se presentan los valores calculados tanto en porcentaje como en masa en gramos.

**Figura 10**

Resultados de aceptación global





**Tabla 17***Resultados de análisis físico-químico snack tipo totopo*

<b>Caracterización físico – química Muestra 7</b>	
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>
<b>pH(%)</b>	7,20 ±0,02
<b>Humedad(%)</b>	2,72±0,03
<b>Proteína(%)</b>	18,65 ±0,05
<b>Fibra dietaria(%)</b>	41,00±0,01
<b>Cenizas(%)</b>	2,38±0,02
<b>Lípidos(%)</b>	1,75 ±0,03
<b>Gluten(%)</b>	1,70±0,03

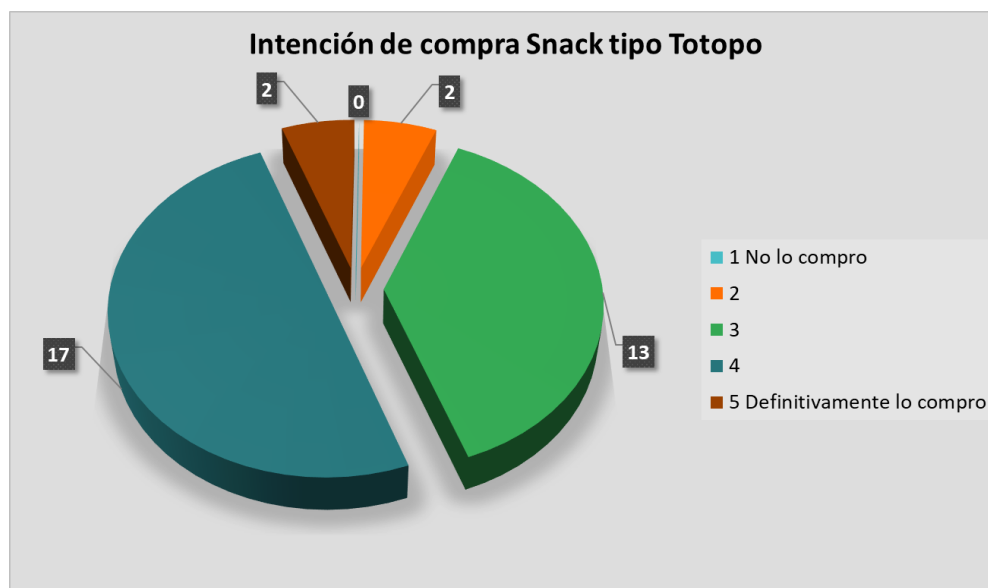
**Tabla 18***Resultados de comparación análisis físico-químico*

<b>Análisis</b>	<b>Este estudio</b>	<b>Tecante</b>	<b>TX</b>	<b>TM</b>	<b>Doritos</b>
<b>pH(%)</b>	7,20 ±0,02	-	-	-	-
<b>Humedad(%)</b>	2,72±0,03	3,52±0,018	2,50±0,02	2,98	-
<b>Proteína(%)</b>	18,65 ±0,05	8,97 ± 0,02	6,76±0,02	8,75	2,00
<b>Fibra dietaria(%)</b>	41,00±0,01	14,56 ± 0,52	11,72±0,01	9,20	9,00
<b>Cenizas(%)</b>	2,38±0,02	4,74 ± 0,00	-	-	-
<b>Lípidos(%)</b>	1,75 ±0,03	0,05 ± 0,025	2,93±0,18	1,69	4,00
<b>Gluten(%)</b>	1,70±0,03	-	-	-	-

Tecante: Totopo de maíz con adición de harina BSG en polvo seco TX: Totopo de maíz criollo  
 TM: Totopo de maíz azul. Doritos: Pasabocas de maíz de tortillas chip tipo totopo mexicano  
 condimentadas de la empresa estadounidense Frito-Lay.

**Figura 11**

*Resultados de intención de compra*



## 2.2. Análisis e interpretación de resultados

### 2.2.1. Análisis de la caracterización fisicoquímica de la harina generada del grano gastado de mosto cervecero de la empresa “Laguna verde”

**2.2.1.1. Composición de los diferentes tipos de malta que se encuentran en el grano gastado BSG.** En la tabla 7 se encuentran representado en % la composición de granos de los diferentes tipos de malta que posee la materia prima, generada de una cerveza tipo “Belgan Dubble” que posee características en cuanto a su apariencia Color ámbar oscuro a cobre, con un atractivo fondo de color rojizo. Generalmente cristalina, por su parte dichas características se ven reflejadas en cuanto al color teniendo en cuenta que en este residuo de granos gastados se tiene 30% de maltas especiales entre colores rojizos y marrón y el 70% representan maltas de color rubio.

**2.2.1.2. Ensayo granulométrico y curva granulométrica.** En la Tabla 8, se presenta el ensayo granulométrico de la harina de mosto cervecero el cual permite determinar el porcentaje de acumulación de granos retenidos por las mallas de tamices empleados. Para el Proceso de tamizaje de dicha harina se emplea mallas con tamaños de apertura que varían entre 2,00 y 0,07 mm; el

mayor retenido de partícula se presenta en la malla número 20 con un porcentaje de retenido de (28,70), considerando que el tamaño ideal para el producto final es de la malla número 50 debido a que se encuentra en el rango de preferencia de  $<0,80$  y  $> 0,20$  mm. Por su parte la curva granulométrica presentada en la Figura 8 permite obtener la distribución del tamaño de partícula de un material, clasificándose por % de pasa con respecto al diámetro en mm de las diferentes mallas.

**2.2.1.3. Análisis del balance de materia del proceso de obtención de harina BGS.** De acuerdo con la Figura 8 se muestra el balance de material realizado en las etapas que contemplan prensado, secado y tamizado, donde en la primera etapa ingresaron 10,000 gramos de materia húmeda y se obtuvo 1,004 g de Harina BSG para la realización de los snacks tipo totopos.

**2.2.1.4. Análisis de varianza para la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida.** En la Tabla 9 se muestran los resultados del contenido de humedad % obtenidos mediante la balanza de humedad (PMR 210) para dicho análisis se utilizó la técnica de cuarteo de muestra la cual consiste en realizar una división en 4 partes con el objeto de obtener porciones representativas de tamaño adecuado para efectuar las diferentes pruebas que se deseen realizar; De acuerdo con el resultado obtenido se puede inferir que el resultado de análisis experimental está dentro de los rangos descritos en la patente WO2021019289 por Bassani, M. (2021). En la cual sugiere que la harina debe poseer un contenido de humedad inferior al 5% de humedad en base seca.

En la Tabla 10 se muestran los resultados del análisis de varianza para contenido de gluten mediante determinación analítica, por lo cual se logra evidenciar que el contenido en la muestra analizada en este ensayo resulta obtener ventajosamente un contenido bajo en gluten.

En Tabla 11 se muestra el analisis de varianza de contenido de cenizas obtenido en la muestra de harina de mosto cervero, por lo cual se determina que las muestras 1,2,3 contiene un % de cenizas bajo y que se encuentra dentro del rango establecido entre el 2 y 4 % de contenido de cenizas según lo expuesto en la Tabla 2 Propiedades fisico quimicas de la harina de grano gastado de mosto cervecero, correspondiente con los autores Bassani, (2021), Oliveira Silva (2021) y Rigo (2017) y colaboradores.

En la Tabla 12, se muestra los resultados de análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en harina obtenida de mosto cervecero, el análisis se realizó mediante metodologías de análisis proximales MAFF (1982) y AOAC (1984); por lo cual se determina que los resultados obtenidos

de las muestras poseen un alto contenido de fibra, teniendo en cuenta que el producto final (Harina de mosto cervecero) debe ser alto en cuanto a fibra según lo descrito por Bassani, M. (2021)

En la Tabla 13, se muestran los resultados de análisis de varianza de contenido de lípidos en ppm, en la harina obtenida de mosto cervecero, se realizó mediante metodología de análisis proximales MAFF (1982) y AOAC (1984).

En la tabla 14 se evidencian los valores de la caracterización fisicoquímica del presente estudio para la harina obtenida de mosto cervecero teniendo en cuenta la comparación de los valores representados por los autores Bassani, (2021), Oliveira Silva (2021) y Rigo (2017) y colaboradores.

**2.2.1.5. Colorimetría de la harina obtenida de mosto cervecero .** Teniendo en cuenta la tabla 15 se muestra el resultado de análisis de colorimetría de la harina obtenida de mosto cervecero en el Software Matlab R2020a para el desarrollo de este resultado se realizó un muestreo por triplicado, por su parte la Figura 9 representa el mosto cervecero antes de ser procesado frente a la harina obtenida de granos gastados de mosto cervecero para un respectivo análisis de colorimetría delimitando el área de caracterización en el panel izquierdo.

## **2.2.2. *Análisis de obtención de un snack tipo totopo a base de la harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna verde”***

**2.2.2.1. Resultado de la variable de respuestas del diseño experimental de mezclas.** En la Tabla 16 se evidencia el resultado de aceptación global con respecto a la formulación del diseño de mezclas, donde se evidencia que el ensayo M7 presenta la mayor puntuación con respecto a los demás ensayos.

**2.2.2.2. Análisis de la aceptación global por atributo.** En la Figura 10 se evidencian los parámetros de la caracterización sensorial como son; apariencia, color, aroma, sabor y textura, evaluados por 30 catadores no entrenados; de acuerdo a la puntuación por componente de cada uno de los atributos, se efectúa el sumatoria total de parámetros; por lo cual se logra determinar que el ensayo con mayor puntuación es M7.

### **2.2.3. Análisis de la determinación de las características fisicoquímicas y organolépticas del snack tipo totopo obtenido a base de harina del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna verde”**

**2.2.3.1. Análisis caracterización fisicoquímica del snack tipo totopo.** En la Tabla 17 se muestran los resultados obtenidos de acuerdo a la caracterización fisicoquímica del snack tipo totopo, la caracterización se realizó a la mezcla determinada en la aceptación global realizada por los 30 catadores, determinándose así el ensayo M7, por lo cual se evaluaron los parámetros de pH, humedad, proteína, fibra dietaría, cenizas lípidos y gluten en (%), para los respectivos análisis se realizó un muestreo por triplicado.

**2.2.3.2. Comparación de análisis de caracterización fisicoquímica del snack tipo totopo con otros snacks encontrados en el mercado.** De acuerdo con la Tabla 18 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico con respecto al snack tipo totopo obtenido en este trabajo; a su vez se realiza una comparación teniendo en cuenta el estudio realizado por (Tecante & Diaz-, 2020) como referencia guía para la elaboración y obtención de un snack tipo totopo con residuo de BSG, se realiza también una comparación con Amador Rodríguez, K. Y. (2015) con respecto a la caracterización fisicoquímica evaluada en totopo los cuales son TX (totopos de maíz nixtamalizados criollo y TM (totopo de harina comercial de maíz Azul nixtamalizado, con respecto a esta comparación se logró determinar que los totopos con mayor contenido tanto de fibra como proteína son los del estudio del autor Tecante pero aun así no logran acercarse a los valores encontrados en el presente trabajo al igual que TX, TM y Doritos.

**2.2.3.3. Análisis de intención de compra snack tipo totopo.** En cuanto a la Figura 11 se muestran los resultados para la intención de compra evaluado con los 30 catadores no entrenados en una escala de 1,0 a 5,0, donde 1,0 representa no lo compro y 5,0 definitivamente lo compro.

## **2.3. Discusión**

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 7, se puede determinar que tanto la harina como los snacks tipo totopos se ven afectados en cuanto al color característico final teniendo en cuenta la procedencia de la materia prima que hace parte de una cerveza de color rojizo a marrón.

De acuerdo con los resultados presentados para el cumplimiento del primer objetivo en la Tabla 8 el análisis granulométrico se realizó con el fin de determinar los diferentes tipos de tamaños que presenta la muestra de harina BSG, por lo cual se logró evidenciar que en la malla número 50 se obtuvo un % de retenido de 23,10 % para una masa retenida de 415,60g. Por su parte el tamaño predominante de partículas es en la malla No100, debido a que en % de retenido acumulado se obtuvo un 89,60%; teniendo en cuenta lo anterior los tamaños correspondientes a mallas No 20 y 30 pasaron por una etapa de re triturar por tres veces de réplica, para garantizar un mayor % de retenido acumulado en malla No 50 que es el tamaño requerido para la elaboración de snacks tipo totopos por lo que el % de retenido acumulado para la maya No 50 logro aumentar a 57,60 % para una masa de 1004 g. En cuanto a la curva granulométrica representada en la Figura 8 se evidencio que el comportamiento de la curva es de carácter homogéneo debido a que no se presentó ausencia de tamaños. La mayor masa retenida se presentó en las mallas número 20 y 50.

Con respecto a la Figura 8 se determina que el rendimiento de Harina de grano gastado de mosto cervecero (HGG) con respecto al bagazo húmedo es de 1,004g de 10,000; lo que representa el 10.04% y el contenido de agua representan el 89.96% del residuo de mosto cervecero.

En la Tabla 9 se evidencio, el análisis de varianza de contenido de humedad en la harina obtenida de mosto cervecero se estableció que la harina obtenida está dentro del rango establecido <5% de acuerdo con la patente WO2021019289 desarrolla por Bassani, M. (2021). Por otra parte, se observó que la desviación estándar para el análisis de los resultados; lo que indica que los datos están agrupados cerca de su media. Cabe mencionar también que en cuanto al análisis respectivo de varianza (ANOVA) el valor de F el cual muestra la variación entre las medias de las muestras es de 0,20; para lo cual  $F < F$  crítico, entonces los promedios de las pruebas son estadísticamente iguales en las muestras analizadas.

En relación con la Tabla 10, análisis de varianza de contenido de gluten en la harina obtenida de mosto cervecero; se infiere que en el análisis respectivo de varianza (ANOVA) el valor de F el cual muestra la variación entre las medias de las muestras es de 0,09; para lo cual  $F < F$  crítico, entonces los promedios de las pruebas estadísticamente son iguales en las muestras analizadas.

En relación con la Tabla 11, análisis de varianza de contenido de cenizas en la harina obtenida de mosto cervecero; se infiere que en el análisis respectivo de varianza (ANOVA) el valor de F cual muestra la variación entre las medias de las muestras es de 0,0003; para lo cual  $F < F$  crítico, entonces los promedios de las pruebas estadísticamente son iguales en las muestras analizadas; en cuanto a la relación de las variables como F es menor a 0,05 las muestras respectivamente están relacionadas entre sí.

En relación con la Tabla 12, análisis de varianza de contenido de fibra cruda en harina obtenida de mosto cervecero; se infiere que en el análisis respectivo de varianza (ANOVA) el valor de F cual muestra la variación entre las medias de las muestras es de 0,04; para lo cual  $F < F$  crítico, entonces los promedios de las pruebas estadísticamente son iguales en las muestras analizadas; en cuanto a la relación de las variables como F es menor a 0,05 las muestras respectivamente están relacionadas entre sí.

En relación con la Tabla 13 análisis de varianza de contenido de lípidos en harina obtenida de mosto cervecero; se infiere que en el análisis respectivo de varianza (ANOVA) el valor de F cual muestra la variación entre las medias de las muestras es de 0,20; para lo cual  $F < F$  crítico.

Teniendo en cuenta la Tabla 14 con respecto a la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida de mosto cervecero se comparó con las investigaciones realizadas por lo cual se determinan que algunos de los valores evaluados están dentro de los rangos encontrados en la caracterización físico química de los autores de Bassani, (2021), Oliveira Silva (2021) y Rigo (2017) y colaboradores.

En la Tabla 15 se presentó el análisis colorimétrico para la harina obtenida de mosto cervecero, en la cual se determinó la gama de colores se asemeja a la muestra inicial antes de convertirse en el producto final, además se obtuvo un código RGB 107.812 correspondiente a la categoría de Maroon para el caso un Maroon claro.

En la Tabla 16 se muestran los resultados del diseño de mezclas efectuado para la incorporación de harina BSG para la elaboración de un snack tipo totopo, se tuvieron 14 mezclas dentro de los

niveles altos y bajos, dichos valores son la representación en masa (g) a utilizar, por lo cual se elaboraron en total 420 snack tipo totopos para el cumplimiento del análisis de aceptación global para los 30 catadores no entrenados.

En la Figura 10 se tuvo en cuenta los resultados por componentes y la sumatoria de los parámetros de aceptación global para determinar la mejor mezcla; teniendo en cuenta lo anterior se determinó que el experimento con mayor aceptación es M7 con un ponderado de 34, seguido del experimento M10 con un ponderado de 33 siendo así las mezclas con mayor aceptación para los 30 catadores no entrenados.

En la Tabla 17 para los resultados de análisis fisicoquímicos se tuvo en cuenta el experimento con mayor aceptación expresado por los 30 catadores no entrenados, siendo así M7 a quien se le realizó los diferentes análisis proximales MAFF (1982) y AOAC (1984) como son pH, humedad, fibra cruda, proteínas, cenizas lípidos y gluten, teniendo, así como resultados significativos en cuanto a alta cantidad de fibras y proteínas y baja cantidad de contenido de gluten.

En la Tabla 18 se realizó una comparación con otros estudios relacionados con snacks tipo totopos en primera instancia se hace una relación con el estudio guía para este trabajo por lo cual se evidencio que tanto como el contenido de fibra dietaría, proteínas y lípidos para este trabajo poseen un mayor contenido en cuanto a % así mismo como se ve la relación de otros totopos como son TX , TM y Doritos que es un producto comercial muy conocido por lo cual se logro denotar que el aporte nutricional de los totopos para este trabajo son superiores a los anteriores mencionados.

La Figura 11 por su parte muestra los resultados obtenidos mediante la encuesta realizada a los 30 catadores no entrenados por lo cual como última pregunta se tenía la evaluación de intención de compra dentro de la gráfica se logra identificar que 17 personas de las encuestadas comprarían el producto, 13 personas de las encuestadas probablemente lo comprarían, 2 personas definitivamente comprarían el producto, 2 personas probablemente no comprarían el producto y 0 personas definitivamente no comprarían el producto.



### **3. Conclusiones**

Mediante la metodología seguida por la patente WO2021019289 Bassani, M. (2021). Se demostró que el tratamiento de secado a 70°C de la materia de granos gastados de mosto cervecero genera las condiciones adecuadas para la obtención una harina con una cantidad alta en fibra de 38 ppm y a su vez con presencia baja en gluten de 2,12 ppm; condiciones propicias para una harina con características ideales de un producto de alta calidad.

La etapa de prensado fue un factor necesario para una reducción en el tiempo de secado ya que se redujo de 9 horas a 6 horas.

Las propiedades organolépticas de color, olor y sabor de la harina obtenida en el proceso de recepción son un factor determinado por la receta que se utiliza en el proceso de producción de cerveza artesanal ya que para dicho caso se recepción como materia prima los granos gastados de una cerveza estilo Belgian Dubble la cual contenía diferentes tipos de malta como: malta base Pale Ale color dorada 80% de contenido de granos y 20% de maltas especiales como red x y red 3 con colores rojizos y cobrizo, que no solo aportan el color representativo a marrón sino que también poseen características propias por su nivel de tostado.

Teniendo en cuenta que para el análisis de la harina de mosto cervecero se requería un tamaño entre 0,20 y 0,40mm de acuerdo con la metodología expuesta, la malla óptima para la obtención de la harina con dichas características es la No. 50 con tamaño de apertura de 0,36mm; Inicialmente se obtuvo una masa de 1,840 gramos de harina de BSG, donde se obtuvo un porcentaje de retenido de 23% del 100% de la muestra representando una masa retenida en gramos de 415,60 g.

Para garantizar un mayor % de retenido en la malla No 50 se realizó un proceso de re trituración, mediante el cual se logró aumentar de 23-57,60 % retenido total para la malla No 50, por lo que se obtuvo una masa final de 1,700 gramos para utilizar en la elaboración de snacks tipo totopos.

La harina obtenida se encuentra catalogada como una harina extrafuerte ya que se caracteriza por tener un alto porcentaje de proteínas (sobre el 13%).

Se obtuvo un producto con condiciones nutricionales óptimas teniendo en cuenta que el porcentaje de fibra cruda se encuentra en 41% a su vez con un alto contenido de proteína ya que posee el 18,65%.

El color tanto de la harina como del snack tipo totopo poseen un color particular Maroon teniendo en cuenta la materia prima utilizada y es característico debido al estilo de cerveza elaborado por lo cual en la composición de sus granos se encuentra un porcentaje que aporte dicho color característico al producto obtenido.

La empresa laguna verde encamina su proceso productivo a una economía circular, generando valorización en sus residuos siendo el BSG el residuo más representativo en todo su proceso productivo.

La generación de este tipo aprovechamientos de residuos apunta al cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible número 12 *“producción y consumo responsables”* y al objetivo número 8 *“trabajo decente y crecimiento económico”*.

#### **4. Recomendaciones**

La masa retenida de harina de grano gastado de mosto cervecero de la malla número 100 y 200 pueden ser utilizadas para otros fines teniendo en cuenta la clasificación de partícula de acuerdo con la NTC 267, con respecto al tamaño de malla 20 y 30 pueden volverse a triturar para maximizar el rendimiento en base a su tamaño de partícula.

Es importante conocer la composición del grano gastado de mosto cervecero ya que son factores que incurren en el color, apariencia y sabor tanto de la harina como de los totopos.

## **Referencias bibliográficas**

AOAC - Association of Official Analytical Chemists, 2005. Official Methods of Analyses - Determination of Moisture, Ash, Protein and Fat, 18ed. AOAC, Washington.

Aarup, A. (1998). A process for preparing a particulate product from spent grains and a particulate product obtainable by said method (Patent No. EP0852911A2). <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/008155923/publication/EP0852911A2?q=EP0852911A2>

Amador Rodríguez, K. Y. (2015). Desarrollo y evaluación alimentaria y funcional de totopos adicionados con huitlacoche.

Barbery, D., Godoy, M., Toro, P., Trujillo, D., & Romero, A. (2018). Una perspectiva del consumidor guayaquileño Marketing of beers. A guayaquil consumer perspective.

Barbosa, D., & Suarez, D. (2018). Evaluación de los efectos del polvo de trub en la vitalidad y viabilidad de *Saccharomyces cerevisiae* CEN.PK para la producción de cerveza.

Barton, M. (2019). Plan de Negocios: Maltitas (Producción de snacks a base de harina cervecera).

Bassani, M. (2021). Food product obtained from the processing of beer waste (Patent No. WO2021019289A1).

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067997662/publication/WO2021019289A1?q=WO2021019289A1>

Camacho, C., & Grande Carlos. (2020). Bagazo de malta (bsg): biorresiduo con potencial aplicación a nivel funcional, material y energético brewers' spent grain (bsg): bioresidual with potential application at functional, material, and energetic level. *Prospectiva*, 19(1). <https://doi.org/10.15665/rp.v19i1.2472>

Carreto, F. (2018). Proceso de fabricación de bebidas alcohólicas.

de Oliveira Silva, M., Chaves Almeida, F. L., Neves da Paixão, R., Cândido de Souza, W. F., Reinaldo de Luna Freire, K., & Pereira de Oliveira, C. (2021). Preparation and characterization of churro dough with malt bagasse flour. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100427. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100427>

Díaz, V. (2017). Utilización del grano agotado de cervecerías en la producción de alimentos.

Esteban, S. (2019). Facultad de farmacia universidad complutense trabajo fin de grado.

Gimferrer, N. (2019). Del Grano a La Harina. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/del-grano-a-la-harina.html>

Gómez-García, R., Campos, D. A., Aguilar, C. N., Madureira, A. R., & Pintado, M. (2021). Valorisation of food agro-industrial by-products: From the past to the present and perspectives. *Journal of Environmental Management*, 299. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113571>

Ikram, S., Huang, L. Y., Zhang, H., Wang, J., & Yin, M. (2017). Composition and Nutrient Value Proposition of Brewers Spent Grain. In *Journal of Food Science* (Vol. 82, Issue 10). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13794>

Imanol Leiva, C., Nahir Moreno, N., Vitantonio, L., Natalia López, D., Galante, M., Soledad Forastieri, P., Laura Pedrido, M., Spelzini, D., David Giordano, E. v., & Boeris, V. (2021). Evaluation of the brewers' spent grain incorporation in vegan sausages (Vol.17).

Llanos, J. (2020). cerveza artesanal versus industrial.

Maetens, E., Hettiarachchy, N., Dewettinck, K., Horax, R., Moens, K., & Moseley, D. O. (2017). Physicochemical and nutritional properties of a healthy snack chip developed from germinated soybeans. *LWT - Food Science and Technology*, 84, 505–510. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.020>

Martínez, J. (2020). Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos Producción de Harina de Bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera.

Martínez-Peralta, M., Rodríguez-Herrera, F., & Pérez-Cabrera LE, M.-V. A. (2020). Investigación y Desarrollo en Ciencia Estudio de la adición de residuos de grano gastado del mosto cervecero en los valores nutricionales y de textura de Conos-Waffle (Vol. 5).

Martínez-Valeriano, A. G., Pérez-Cabrera, L. E., Amador-Rodríguez, K. Y., Tecante, A., & Diaz-Narvaes, G. C. (2020). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Grano gastado de cervecería como ingrediente para aumentar fibra en totopos horneados de maíz (Vol. 5).

Ministeria de agricultura, ganadería y pesca. (2020). Bagazo de cerveza: un subproducto con múltiples aplicaciones.  
<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/documentos/TendenciaBagazo.pdf>

Morales, L. (2020). Evaluacion de la vida util de totopoz de maiz.

Moreno, J. (2019). Snacks saludables: caracterización del consumidor.

Nesha, M. K., Herold, M., de Sy, V., Duchelle, A. E., Martius, C., Branthomme, A., Garzuglia, M., Jonsson, O., & Pekkarinen, A. (2021). An assessment of data sources, data quality and changes in national forest monitoring capacities in the Global Forest Resources Assessment 2005-2020. In *Environmental Research Letters* (Vol. 16, Issue 5). IOP Publishing Ltd.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd81b>

Nigam, P. S. (2017). An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. In *Waste Management* (Vol. 62, pp. 255–261). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.018>

Oliveira Silva, M., Chaves Almeida, F. L., Neves da Paixão, R., Cândido de Souza, W. F., Reinaldo de Luna Freire, K., & Pereira de Oliveira, C. (2021). Preparation and characterization of churro dough with malt bagasse flour. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100427. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100427>

Pantoja, G. (2020). "determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo

Parada, A., & Araya, M. (2018). El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca.

Rey, M. (2018). Desarrollo y formulación de cervezas artesanales.

Rigo, M., Bezerra, J. R. M. V., Rodrigues, D. D., & Teixeira, Â. M. (2017). Physical-chemical and sensory characterization of cookies added with brewer`s spent grain flour as fiber supply. *Ambiência*, 13(1), 47–57. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.03>.

Rivadeneira, M. (2020). Propuesta de re utilización de los residuos del proceso de producción de cerveza artesanal para incremento de la productividad de la empresa holy krank

Sifre, M. D., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., La, P. T., & Pág, H. (2018). universitat per a majors seu del nord-sant mateu.

Tecante, A., & Diaz-, G. C. (2020). Grano gastado de cervecería como ingrediente para aumentar fibra en totopos horneados de maíz. 5, 674–679.

Thiex, N. (n.d.). *SPECIAL SECTION ON FEED ADDITIVES AND CONTAMINANTS* Evaluation of Analytical Methods for the Determination of Moisture, Crude Protein, Crude Fat, and Crude Fiber in Distillers Dried Grains with Solubles. <https://academic.oup.com/jaoac/article/92/1/61/5655861>

Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A. R., Barat, J. M., & Grau, R. (2016). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan 17(2), 307. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81349041018>

Yaillet, E.: & Carvajal, A. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento (Vol. 43). <http://centrozucar.uclv.edu.cu>



**ANEXOS**

**Anexo A. Encuesta análisis sensorial**

**Encuesta de snack tipo totopo a partir de harina obtenida grano gastado de mosto cervecero**



Nombre del encuestador: _____			
Soy mayor de edad y acepto el tratamiento de los datos suministrados a continuación.	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO

<b><i>Presentación del encuestador</i></b>			
<i>Buenos días</i>			
<i>Mi nombre es Maria Camila Suasty Sanchez me encuentro realizando esta encuesta de valoración de snack tipo totopo a partir de harina obtenida de grano gastado de mosto cervecero el cual posee un aporte de contenido nutricional como fibra y proteína.</i>			
<i>Me gustaría conocer su opinión, por favor, ¿sería tan amable de contestar el siguiente cuestionario? La información proporcionada será utilizada para conocer la valoración del producto. El cuestionario dura 5 minutos aproximadamente. Gracias.</i>			
<b><i>Perfil del encuestado</i></b>			
<i>Edad</i>	<input type="text"/>	<i>Sexo</i>	<input type="checkbox"/> <i>Hombre</i> <input type="checkbox"/> <i>Mujer</i>
<b><i>Descripción del producto</i></b>			
<i>1.- En una escala del 1 al 9, dónde 1 representa “me disgusto” y 9 representa “me gustó mucho”</i>			

1. ¿Cómo califica la apariencia de cada uno de los snacks?

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14

2. ¿Cómo califica el color de cada uno de los snacks?

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14

3. ¿Cómo califica el aroma de cada uno de los snacks?

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14

4. ¿Cómo califica el sabor de cada uno de los snacks?

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14

5. ¿Cómo califica la textura de cada uno de los snacks (Crocancia)?

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14

***Intención de compra***

*Califique su intención de compra para el producto en una escala de 1 a 5 donde 1 representa “no lo compraría” y 5 “lo compraría”*

***Comentarios sobre el producto***

*6. Espacio para comentarios sugerencias o dudas acerca del producto*

*Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado a contestar esta encuesta*

**Anexo B.** Formulaciones a ejecutar para el diseño experimental de mezclas en % y masa utilizada para la elaboración de snacks tipo totopos

<b>Muestra</b>	<b>HMN</b>	<b>Utilizar(g)</b>	<b>HGG</b>	<b>Utilizar(g)</b>	<b>AGUA</b>	<b>Utilizar(g)</b>
1	1,00	79,00	0,00	18,00	0,00	116,40
2	0,00	59,00	1,00	30,00	0,00	106,80
3	0,00	59,00	0,00	18,00	1,00	107,80
4	0,50	39,50	0,50	15,00	0,00	65,40
5	0,50	39,50	0,00	18,00	0,50	40,25
6	0,00	59,00	0,50	15,00	0,50	51,80
7	0,66	52,66	0,16	5,00	0,16	13,45
8	0,16	13,16	0,66	20,00	0,16	7,73
9	0,16	13,16	0,16	5,00	0,66	16,95
10	0,33	26,33	0,33	10,00	0,33	16,95
11	1,00	79,00	0,00	18,00	0,00	116,40
12	0,00	59,00	1,00	30,00	0,00	106,80
13	0,00	59,00	0,00	18,00	1,00	107,80
14	0,50	39,50	0,50	15,00	0,00	65,40

**ANEXO C** Gastos mensuales proyectados para la producción de snacks tipo totopos, en un total de 1178 x 200 gramos

**Tabla 19**

*Análisis de procesos llevados a cabo para la obtención de harina BSG*

Procesos	1	2	3	4	5	6
Descripción	Esterilizado y Secado	Separación		Trituración		Mezclado
Materia prima	10	1,84	0,96	0,50	0,26	1,70
Materia Prima final	1,84	0,88	0,46	0,24	0,13	19,64
	Total				1,70	

No. Paquetes por mes	7.143 unidades
----------------------	----------------

**Costos Variables**

Rubros	Costo x Total	Costo x unidad
Materias primas	\$ 55.800	\$ 47
Mano de obra directa	\$ 1.117.000	\$ 948
Empaque	\$ 1.178.400	\$ 1.000
<b>Total</b>	<b>\$ 2.351.200</b>	<b>\$ 1.995</b>

**Costos Fijos Mensuales**

Rubros	Costo
<b>Servicios públicos</b>	
Energía de Esterilización	\$ 30.298
Energía de secado	\$ 181.786
Energía de triturado	\$ 20.924
Energía de mezclado	\$ 51.506
Gas para horneado	\$ 70.000

<b>Sub total Valor energético</b>	\$	354.513
Publicidad	\$	200.000
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>909.027</b>

<b>CVU</b>	\$	1.995
<b>CFU</b>	\$	771

<b>Balance General</b>		
Costo Total	\$	3.260.227
Costo U Total	\$	2.767
<b>Precio Venta</b>	<b>\$</b>	<b>3.597</b>
P. Equilibrio (Unidades)		568
Ingreso Equilibrio	\$	2.041.616

**Figura 12**

*Punto de equilibrio de snacks tipo totopo*

