

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los nachos, son snacks que se caracterizan por su pequeño tamaño, son ligeros, fáciles de manipular, sabrosos y capaces de aplacar momentáneamente la sensación de hambre. No son considerados alimentos principales (desayuno, almuerzo, comida, merienda o cena) y se utilizan para “matar” el hambre, y proporcionar energía para el cuerpo o, simplemente, por placer. (Cruz, Garcia, & Garcia, 2016)

Han sucedido infinitas maneras de prepararlos, aunque las más comunes no han variado mucho de la receta original, actualmente este snack es reconocido internacionalmente, aunque su nombre original es nacho, durante el paso de los años han ido surgiendo numerosas y variadas denominaciones en el resto del mundo para hacer referencia a este snack. Algunas de las más comunes son tortillas, totopos, chip o botanas. (Nombela, 2020)

Hoy en día los nachos forman parte de la alimentación diaria de gran parte de la población mundial, lo que permite a la industria crear nuevos conceptos debido a la necesidad cambiante del consumidor por preferir nachos que ayuden a mejorar su estilo de vida mediante una nutrición adecuada. Es por ello que para el desarrollo de nuevos productos se deberá considerar la selección de materias primas saludables, adecuación de procesos tecnológicos capaces de garantizar la calidad nutricional de los productos. (Hermida, 2017)

Los nachos han alcanzado más popularidad en consumo a nivel mundial, son muy populares en América del Sur y presentan la categoría más grande de snacks salados, sin embargo, la tendencia actual de consumo de alimentos más saludables genera una demanda interna por productos elaborados con materias primas más sanas y nutritivas. (Andrade, 2017)

Los nachos pueden ser nutritivos cuando su elaboración es a base de cereales como ser la quinua, amaranto, garbanzo. entre otros. Por lo tanto, si los nachos son parte de una dieta variada, pueden ser una importante fuente de proteína y energía, particularmente

para los sectores de bajos niveles de ingresos de la sociedad, cuya dieta es deficiente en estos nutrientes. (Remache, 2016)

Existen varias empresas que producen snacks tipo nachos en Bolivia, entre las más conocidas son: Nachos la mexicana, rancheritos, productos Guadalajara y tortitacos con una gran cantidad de sabores como ser nachos sabor queso, picantes, cebolla, limón, tocino y natural, entre otros. (Andrade, 2017)

1.2 Justificación

- ✚ Elaborar nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, con el propósito de ofertar un producto nutricional e innovador en el mercado local. Ya que el amaranto tiene grandes propiedades nutricionales como ser: un alto contenido de proteínas, fibra, calcio, potasio entre otros, aportando así beneficios para la salud, ya que ayuda a prevenir la diabetes, aumenta el rendimiento físico mental y protege frente a la osteoporosis en niños y personas adultas.
- ✚ La organización RENACC Tarija coadyuva a la producción de amaranto en las zonas productoras tales como: Rumicancha, Sella las Quebradas, Chaupicancha, Cirminuelas entre otras, dicho producto no es valorado y aprovechado por la población ni por las industrias procesadoras de alimentos, por tal motivo, con el presente trabajo de investigación se pretende darle un valor agregado a la producción del amaranto de estas zonas productoras.
- ✚ En el mercado local existe una gran variedad de nachos de maíz de diferentes sabores como ser: nachos picantes, con queso, tocino y entre otros; los cuales son elaborados con saborizantes y aromatizantes artificiales; por esto se pretende incluir la cúrcuma para aromatizar los nachos, ya que este será un aromatizante natural.
- ✚ Con el siguiente trabajo de investigación se pretende mejorar la alimentación de esta categoría de snacks para Cercado Tarija ya que cúrcuma es un

aromatizante natural que posee varios efectos medicinales, como ser la reducción de inflamación en caso de artritis, prevención de arteriosclerosis, desórdenes respiratorios y entre otros.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, mediante la tecnología de elaboración de cereales con el fin de obtener un producto innovador y nutritivo para la población de Cercado Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✚ Determinar las propiedades fisicoquímicas de la harina de amaranto con la finalidad de conocer las características de la misma.
- ✚ Determinar la prueba preliminar para la elaboración de nachos con harina de amaranto incorporando extracto de cúrcuma con el fin de establecer las cantidades adecuadas de materia prima e insumos a ser incorporados en el proceso.
- ✚ Realizar diseño experimental factorial para determinar las variables durante el proceso de dosificado.
- ✚ Realizar análisis sensorial del producto final con el propósito de determinar la aceptabilidad del producto para obtener resultados y realizar los cálculos respectivos.
- ✚ Realizar análisis fisicoquímico del producto terminado, con el fin de conocer su composición y valor nutricional del mismo.
- ✚ Realizar análisis microbiológico del producto terminado con la finalidad de establecer su calidad.

- ✚ Realizar balance de materia y energía del proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma con la finalidad de conocer las corrientes de entradas y salidas del proceso.

1.4 Planteamiento del problema

En la actualidad el problema radica en que los nachos disponibles actualmente en el mercado local, son nachos a base de harina de maíz con calorías vacías, aportan energía, pero no son nutricionalmente balanceados; Ya que su elaboración no es a base de harinas nutricionales y saludables. Por lo que se pretende elaborar nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, que contribuyan a una mejor alimentación saludable.

Por tal motivo con el presente trabajo de investigación elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, se pretende incorporar la mezcla de harinas de maíz y amaranto mediante la aplicación de tecnología de elaboración de cereales, que permitirá obtener un producto innovador y nutritivo para la población de Cercado Tarija.

1.5 Formulación del problema

¿Cuál será la tecnología de elaboración de cereales a ser aplicada en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, con el fin de obtener un producto innovador y nutritivo para la población de Cercado Tarija?

1.6 Formulación de hipótesis

La tecnología de elaboración de cereales a ser aplicada en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma permitirá obtener un producto innovador y nutritivo para la población de Cercado Tarija.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de los nachos

Su origen remonta en México de 1943 en la ciudad de Piedras Negras del Estado de Coahuila donde se preparasen los primeros nachos y su nombre se debe al creador Ignacio Anaya, “Nacho”. Un día llegaron varias esposas de algunos militares estadounidenses después de haber cerrado el restaurante, entonces el mesero, Ignacio Anaya, les preparó ingeniosamente un platillo con lo poco que tenía disponible: tortillas y queso. Las tortillas las cortó en forma de triángulo y las puso a freír agregándole queso amarillo Wisconsin. El ingenioso platillo tuvo mucho éxito entre las damas, motivándolas a preguntar a mesero, cómo se llama (el platillo), el mesero mal interpretó la pregunta y contestó con su nombre (o más bien su apodo) “Nacho”. (Nombela, 2012)

2.2 Definición de los Nachos

Según la FAO (1992), los alimentos tipo snack son alimentos que pueden ser ingeridos en lugar de comidas, o entre comidas. Dentro de esta sección de alimentos se puede encontrar una gran variedad de snacks como papas fritas, frituras de maíz, snacks extruidos y nachos. Los nachos se elaboran a partir de una masa, producida por la cocción alcalina del maíz donde; la masa es laminada en capas delgadas, las cuales son cortadas en pequeñas piezas (triangulares o redondas). Las piezas luego son parcialmente horneadas, para después someterse a un proceso de fritura; convirtiéndolas nachos crujientes. (Hermida, 2011)

En la figura 2.1 se muestra nachos picantes de elaborados a base de harina de maíz.



Fuente: La mexicana, 2018
Figura 2.1: Nachos picantes

2.3 Clasificación de los nachos

En la tabla 2.1 se muestra la clasificación de los nachos en función del tipo de materia prima que se utiliza para su elaboración.

Tabla 2.1

Tipos de nachos elaborados en función del tipo de materia prima

Tipo Nachos	Descripción
Salados	Se incluye sal (sales) para conferir el sabor y otras características sensoriales.
Dulces	Se añade o se utiliza azúcar, generalmente sacarosa, como ingrediente principal.
Nutritivos	Aportan un valor nutricional al consumidor.
Naturales	No son tratados con agentes o sustancias ajenas al snack, no han sufrido transformaciones químicas.
Combinados	Poseen características de los diferentes tipos de snacks en proporciones que les den una aceptación óptima por el consumidor y que puedan aportar beneficios a la salud.

Fuente: Cruz et al., 2016

2.4 Características nutricionales de los nachos

A continuación, se presentan algunas ventajas de consumir nachos con un perfil nutricional significativo:

1. Beneficia el control sobre las calorías diarias al disminuir el hambre en el momento de las comidas principales, es esencialmente práctico en régimen de dietas y alimentación. (Cruz et al., 2016)
2. Los nachos minimizan la ansiedad y el apetito antes de cualquier comida o tiempo formal, esto a raíz de proporcionar al cuerpo fracciones alimenticias que mantienen al sistema digestivo activo. (Torres & Limaico, 2014)

3. Evita los cambios drásticos de glucemias en el transcurso del día al proporcionar los sustratos saludables al organismo, mantienen la energía y carbohidratos que necesita el cuerpo humano diariamente para su correcto funcionamiento. (Torres & Limaico, 2014)
4. Su contenido en vitamina B1, el consumo de nachos de harina de trigo, harina de quinua y harina de amaranto ayuda a superar estrés y depresión. Los nachos en vitamina B1 son muy recomendables en periodos de embarazo o lactancia y también después de operaciones o durante periodos de parto, debido a que en estos periodos hay un mayor desgaste de esta vitamina. (Villela, 2015)

2.5 Composición fisicoquímica de los nachos de harina de maíz con páprika

“Los nachos principalmente estn elaborados a base de harina de maíz y otros insumos como ser agua, manteca, saborizantes, aromatizantes y aditivos. La composición nutricional varía según el tipo de nacho y su forma de elaboración entre otros”. (Celiacbase, 2018, pág. 18)

En la tabla 2.2 se muestra las propiedades fisicoquímicas de los nachos de harina de maíz (por cada 125 gramos).

Tabla 2.2

Propiedades fisicoquímicas de nachos de harina maíz con páprika

Parámetros	Valor	Unidad
Carbohidrato	12,2	g
Lípidos totales	21,5	g
Fibra total	4,0	g
Proteína total	6,7	g
Valor energético	480,0	kcal
Sodio	320,0	mg
Calcio	-	mg

Fuente: Celiacbase, 2018

2.6 Descripción de la materia prima para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

La materia prima para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma es la siguiente:

2.6.1 Amaranto

Según la FAO (2012), por amaranto, se entiende semillas sanas, limpias y bien conservadas de este pseudocereal que se domesticó en América hace más de 4000 años por culturas precolombinas y de allí se difundió a otras partes del mundo. Fue cultivada y utilizada junto al maíz, frijol y calabaza por los Aztecas en el valle de México, por los Mayas en Guatemala y por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia como Ecuador. Esta especie tuvo relevancia en la época prehispánica y actualmente está retomando su auge, por su excelente calidad nutritiva y amplia adaptación, incluso en ambientes desfavorables.

Se trata de un "pseudocereal" debido a que tiene un sabor y una cocción similares a las de los cereales, no contiene gluten, es bueno para las enfermedades cardiovasculares, el dolor de estómago y la anemia. (FAO, 2012)

La digestibilidad del grano del amaranto es del 93%. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos al 100%, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro. (De Prada, 2011)

2.6.2 Amaranto en Bolivia

El amaranto (*Amaranthus caudatus*), es uno de los granos nativos domesticados en la región andina. Esta especie fue uno de los alimentos básicos, junto con la papa y el maíz, en la época prehispánica; a partir de la conquista española su empleo empezó a restringirse. (CCBOL, 2017)

“En Bolivia encontramos 134 variedades de amaranto; las principales zonas de producción del amaranto son: Tarija, Cochabamba, Chuquisaca, Yungas y los Valles interandinos”. (Rojas, Soto, Pinto, Jasger, & Padulo, 2010, pág. 17)

En la tabla 2.3 se muestra los nombres conocidos del amaranto en cada región de Bolivia.

Tabla 2.3

Nombre del amaranto en las diferentes regiones de Bolivia

Departamentos	Nombres
Tarija	Coime, Yuyo, Aroma
Cochabamba	Millme, Yuyo, Ayrampo
Chuquisaca	Cuimi
Yungas	Cuymi
Valles interandinos de Oruro	Illamcuma
Valles interandinos de Potosí	Cuimi

Fuente: Rojas et al., 2010

2.6.3 Composición fisicoquímica del amaranto

La característica más importante del amaranto es, sin duda, su alto valor nutritivo. Tanto la hoja como el grano poseen una interesante composición química y un valor nutricional superior comparado con otros granos: la FAO (1997), lo cataloga como un cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya y capacidad productiva que podría aprovecharse. (Journal, 2018)

A su vez, el grano de amaranto no posee gluten (proteína presente en los cereales como el trigo, la avena, el centeno y la cebada.). El componente principal en la semilla del amaranto es el almidón, representa entre 50 y 60% de su peso seco. El diámetro del gránulo de almidón oscila entre 1 y 3 micrones, mientras que los de maíz son hasta 10 veces más grandes y los de la papa pueden ser hasta 100 veces mayores. Estas reducidas dimensiones del gránulo de almidón del amaranto facilitan su digestión, que resulta de 2,4 a 5 veces más rápida que el almidón de maíz. (Bautista & Pico, 2009)

En la tabla 2.4 se detalla las propiedades fisicoquímicas del amaranto en Bolivia.

Tabla 2.4

Propiedades fisicoquímicas del amaranto en Bolivia

Parámetros	Valor	Unidad
Energía	382,00	kcal
Proteína	13,20	g
Grasa	7,00	g
Fibra cruda	6,60	g
Calcio	249,30	mg
Fósforo	459,00	mg
Hierro	6,60	mg
Vitamina A	-	µg
Tiamina	0,31	mg
Riboflavina	0,02	mg
Niacina	0,40	mg

Fuente: IBNORCA, 2005

Una de las formas mayormente utilizada de los granos de amaranto en forma de harina la cual será utilizada como materia prima para la elaboración de nachos del presente trabajo de investigación.

2.6.4 Harina de amaranto

Es una harina entera sin refinar, totalmente exenta de gluten. Se trata de una harina obtenida orgánicamente de la semilla de una planta de origen andino. Se presenta en forma de polvo fino de color beige claro. Su alta calidad natural la hace imprescindible para mejorar el sabor, desarrollo y nutrición de todas las masas de harinas blancas refinadas, aportando riqueza nutricional y un sabor muy agradable. (Dayalet, 2017).

La harina de semilla de amaranto ha sido utilizada en varias proporciones para desarrollar productos de panadería; en mezclas para panqueques, como ingrediente de tortillas preparadas con maíz o trigo; en diversos productos tipo pastas; como alimentos propios del destete; en granola; en alimentos de buena calidad nutritiva y como cereales

para el desayuno. Todos estos productos ponen en relieve la calidad nutricional de tales alimentos gracias a la presencia del amaranto. (Carpio, 2009)

2.6.4.1 Propiedades nutricionales de la harina de amaranto

Debido a sus propiedades, el amaranto es ideal para obtener harina, la cual es altamente demandada en las industrias de panificación, pastelería y fideos, etc. Contribuyendo a una alimentación más sana con la calidad biológica más alta de proteínas vegetales. La harina de amaranto es un producto libre de gluten, por lo que es recomendable para alimentar a personas celiacas. (Ibañes, 2015)

En primera instancia destaca por su alta cantidad de proteínas, llegando a tener hasta un 17% y de las cuales sobresalen dos grandes aminoácidos que son esenciales para el cuerpo humano como lisina y la metionina. (Ecoandes, 2020)

La harina de amaranto es rica en calcio llegando a tener incluso el doble de la leche de vaca, y, en conjunto con la lisina que posee, forman un gran equipo ya que esta última ayuda a la absorción de dicho mineral. (Ecoandes, 2020)

Otro de los bastiones más importantes de la harina de amaranto es sin duda alguna la cantidad que está posee de hierro, llegando a ser de hasta tres veces más que la harina de trigo. (Ecoandes, 2020).

Por otro lado, entendemos que la fibra es vital para el organismo y que está se aloja en los cereales. El amaranto está llamado a ser el pseudocereal más nutritivo y este contiene hasta el doble de fibra que el trigo. (Ecoandes, 2020)

La harina de amaranto es ideal para el consumo de las personas ya que es un alimento que por sus propiedades nutricionales es rica en proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales y fibra, además es similar a la leche por sus propiedades, siendo un alimento ideal para las personas que son intolerantes a la lactosa. (Jimenez & Landa, 2018)

2.7 Descripción de los insumos usados en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Los insumos que se usarán para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma se describen a continuación:

2.7.1 Harina de maíz

Según Codex Alimentarius normativa codex/stan/155-1995, la harina de maíz es el alimento que se obtiene de los granos de maíz (*Zea mays L*), totalmente maduros, sanos, no germinados, mediante un proceso de molienda durante el cual se pulveriza el grano hasta que alcance un grado apropiado de finura. Durante esa elaboración es posible que se separen partículas gruesas de los granos de maíz molido, y vuelvan a molerse para mezclarlas luego con toda la materia de la que fueron separadas. (FAO, 2019)

El consumo de la harina de maíz es parte de la cultura de países americanos como Venezuela, México, Colombia, Perú, Bolivia entre otros. Y se ve como la utilización del maíz en forma de harina ha calado en cada una de las regiones del mundo que ven en la harina de maíz un alimento básico y fundamental. (FAO, 2019)

La harina no contiene gluten, por lo que puede ser consumida tranquilamente por todas esas personas que son intolerantes al gluten o que de alguna forma prefieren no consumir dicho componente. (Ecoandes, 2020)

Para la elaboración del nacho con harina de maíz aromatizado con cúrcuma se utilizó harina de maíz derivado del grano de maíz de la variedad morocho.

2.7.1.1 Composición fisicoquímica de la harina de maíz

La composición química de la harina de maíz (*Zea mays L*), depende del grado de extracción (cantidad de harina obtenida a partir de 100 kilos de cereal), así conforme aumenta el grado de extracción, disminuye la proporción de almidón y aumenta el contenido en componentes de las envolturas del cereal como minerales, vitaminas y fibra. (Coello, 2012)

Las propiedades fisicoquímicas de la harina de maíz (*Zea mays L*), variedad morocho (por cada 100 g), se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Propiedades fisicoquímicas de la harina de maíz variedad morocho

Parámetros	Valor	Unidad
Energía	372,00	kcal
Proteína	9,33	g
Humedad	10,40	g
Hidratos de carbono	74,77	g
Fibra cruda	2,47	g
Calcio	7,00	mg
Fósforo	212,00	mg
Hierro	2,51	mg
Vitamina A	70,56	µg
Tiamina	0,24	mg
Riboflavina	0,25	mg
Niacina	0,68	mg

Fuente: Agropecuario, 2012

2.7.2 Agua potable

Según la NB 512- 2010 agua potable se define como aquella que, por sus características organolépticas, físicas, químicas, radioactivas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la norma mencionada. El agua tiene como función la formación de la masa, permitiendo disolver toda la mezcla la materia prima e insumos dando como resultado una masa húmeda en la elaboración de nachos. (Carvajal, 2016)

2.7.2.1 Requisitos físicos y organolépticos del agua

El agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Además, el agua tiene organismos vivos que reaccionan en sus elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población. (Orellana, 2005)

En la tabla 2.6 se detalla los requisitos fisicoquímicos y organolépticos del agua potable.

Tabla 2.6

Requisitos físicos y organolépticos del agua potable

Características	Valor máximo	Observaciones
Color	15 UCV	UCV unidad de color verdadero UCV unidad de platino cobalto
Turbidez	5 UNT	UNT unidad nefelométricas de turbiedad
Sólidos disueltos totales	1000 mg/l	Valor superior podría influir en la aceptabilidad (palatabilidad)
Sabor, olor	-	Deben ser aceptables
Temperatura	-	Deben ser aceptables

Fuente: IBNORCA, 2018

2.7.3 Cúrcuma

La cúrcuma (*Cúrcuma longa L.*) es una planta de la Familia Zingiberaceae originaria del sudeste asiático. Es conocida mundialmente como especia aromática, utilizada para dar un toque de color y sabor picante a los platos (figura 2.2). Los compuestos fitoquímicos presentes en su rizoma anaranjado o rojizo característico y un sabor amargo, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades medicinales terapéuticas. (Saiz, 2014).



Fuente: Naturlider, 2020

Figura 2.2: Cúrcuma

2.7.3.1 Composición fisicoquímica de la cúrcuma

La cúrcuma contiene fibra, proteínas, niacina, vitaminas C, E y K, sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc. Sin embargo, dado que se trata de un condimento o aromatizante para dar sabor y aroma, la cantidad que se consume es muy poca y, por lo tanto, su valor nutricional es escaso. (Sanchez, 2020)

En la tabla 2.7 se muestra las propiedades fisicoquímicas de la cúrcuma (por 100 g).

Tabla 2.7

Propiedades fisicoquímicas de la cúrcuma

Parámetros	Valor	Unidad
Valor energético	312,00	kcal
Proteína	9,68	g
Humedad	12,85	%
Hidratos de carbono	67,14	g
Fibra cruda	22,70	g
Grasa	3,25	g
Calcio	168,00	mg
Fósforo	299,00	mg
Hierro	55,00	mg
Potasio	2080,00	mg
Sodio	27,00	mg
Magnesio	208,00	mg
Zinc	4,50	mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	0,70	mg
Vitamina E (alfa-tocoferol)	4,43	mg
Vitamina K (filoquinona)	13,40	µg

Fuente: Saiz, 2014

2.7.3.2 La cúrcuma en la industria alimentaria

La cúrcuma es conocida en la industria alimentaria como E-100, su resina se utiliza como agente aromatizante, saborizante y colorante alimenticio de color anaranjado siendo el responsable de éste la curcumina, compuesto fenólico que sirve para aromatizar y dar color a mantequillas, quesos, diversas conservas, mostaza, palomitas de maíz de colores, cereales, sopas, caldos, productos cárnicos y lácteos. (Saiz, 2014)

2.7.3.3 Usos medicinales de la cúrcuma

Se utiliza para los dolores de cabeza, bronquitis, resfriados, infecciones pulmonares, la fibromialgia, la lepra, la fiebre, problemas menstruales, picazón en la piel, la recuperación después de la cirugía, y cánceres. (Muñoz, 2018)

Otros usos incluyen problemas renales depresión, enfermedad de Alzheimer, inflamación de la capa media del ojo (uveítis anterior), la diabetes, la retención de agua, una enfermedad autoinmune llamada lupus eritematoso sistémico, la tuberculosis y la inflamación de la vejiga urinaria. (Muñoz, 2018)

2.7.4 Aceite de girasol

El aceite de girasol es conocido por todo el mundo como un aceite para cocinar, sin embargo, son más los usos que tiene. El aceite de girasol es un aceite vegetal que se extrae de las semillas de la flor de girasol. (FAO, 1999)

El principal uso de este aceite es para freír pues resiste el proceso de saturación del aceite a temperaturas de hasta 180 °C. Este tipo de aceite impregna menos de grasa al alimento y en consecuencia el alimento frito absorbe menos grasas, y por tanto será menos calórico. Sin duda, su uso más importante es como aceite comestible, ya que es el aceite de semillas más usado en el mundo. (Escalante, 2018)

Las características del aceite a emplearse son muy importantes en la industria alimentaria además de ser el medio transmisor del calor, se convierte en un insumo más que aporta sabor y textura al ser absorbido por los mismos. (Carvajal, 2016)

Por lo que se empleará aceite vegetal de girasol para la fritura de los nachos con harina de amaranto.

2.7.5 Cloruro de sodio sal común

“Se entiende por sal de calidad alimentaria el producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio. Se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural”. (CODEX STAN , 2006, pág. 1)

El cloruro de sodio o sal común debe cumplir con la Norma Boliviana NB 328004-2012 sal para consumo humano sus requisitos. En la elaboración de nachos se utiliza como un conservante natural (porque actúa como deshidratante), aumentando las propiedades organolépticas de los nachos. (Carvajal, 2016)

2.7.6 Manteca vegetal

Es una grasa hecha a base de aceites vegetales, como el aceite de maíz, el aceite de cacahuete y aceite de soja. La manteca vegetal en la elaboración de los nachos cumple como función de adquirir una textura suave de la masa, permitiendo mezclar uniformemente los insumos durante el proceso de amasado. (AEMP, 2020)

2.7.7 Ajo en polvo

Su sabor picante reemplaza al de las especias más fuertes, el ajo se ha utilizado desde la antigüedad tanto por sus aplicaciones culinarias como por sus múltiples propiedades medicinales. El ajo en polvo es utilizado como saborizante natural con la finalidad de proporcionar aroma y sabor a los alimentos. Actualmente, de acuerdo con numerosos ensayos clínicos, se puede considerar que el ajo puede ser un fármaco eficaz en la prevención y tratamiento de la aterosclerosis. (Offarm, 2007)

2.7.8 Cebolla en polvo

Cebolla en polvo es obtenida del proceso de molienda de cebollas blancas frescas, las cuales previamente pasan por un proceso de deshidratado, En los nachos proporciona un sabor amplio y característico, como propiedades medicinales previene la osteoporosis, resfriados, diabetes y ayuda a la desinfección y cicatrización de heridas. (Salmantina, 2016)

2.7.9 Páprika en polvo

La páprika es un condimento en polvo de color rojo y de sabor característico obtenido a partir del secado y molido de determinadas variedades de pimientos rojos. Es un ingrediente fundamental de los platos típicos españoles. Pero además de su uso

culinario tiene cualidades medicinales interesantes. Es un producto sano y bueno para la salud si se usa con moderación ya que ayuda a quemar grasas, así como acelerar el metabolismo y por ende bajar de peso. (Vera, 2021)

La páprika además de ser un condimento ideal para la elaboración de nachos que le aporta color, también aporta muchos beneficios al organismo como ser: ayuda a mantener una buena vista, es rica en carotenoides. Tiene un alto contenido en vitamina A y B, favorece al antienvjecimiento, es rica en hierro lo que ayuda a combatir la anemia. (Kassian, 2020)

2.7.10 Orégano

Es una especia natural que se usa para aromatizar y saborizar alimentos, posee un sabor intenso y profundo. El Orégano es uno de los condimentos básicos de la cocina italiana y de todos los países mediterráneos, cada país lo usa de distinta manera, pero prácticamente se usa con todo tipo de platos: salsas de tomate, pastas, salsas en general, pizzas, aceites aromatizados, marinadas, se usa seco y se puede utilizar desde el principio de la cocción. (Almeida, 2011)

En la elaboración de nachos es utilizado como un aromatizante más para mejorar la calidad sensorial del mismo.

2.8 Principales procesos utilizados en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Los principales procesos que se utilizan en el presente trabajo de investigación, nachos elaborados con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma son los siguientes:

2.8.1 Proceso de horneado

El horneado es un proceso en el que el medio de transferencia de calor es el aire caliente (160-180  C) que genera en el alimento una corteza de color dorado y consistencia quebradiza, sin impregnación de grasa, lo cual es más saludable. Este procedimiento se realiza gracias a la transferencia de calor por conducción; los alimentos obtenidos

tienen un buen sabor y desarrollan durante el proceso de cocción una deshidratación superficial con formación de la corteza que le da un color tostado agradable durante el horneado. (Hermida, 2017)

2.8.2 Proceso de fritura

Se denomina fritura al proceso culinario mediante el cual el alimento es sumergido en aceite caliente a una temperatura superior al punto de ebullición del agua, generalmente entre 150 a 200 °C, a presión atmosférica, donde se lo mantiene por un determinado período de tiempo. Este proceso constituye un proceso de deshidratación parcial y se localiza en la parte externa del producto, la que se transforma progresivamente en una corteza dura. El aceite penetra en las capas superficiales del trozo es retenido por diversos mecanismos y pasa a construir parte del producto. (Hermida, 2017)

La fritura además de provocar cambios organolépticos en el alimento, provoca un efecto adicional es la preservación del alimento, como resultado la eliminación de los microorganismos e inactivación de enzimas por efecto del calor y reducción de la actividad del agua, sea en la superficie o dentro del alimento, cuando este se procesa en fina laminas. (Fellows, 1998)

La técnica de fritura utilizada en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma es la siguiente:

2.8.2.1 Fritura Baja (superficial)

Se sumerge en el aceite la superficie del alimento que se desea freír, se realiza normalmente en sartenes o recipientes de poca profundidad y con bajo nivel de aceite, el producto no queda totalmente cubierto por éste. La parte del alimento sumergida se fríe y la que no está en contacto con el aceite se cuece debido al vapor intenso que se va desprendiendo del mismo producto al calentarse. El proceso de cocción se realiza por conducción de calor. (CESDE, 2018)

2.8.2.2 Beneficios de la fritura

Los beneficios de la fritura en los alimentos son los siguientes:

-Confiere a los alimentos características únicas, mejora el sabor y textura, se logra una excelente sensación de palatabilidad en la boca y una textura apetecible que no se pueden conseguir con otros métodos. (Andrade, 2017)

-La fritura permite crear una corteza crocante en alimentos, así como un color exterior dorado o tostado agradable. Las temperaturas superficiales que se alcanzan (superiores a 150°C) permiten escaldar los alimentos con lo que se consigue inactivar enzimas, reducir el aire intercelular y destruir ciertos organismos patógenos. (Andrade, 2017)

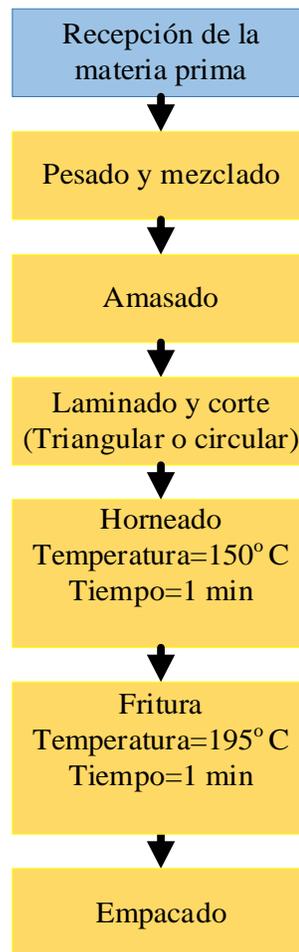
2.8.2.3 Temperatura adecuada para la fritura

La temperatura de fritura óptima en la cocina será de 180°C. Teniendo una buena relación entre el tiempo de inmersión y la calidad del producto obtenido. Fritura lenta: entre 150 - 170 °C, esta fritura al manejar menos grados afecta menos las propiedades del aceite, pero el tiempo de fritura se aumenta considerablemente para lograr un aspecto deseado y aumenta el riesgo de una mayor absorción de aceite en el producto. (CESDE, 2018)

Si los nachos se someten a una fritura utilizando temperaturas entre los (170 – 190) °C por (50 – 80) segundos. La temperatura de la fritura y el tiempo dependerán del tipo de productos. Los nachos hechos con maíz amarillo requieren menores temperaturas que los nachos de maíz blanco o mezcla con otras harinas requieren mayor tiempo de fritura. Los nachos hechos de maíz amarillo se fríen a (160 °C) mientras que los producidos con maíz blanco o mezcla blanco con amarillo se fríen a (180-210) °C por (20 – 90) segundos. (Escobar, 2012)

2.9 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de nachos de comunes

En la (figura 2.3), se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de nachos.



Fuente: Hermida, 2017

Figura 2.3: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de nachos de maíz

2.9.1 Pesado y mezclado

Se pesa la harina de maíz nixtamalizada o harinas que se desee utilizar para la elaboración de nachos, posteriormente se mezcla con sal, aceite, condimentos y agua, mezclar todos los ingredientes en un bowl con ayuda de una espátula. (Hermida, 2017)

2.9.2 Amasado

Amasar la mezcla y masa gruesa por un tiempo necesario a la cantidad de nachos que se va a elaborar hasta obtener una masa plástica que alimenta los rodillos laminadores

si es que la elaboración es de forma industrial, si la elaboración es de forma manual se va a dividir la masa en bolitas medianas. (Escobar, 2012)

2.9.3 Laminado y corte

La masa se lamina en una capa muy fina que se corta de acuerdo a la configuración del molde. El grosor de la lámina determina el peso del producto final. La laminación empieza cuando la masa es alimentada en medio de un par de rodillos lisos generalmente recubiertos de Teflón. La masa pasa en medio de los rodillos, y se separa de ellos por medio de unas aspas colocadas en la parte frontal y trasera de los rodillos. El cortador gira debajo de uno de los rodillos. Se pueden configurar diferentes moldes: triangulares, circulares, rectangulares, entre otros. Los pedacitos de masa cortados caen del rodillo sobre una banda que los transporta hacia el horno. (Escobar, 2012)

2.9.4 Horneado

“Debido a que es un proceso en línea, los cortes de la masa se transportan por una malla hasta un horno a 150 °C x 1 min”. (Hermida, 2017, pág. 24)

“El horneado resalta el sabor alcalino y reduce la humedad y la absorción del aceite durante la fritura”. (Escobar, 2012, pág. 35)

2.9.5 Fritura

“Posteriormente transportaron por una malla hacia una freidora a 195 °C x 2 min aproximadamente”. (Hermida, 2017, pág. 24)

2.9.6 Empacado

“Las muestras se empacan en fundas herméticas, las cuales se conservan a temperatura ambiente”. (Hermida, 2017, pág. 24)

2.9.7 Selección

“Los nachos fritos pasan por última vez por una malla transportadora, lo cual, ayuda a eliminar el exceso de grasa de los mismos”. (Hermida, 2017, pág. 24)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de nachos con harina de amaranto y aromatizado con cúrcuma” se desarrolló en los nuevos ambientes de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Equipos de proceso

A continuación, se describe cada uno de los equipos de proceso que se utilizó para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

3.2.1 Horno de gas

En la (figura 3.1), se muestran el horno de gas que se utilizó para la precocción de los nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma.



Fuente: L.INA, 2020

Figura 3.1: Horno de gas

Las especificaciones técnicas del horno de gas, se detallan en el siguiente cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

Especificaciones técnicas del horno

Características	Especificaciones	Unidades
Marca	Hércules	-
Material	Acero inoxidable	-
Altura	1,45	m
Ancho	65,00	cm
Número de bandejas	2,00	-
Temperatura MAX	350,00	° C
Temperatura MIN	0,00	° C
Industria	Argentina	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.2.2 Laminadora manual

En la (figura 3.2), se muestra la laminadora manual que se utilizó con el fin de laminar la masa en el proceso de elaboración nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 3.2: Laminadora manual

Las especificaciones técnicas de la laminadora manual, se detallan a en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2

Especificaciones técnicas de la laminadora manual

Características	Especificaciones	Unidades
Marca	DELUXE	-
Material	Acero inoxidable	-
Modelo	HG-09	-
Altura	30	cm
Ancho	260	mm
Dimensiones	32 x 16 x 20	cm
Industria	Italiana	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.2.3 Cocina semi industrial

En la (figura 3.3), se muestra la cocina semi industrial que se utilizó para la cocción de los nachos en el proceso de fritura en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma. Este equipo pertenece al Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología.



Fuente: L.INA, 2020

Figura 3.3: Cocina semi industrial

Las especificaciones técnicas de la cocina semi industrial se detallan en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3

Especificaciones técnicas de la cocina semi industrial

Características	Especificaciones	Unidad
Marca	TODO INOX S.R.L	-
Material	Acero inoxidable	-
Consumo	1500	kcal/h
Número de homallas	2	-
Industria	Boliviana	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.2.4 Extractora manual

En la (figura 3.4), se muestra la extractora manual que se utilizó para extraer el jugo de la cúrcuma, el cual es utilizado como aromatizante natural en la elaboración de nachos con harina de amaranto.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 3.4: Extractora manual

Las especificaciones técnicas de la extractora manual se detallan en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4

Especificaciones técnicas de la extractora manual

Características	Especificaciones	Unidades
Marca	PANASONIC	-
Material	Plástico	-
Modelo	MJ-W176P	-
Color	Blanco	-
Peso	12	lb
Dimensiones	20 x 20 x 15	plg
Industria	Japonesa	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3 Instrumentos de laboratorio

A continuación, se describe cada uno de los instrumentos de laboratorio que se utilizó para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

3.3.1 Balanza digital

En la (figura 3.5), se muestra la balanza digital que se utilizó para los controles de peso de la materia prima y los insumos necesarios para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma. Este equipo pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología.



Fuente: L.INA, 2020

Figura 3.5: Balanza digital

Las especificaciones de la balanza digital, se detallan en el siguiente cuadro 3.5.

Cuadro 3.5

Especificaciones técnicas de la balanza digital

Características	Especificaciones	Unidades
Marca	KERN SHM-0.1	
Capacidad	Máx.1510	E 0.10
	Min.1.00	D 10
Potencia	5,0	W
Frecuencia	50/60	Hz
Plato	Acero inoxidable	-
Industria	Alemana	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.2 Selladora eléctrica manual

En la (figura 3.6), se muestra la selladora eléctrica manual que se utilizó para el cierre de los envases de polipropileno que contiene el producto final, con la finalidad de conservar el producto y evitar la contaminación por el ambiente.



Fuente: LTA, 2020

Figura 3.6: Selladora eléctrica manual

Las especificaciones técnicas de la selladora eléctrica se muestran en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6***Especificaciones técnicas selladora eléctrica manual***

Características	Dimensiones	Unidades
Largo	1,79	m
Ancho	1,20	m
Industria	Boliviana	

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.3 Balanza de humedad de infrarrojos

En la (figura3.7), se muestra la balanza de humedad de infrarrojos perteneciente al laboratorio de Operaciones Unitarias (L.O.U); Carrera de Ingeniería Química, este equipo se utilizó para determinar el contenido de humedad de los nachos horneados.



Fuente: L.O.U, 2020

Figura 3.7: Balanza de humedad infrarrojo

Las especificaciones técnicas de la balanza de humedad infrarrojo se detallan en el siguiente cuadro 3.7.

Cuadro 3.7*Especificaciones técnicas de la balanza de humedad de infrarrojos*

Características	Especificaciones	Unidades
Marca	SARTORIUST	-
Modelo	MA100	-
Tensión	220	V
Rango de pesada	100	g
Capacidad máxima de precisión	1000	g
Precisión de lectura	0.1	mg
Fuente	Cerámica halógena	-

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.4 Material de laboratorio

El material de laboratorio que se utilizó durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se detalla en el cuadro 3.8.

Cuadro 3.8*Material de laboratorio*

Material	Cantidad	Tipo	Capacidad	Unidades
Termómetro de alcohol	1	Vidrio	200	°C
Termómetro digital	1	Acero inoxidable	450	°C
Jarra graduada	1	Plástico	1000	ml
Probeta	1	Plástico	1000	ml

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.5 Materiales de cocina

Los materiales de cocina que se utilizó para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma se detallan en el siguiente cuadro 3.9.

Cuadro 3.9

Materiales de cocina utilizados en la elaboración de nachos con harina de amaranto

Utensilios	Tamaño	Cantidad	Tipo
Fuentes	Grande	1	Acero inoxidable
	Pequeñas	3	Acero inoxidable
Cuchillo	Mediano	1	Acero inoxidable
Cuchara	Grande	1	Acero inoxidable
Cucharillas	Pequeña	2	Acero inoxidable
Bandeja	Grande	1	Acero inoxidable
Sartén	Mediano	1	Hierro Fundido
Envases herméticos de polipropileno	Pequeño	50	Plástico
Escurridor	Grande	1	Acero inoxidable
	Pequeño	1	Acero inoxidable
Espátula	Mediana	1	Acero inoxidable
Moldeador	Pequeño	1	Plástico
Papel absorbente	30x30	1	Papel
Papel film	Mediano	1	Plástico

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.6 Materia prima (harina de amaranto)

En la figura (figura 3.8), se observa la materia prima (harina de amaranto), que se utilizó para la elaboración de nachos del presente trabajo de investigación, el cual se adquirió en la tienda de productos ecológica RENACC de la ciudad de Tarija.



Fuente: RENACC, 2020

Figura 3.8: Harina de amaranto

3.7 Insumos alimenticios

En el (cuadro 3.10), se detallan los insumos necesarios que se utilizó para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma del presente trabajo de investigación.

Cuadro 3.10

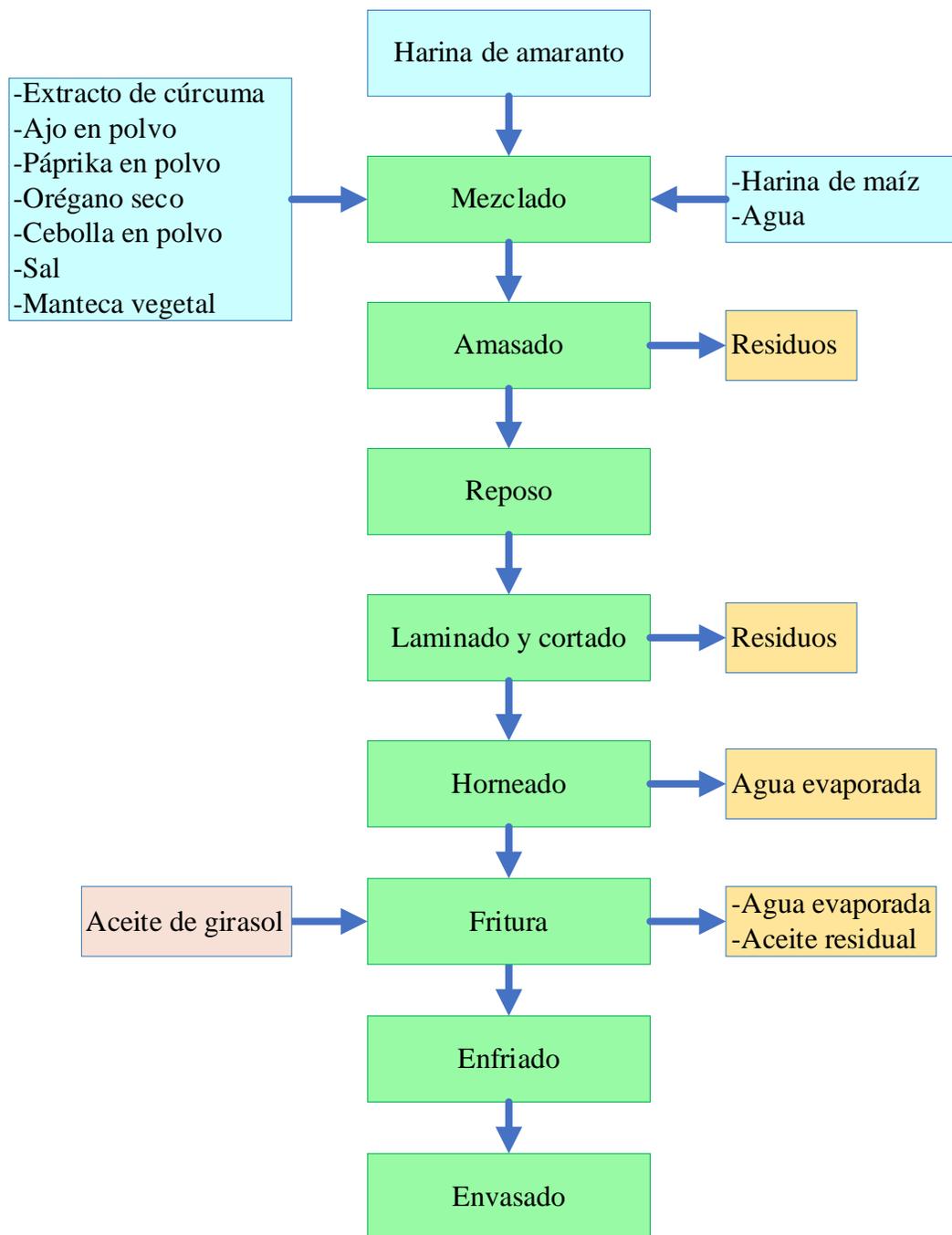
Insumos alimenticios en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Insumos	Estado	Procedencia	Marca
Harina de maíz	Sólido	Bolivia
Sal común	Sólido	Bolivia	Gerli
Manteca vegetal	Sólido	Bolivia	Victoria
Agua potable	Líquido	Bolivia
Aceite girasol	Líquido	Bolivia	Fino light
Ajo en polvo	Sólido	Bolivia
Páprika en polvo	Sólido	Bolivia
Orégano seco	Sólido	Bolivia
Cebolla en polvo	Sólido	Bolivia
Extracto de cúrcuma	Líquido	Bolivia

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.8 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

En la figura 3.9 se muestra el diagrama de flujo para el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 3.9: Proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma

3.8.1 Descripción del proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Los procesos para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma se describen a continuación:

3.8.1.1 Mezclado

El mezclado consistió en pesar la materia prima e insumos para asegurar que las dosificaciones sean adecuadas para la elaboración. Para esto se procedió, agregar en una fuente de acero inoxidable harina de amaranto entre (30 a 35) %, harina de maíz entre (15 a 20) %, agua potable entre (30 a 35) %, sal entre (1,20 a 1,50) %, ajo en polvo (1,50) a 1.80, p  prika en polvo (2,70-3,00) %, or  gano seco (1,50-2,50) %, manteca vegetal (1,50-2,50) %, cebolla en polvo (0,50-2,00) % y extracto de cúrcuma entre (2,00 a 2,60) %, posteriormente se mezcl   y remov   con ayuda de una cuchara durante 2 min con el prop  sito que los insumos se incorporen bien.

3.8.1.2 Amasado

El amasado de la masa se realiz   de forma manual presionada mediante la mezcla previa del dosificado de harina de amaranto, insumos y agua, se continu   amasando de manera que el agua se incorpor   paulatinamente a la mezcla. Se deshizo los grumos y se logr   una integraci  n de la mezcla amasada, donde se obtuvo una consistencia de una masa suave, moldeada y homog  nea este proceso tiene una duraci  n de 5 a 8 minutos.

3.8.1.3 Reposo

Una vez teniendo la masa homog  nea se form   la masa en forma de peque  as bolitas, posteriormente se envolvi   con papel film, la fuente que contiene la masa amasada en forma de bolitas evitando que la masa durante el tiempo de reposo pierda humedad, este proceso tuvo una duraci  n de 10 a 20 minutos. El tiempo de reposado se realiza dependiendo la cantidad de nachos que se desee elaborar. El reposado de la masa se realiz   con el prop  sito de que los insumos penetren su sabor y aroma en la masa.

3.8.1.4 Laminado y cortado

Una vez que finalizó el reposo, se realizó el laminado de la masa con una máquina laminadora manual, que consistió en pasar y enrollar la masa el cual se logró una lámina muy fina uniforme con un grosor aproximado de 1,4 mm.

Se tomó en cuenta que para esta operación se requiere de una superficie no adherente (mesa) para que la masa laminada sea colocada. Posteriormente se realizó el cortado o moldeado de la masa laminada con un molde de plástico de forma triangular de 7 cm de altura y 6 cm de ancho. La masa moldeada se ubicó en bandejas de acero inoxidable.

3.8.1.5 Horneado

El proceso de horneado de la masa, se realizó en un horno de gas, el cual es previamente calentado a una temperatura de (20 a 30) minutos para obtener la temperatura interna del horno entre (100 a 110) °C, la medición de la temperatura se controló con ayuda de un termómetro de alcohol. Una vez calentando el horno a la temperatura señalada anteriormente se introdujo las bandejas que contienen la masa cortada (cruda), la precocción de los nachos tiene una duración de un tiempo de (2 a 5) minutos manteniendo la temperatura interna dentro del horno, hasta lograr la precocción de los nachos. Este proceso se realizó con el propósito de reducir la humedad evitando la absorción de aceite durante el proceso de fritura.

Antes de someter los nachos precocidos al proceso de fritura, se enfriaron en un recipiente de acero inoxidable a temperatura ambiente, durante un tiempo de 5 minutos, esta operación de enfriado se realizó para producir una consistencia más uniforme y reducir las salpicaduras de aceite durante el proceso de fritura.

3.8.1.6 Fritura

Pasado los 10 minutos de enfriado de los nachos precocidos, se realizó el proceso de fritura. Se colocó en la cocina semi industrial un sartén de hierro fundido con 544 ml de aceite de girasol, donde el aceite se calentó a una temperatura optima de 180 °C, una vez alcanzada a esta temperatura se introdujeron los nachos precocidos, a una cocción

rápida de fritura de un tiempo de 20 segundos (debido a que en estas condiciones la cocción de los nachos obtiene características favorables en cuanto a textura y color), se retiró los nachos cocidos y se introdujeron en un escurridor de acero inoxidable el cual contenía en su interior de las paredes papel absorbente, se procedió a escurrir para eliminar el aceite sobrante de los nachos por un tiempo de (10 a 15) minutos.

2.8.1.7 Enfriado

El enfriado de los nachos se realizó a temperatura ambiente de (20-25) °C, durante un tiempo de (15 a 20) minutos.

Este proceso es importante porque si se empaacan en caliente hace que se formen capas de humedad dentro del empaque.

2.8.1.8 Envasado

El envasado de los nachos se realizó a una temperatura ambiente; los nachos se envasaron en bolsas herméticas de polipropileno y con ayuda de una selladora manual se realiza el sellado, esto para evitar el paso de humedad dentro del envase que contienen los nachos.

Se van a almacenar el producto en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente para evitar su deterioro.

3.9 Metodología utilizada para la obtención de resultados

La metodología utilizada para la obtención de resultados experimentales del presente trabajo de investigación se detalla a continuación.

3.9.1 Caracterización fisicoquímica de la harina de amaranto

Con la finalidad de determinar las características fisicoquímicas de la harina de amaranto, los métodos y parámetros fisicoquímicos se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Facultad de

Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Análisis fisicoquímicos de la harina de amaranto

Parámetros	Métodos de ensayo	Unidades
Ceniza	NB39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Grasa	NB313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB313010:05	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2020

3.9.2 Análisis de calcio de la harina de amaranto

En la tabla 3.2, se muestra el análisis de calcio de la harina de amaranto realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.2

Análisis de calcio de la harina de amaranto

Parámetro	Método de ensayo	Unidad
Calcio	Absorción atómica	mg/100g

Fuente: CEANID, 2020

3.9.3 Caracterización fisicoquímica del producto terminado

En la tabla 3.3, se muestran los parámetros y métodos tomados en cuenta para determinar la composición fisicoquímica del producto terminado (nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma).

Estos parámetros se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.3

Análisis fisicoquímicos del producto terminado

Parámetros	Normas	Métodos de ensayo	Unidades
Ceniza	NB39034:10	Gravimétrico	%
Fibra	Gravimétrico	Gravimétrico	%
Grasa	NB313019:06	Gravimétrico	%
Hidratos de carbono	Cálculo	-	%
Humedad	NB313010:05	Gravimétrico	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO8968-1:08	Kjeldahl	%
Valor energético	Cálculo	-	Kcal/100g
Calcio	NB 39015:2004	Absorción atómica	mg/100g

Fuente: CEANID, 2021

3.9.4 Análisis microbiológicos del producto terminado

Con la finalidad de conocer la calidad microbiológica en el producto terminado de (nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma), los análisis microbiológicos descritos en la tabla 3.4, se desarrolló en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.4

Análisis microbiológicos del producto terminado

Parámetros	Métodos en ensayo	Unidades
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g

Fuente: CEANID, 2021

3.10 Evaluación sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que utilizan penalistas humanos para medir, evocar, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos u otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, gusto, olfato, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. (Watts, Ylimaki, & Jeffrey, 1992)

En la tabla 3.5, se observa las evaluaciones sensoriales del presente trabajo de investigación “Elaboración de nachos con harina de maíz aromatizado con cúrcuma”.

Tabla 3.5

Evaluaciones sensoriales para los nachos con harina de amaranto y aromatizado con cúrcuma

Evaluación sensorial	Jueces	Atributos	Test
Elección de la muestra preliminar	N°15 No entrenados	Olor	Anexo B Test N°1
		Color	
		Apariencia	
		Textura	
		Sabor	
Evaluación sensorial del primer grupo en proceso de dosificado	N°15 No entrenados	Olor	Anexo B Test N°2
		Color	
		Apariencia	
		Textura	
		Sabor	
Evaluación sensorial del segundo grupo en el proceso de dosificado	N°15 No entrenados	Olor	Anexo B Test N°3
		Color	
		Apariencia	
		Textura	
		Sabor	
Evaluación sensorial para determinar el producto terminado	N°15 No entrenados	Olor	Anexo B Test N°4
		Color	
		Apariencia	
		Textura	
		Sabor	
Evaluación sensorial del producto terminado	N°15 No entrenados	Olor	Anexo B Test N°5
		Color	
		Apariencia	
		Textura	
		Sabor	

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.11 Diseño experimental

Según (Montgomery, 2004), el diseño experimental es una herramienta de importancia fundamental en el ámbito de la ingeniería para mejorar el desempeño de un proceso manufactura. También tiene múltiples aplicaciones en el desarrollo de procesos nuevos. La aplicación de las técnicas del diseño experimental en las fases iniciales del desarrollo de un proceso puede redundar en:

- Mejorar en el rendimiento del proceso.
- Variabilidad reducida y conformidad más cercana en los requerimientos nominales o proyectos.

El uso del diseño experimental en estas áreas puede redundar en proyectos de fábrica, en productos que tengan un desempeño y confiabilidad de campos mejorados, en costos de producción más bajos y en tiempos más cortos para el diseño y desarrollo de productos. Es un análisis estadístico que permite identificar, cuantificar las causas de un efecto dentro de proceso. En un diseño experimental, se manipulan una o más variables de interés. (Montgomery, 2004)

El diseño experimental percibe una serie de pautas relativas de las variables que hay que manipular, cuantas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido a la necesidad. (Montgomery, 2004)

Para realizar el diseño experimental del siguiente trabajo de investigación aplicada se utilizó un diseño factorial que se muestra en la ecuación 3.1

$$2^k \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Donde:

K=Número de variables

2=Número de niveles

3.11.1 Diseño factorial

El diseño factorial se entiende como aquel, en el que se investiga todas las posibilidades combinaciones de los niveles de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento. (Montgomery, 2004)

En el diseño factorial existen varios tipos como el 2^k y también 3^k que consiste en factores cada uno con dos o tres niveles, estos niveles pueden ser cualitativos y cuantitativos. (Montgomery, 2004)

3.11.2 Diseño factorial 2^3

Al tener tres factores, A, B, C cada uno con dos niveles, son de interés, se llama diseño factorial 2^3 , en este caso se realiza ocho combinaciones de tratamientos, utilizando la notación “+” y “-” para representar los niveles alto y bajo de los factores, las ocho corridas del diseño 2^3 . Las combinaciones de los tratamientos en el orden estándar se escriben como (1). a, b, ab, c, ac, bc y abc. (Montgomery, 2004)

3.12 Diseño factorial 2^3 en el proceso de dosificado en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Para realizar el diseño experimental en el proceso de dosificado de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma, se aplicó de acuerdo a la ecuación 3.1. El diseño experimental corresponde a:

$$2^3=2*2*2=8 \text{ corridas/prueba}$$

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- HA= (Porcentaje de harina de amaranto) =2 niveles
- HM= (Porcentaje de harina de maíz) =2 niveles
- A= (Porcentaje de agua) =2 niveles

En la tabla 3.6, se muestra la matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de dosificado, para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con

cúrcuma, compuesta por tres variables: porcentaje de harina de amaranto (AH), porcentaje de harina de maíz (HM) y porcentaje de agua(A).

Tabla 3.6

Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de dosificado

Combinación de Tratamientos	Factores			Interacciones				Respuesta
	HA	HM	A	HAHM	HAA	HMA	HAHMA	Y _i
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración propia, 2020

Dónde:

Obtiene como variable respuesta:

Y_i=Contenido de humedad (%) en la masa cruda de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma.

En la tabla 3.7, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), a ser aplicados en el proceso de dosificado.

Tabla 3.7

Variación de factores en el proceso de dosificado

Variables	Nivel superior	Nivel inferior
Harina de amaranto	35 %	30 %
Harina de maíz	20 %	15 %
Agua	35 %	30 %

Fuente: Elaboración propia, 2020

CAPÍTULO IV
CÁLCULOS DISCUSIÓN DE LOS
RESULTADOS

4.1 Características fisicoquímicas de la materia prima

Las caracterizaciones de las materias primas, se realizó tomando en cuenta los análisis de macronutrientes y micronutriente de la harina de amaranto.

4.1.1 Análisis de fisicoquímicos de la harina de amaranto

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la harina de amaranto adquirida en (RENACC), se muestra en la tabla 4.1; se realizó en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímicos de la harina de Amaranto

Parámetro	Valor	Unidad
Ceniza	2,54	%
Fibra	2,96	%
Grasa	7,67	%
Hidratos de carbono	68,59	%
Humedad	4,12	%
Proteína total	14,12	%
Valor energético	359,87	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2020

En la tabla 4.1, se puede observar que la harina de amaranto contiene: ceniza 2,54%; fibra 2,96%; grasa 7,67%; hidratos de carbono 68,59%; humedad 4,12%; proteína total 14,12% y valor energético 359,87 Kcal/100g.

4.1.2 Análisis de calcio de la harina de amaranto

Los análisis de calcio se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID). El resultado se muestra en la tabla 4.2, extraídos (Anexo A).

Tabla 4.2

Análisis de calcio de la harina de amaranto

Parámetro	Valor	Unidad
Calcio	124	mg/100g

Fuente: CEANID, 2020

En la tabla 4.2, se puede observar que la harina de amaranto contiene: calcio 124mg/100g.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

4.2.1 Pruebas preliminares a nivel experimental para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Al no contar en el mercado local de Tarija nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, por tal efecto a nivel experimental se procedió a elaborar tres muestras preliminares de nachos con diferentes dosificaciones y sabores (figura 4.1).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.1: Evaluación sensorial muestras preliminares

Se puede observar en la (figura 4.1), la primera muestra nachos saborizado con queso y extracto de cúrcuma, la segunda muestra nachos saborizado con páprika y extracto de cúrcuma y la tercera muestra nachos saborizados con extracto de cúrcuma se elaboró estas muestras con el propósito de obtener una técnica inicial para la elaboración de nachos con harina de amaranto de la cual se partió de una formulación base que se detalla en la tabla 4.3

Tabla 4.3

Formulación base de las muestras preliminares

Formulación base	Nachos saborizados con queso y extracto de cúrcuma	Nachos saborizados con páprika y extracto de cúrcuma	Nachos saborizados con extracto de cúrcuma	Unidad
	Valor	Valor	Valor	
Harina de amaranto	35,0	35,0	30,0	%
Harina de maíz	15,0	20,0	25,0	%
Agua potable	35,0	35,0	40,0	%
Extracto de cúrcuma	2,6	2,6	4,0	%
Queso cheddar en polvo	4,7	-	-	%
Páprika en polvo	-	2,7	-	%
Sal	1,2	1,2	1,2	%
Ajo en polvo	1,5	1,5	1,5	%
Manteca vegetal	1,5	1,0	2,0	%
Orégano seco	1,5	0,5	2,5	%
Cebolla en polvo	2,0	0,5	2,0	%

Fuente: Elaboración propia, 2020

A partir de esta formulación base tabla 4.3, se realizó variaciones harina de amaranto, harina de maíz, agua e insumos donde de las muestras de la evaluación sensorial para determinar la muestra preliminar se codificaron de la siguiente manera:

N1=Nachos saborizado con queso cheddar y con cúrcuma

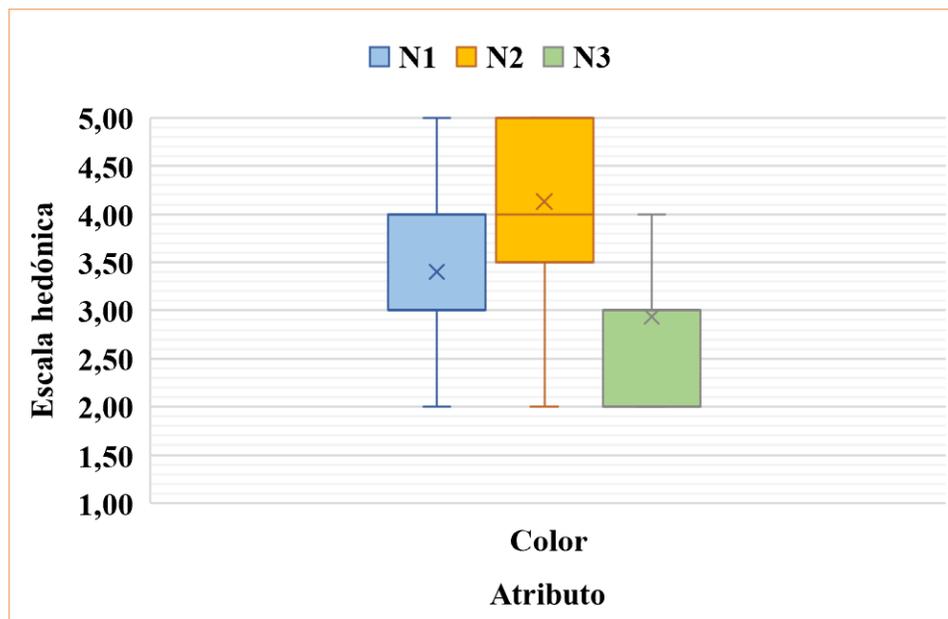
N2= Nachos saborizado con a páprika y cúrcuma

N3= Nachos saborizado con cúrcuma

Posteriormente se realizó una evaluación sensorial preliminar de las tres muestras en el laboratorio de evaluación sensorial de la Carrera de Ingeniería de Alimentos en base a una escala hedónica de 5 puntos, por 15 jueces no entrenados para definir los atributos: color, olor, apariencia, sabor y textura.

4.2.1 .1 Análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para el atributo color

La figura 4.2, se muestran los resultados estadísticos preliminares de caja y bigote de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, los valores obtenidos para el atributo color (tabla C.1), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.2: Caja y bigote para la muestra preliminar en el atributo color

Según la figura 4.2, se observa la caja y bigote del atributo color de la muestra “N2” con una mediana (4,13), los datos se encuentran dispersos en el segundo y tercer cuartil con una mediana inclinada hacia el segundo cuartil de la caja con el 75%, a comparación de las muestras “N1” (3,40) y “N3” (2,93), las cuales tienen un menor puntaje.

En base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra preliminar atributo color se pudo evidenciar que hay preferencia por los jueces por la muestra “N2” de nachos saborizados con páprika y extracto de cúrcuma ya que el color en los nachos fue más llamativo.

4.2.1.2 Análisis de varianza para para determinar la muestra preliminar para el atributo color

Realizando el estadístico de análisis de varianza para determinar la muestra preliminar del atributo color (tabla C.1.1), extraídos del (Anexo C), para los tratamientos se observó que $F_{cal} > F_{tab}$; por lo cual se rechaza la hipótesis planteada. indicando que existe diferencia de significancia para 0,05 entre los tratamientos.

4.2.1.3 Prueba de Tukey para determinar la muestra preliminar para el atributo color

En la tabla 4.4, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.1.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo color.

Tabla 4.4

Estadístico Tukey para el atributo color de la muestra preliminar

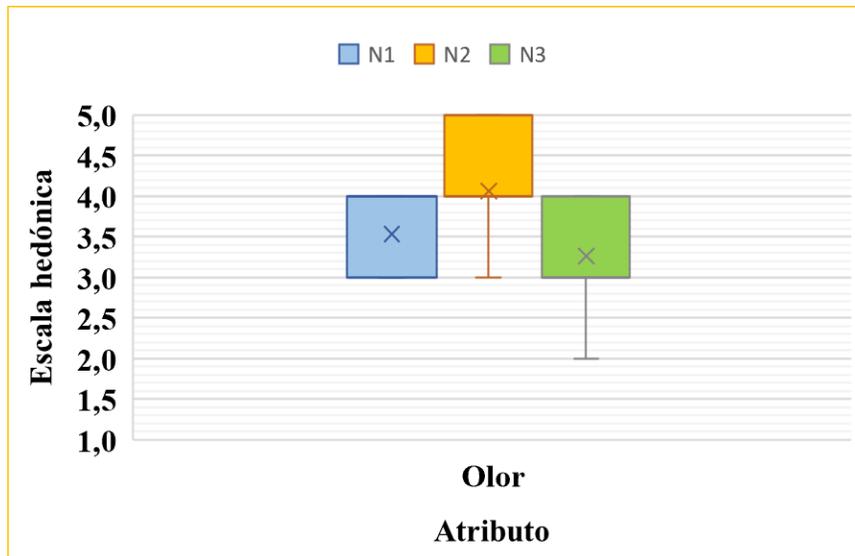
Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N2-N3	4,13-2,93	1,20>0,66	Si hay diferencia
N2-N1	4,13-3,40	0,73>0,66	Si hay diferencia
N1-N3	3,40-2,93	0,47<0,66	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.4 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N2–N3, N2–N1. Sin embargo, en el tratamiento N1-N3 no existe diferencia significativa de 0,05.

4.2.2 Análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para el atributo olor

La figura 4.3, se muestran los resultados estadísticos preliminares de caja y bigote para nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, los valores obtenidos para el atributo olor (tabla C.2), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.3: Caja y bigote para la muestra preliminar en el atributo olor

Según la figura 4.3, se observa la caja y bigote del atributo olor de la muestra “N2” con una mediana (4,07), los datos se encuentran agrupados en el primer y segundo cuartil con una mediana inclinada hacia el primer cuartil de la caja con el 25%, a comparación de las muestras “N1” (3,53) y “N3” (2,27), las cuales tienen un menor puntaje.

En base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra preliminar del atributo olor se pudo evidenciar que hay preferencia por los jueces por la muestra “N2” de nachos con páprika y cúrcuma, ya que el porcentaje de extracto de cúrcuma agregado en la dosificación (tabla 4.3) es menor llegando a la conclusión que los jueces no sienten agrado al percibir el olor a cúrcuma.

4.2.2.1 Análisis de varianza para para determinar la muestra preliminar para el atributo olor

Realizando el estadístico de análisis de varianza para determinar la muestra preliminar del atributo olor (tabla C.2.1), extraído del (Anexo C), para los tratamientos se observó que $F_{cal} > F_{tab}$; por lo que se rechaza la hipótesis planteada. indicando que existe diferencia de significancia para 0,05 entre los tratamientos.

4.2.2.2 Prueba de Tukey para determinar la muestra preliminar para el atributo olor

En la tabla 4.5, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.2.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo olor.

Tabla 4.5

Estadístico Tukey para el atributo olor de la muestra preliminar

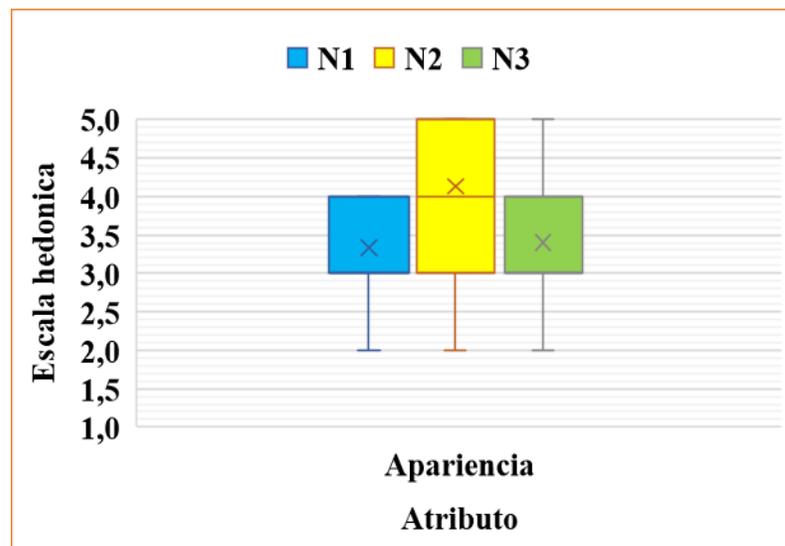
Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N2-N3	4,07-3,27	0,80>0,32	Si hay diferencia
N2-N1	4,07-3,53	0,54>0,32	Si hay diferencia
N1-N3	3,53-3,27	0,26<0,32	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.5 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N2–N3, N2–N1. Sin embargo, en el tratamiento N1-N3 no existe diferencia significativa de 0,05.

4.2.3 Análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para el atributo apariencia

La figura 4.4, se muestran los resultados estadísticos preliminares de caja y bigote para nachos, los valores obtenidos para el atributo apariencia (tabla C.2), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.4: Caja y bigote para la muestra preliminar en el atributo apariencia

Según la figura 4.4, se observa la caja y bigote del atributo apariencia de la muestra “N2” con una mediana (4,13), los datos se encuentran dispersos en el segundo y tercer cuartil con una mediana inclinada hacia el tercer cuartil de la caja con el 75%, a comparación de las muestras “N1” (3,33) y “N3” (3,40), las cuales tienen un menor puntaje.

En base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra preliminar del atributo apariencia se pudo evidenciar que hay preferencia por los jueces por la muestra “N2” de nachos saborizados con páprika y extracto de cúrcuma.

4.2.3.1 Análisis de varianza para determinar la muestra preliminar para el atributo apariencia

Realizando el estadístico de análisis de varianza para determinar la muestra preliminar del atributo apariencia (tabla C.3.1) del anexo C para los tratamientos, se observó que $F_{cal} > F_{tab}$; por lo que se rechaza la hipótesis planteada. indicando que existe diferencia de significancia para 0,05.

4.2.3.2 Prueba de Tukey para determinar la muestra preliminar para el atributo apariencia

En la tabla 4.6, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.3.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo apariencia.

Tabla 4.6

Estadístico Tukey para el atributo apariencia de la muestra preliminar

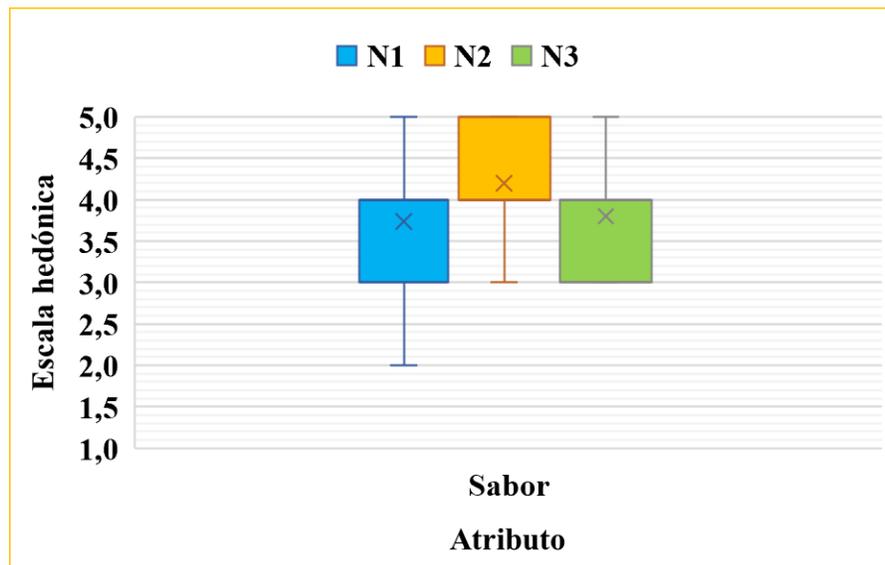
Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N2-N1	4,13-3,33	0,80>0,63	Si hay diferencia
N2-N3	4,13-3,40	0,73>0,63	Si hay diferencia
N3-N1	3,40-3,33	0,07<0,63	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.6 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N2–N1, N2–N3. Sin embargo, en el tratamiento N1-N3 no existe diferencia significativa de 0,05.

4.2.4 Análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para el atributo sabor

La figura 4.5, se muestran los resultados estadísticos de caja y bigote para nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, los valores obtenidos para el atributo sabor (tabla C.4), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.5: Caja y bigote para la muestra preliminar en el atributo sabor

Según la figura 4.5, se observa la caja y bigote del atributo sabor de la muestra “N2” con una mediana (4,2), los datos se encuentran agrupados en el primero y segundo cuartil con una mediana inclinada hacia el primer cuartil de la caja con el 25%, a comparación de las muestras “N1” (3,73) y “N3” (3,80), las cuales tienen un menor puntaje.

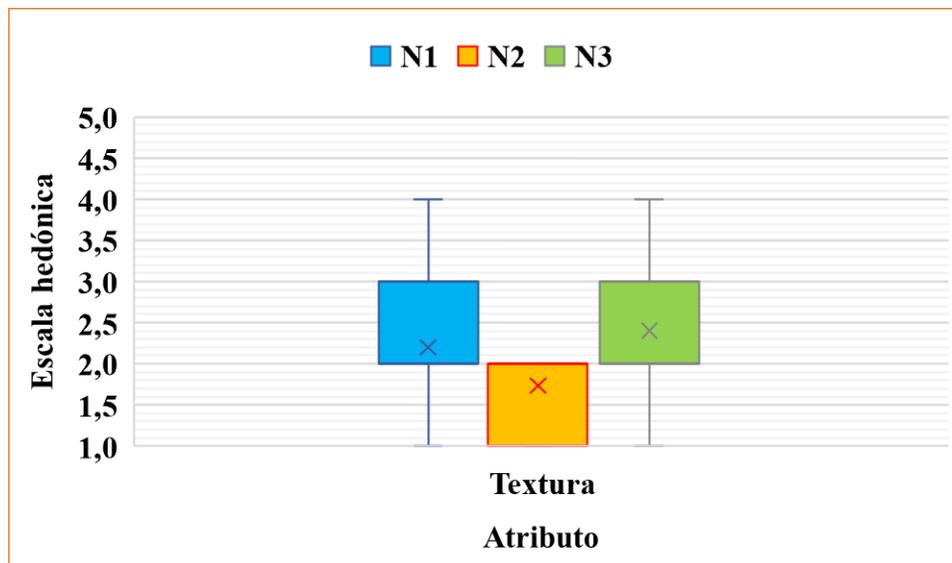
En base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra preliminar del atributo sabor se pudo evidenciar que hay preferencia por los jueces por la muestra “N2” de nachos saborizados con páprika ya los jueces prefieren sabor más natural y agradable a diferencia de la muestra “N1”, en la cual se utilizó para saborizar queso cheddar en polvo.

4.2.4.1 Análisis de varianza para para determinar la muestra preliminar para el atributo sabor

Realizando el estadístico de análisis de varianza para determinar la muestra preliminar del atributo apariencia (tabla C.4.1), extraídos del (Anexo C), para los tratamientos se observó que $F_{cal} < F_{tab}$; por lo que se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia de 0,05.

4.2.5 Análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para el atributo textura

La figura 4.6, se muestran los resultados estadísticos preliminares de caja y bigote para nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, los valores obtenidos para el atributo textura (tabla C.5), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.6: Caja y bigote para la muestra preliminar en el atributo textura

Según la figura 4.6, se observa la caja y bigote del atributo textura de la muestra “N3” con una mediana (2,4); los datos se encuentran agrupados en el primero y segundo cuartil con una mediana inclinada hacia el primer cuartil de la caja con el 25%, a comparación de las muestras “N1” (2,20) y “N2” (1,73), en las cuales tienen un menor puntaje.

En base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra preliminar del atributo textura se pudo evidenciar que hay preferencia por los jueces por la muestra “N3” ya que el porcentaje de dosificación de harina de amaranto es menor a comparación de las otras dos muestras (tabla 4.3), por lo que hace que los nachos con esta dosificación sean menos duros y más crujientes para los jueces.

4.2.5.1 Análisis de varianza para para determinar la muestra preliminar para el atributo textura

Realizando el estadístico de análisis de varianza para determinar la muestra preliminar del atributo textura (tabla C.5.1), extraídos del (Anexo C), para los tratamientos, se observó que $F_{cal} < F_{tab}$; por lo que se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia de 0,05.

4.3 Diseño factorial para determinar las variables en el proceso de dosificado en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

En base a la evaluación sensorial para determinar la muestra preliminar y sus respectivas formulaciones, se seleccionó la muestra “N2”, con una dosificado de harina de amaranto (35,0%), harina de maíz (20,0 %) y agua (35,0), para establecer los factores que intervienen en el proceso de dosificado de los nachos (tabla 4.3).

Posteriormente para realizar la variación del dosificado de la materia prima e insumos en el proceso de elaboración de nachos aromatizados con cúrcuma siguiendo la formulación de la muestra “N2” se elaboraron ocho muestras donde se hizo variar los porcentajes de harina de amaranto, porcentajes de harina de maíz y porcentaje de agua. La variación del dosificado de las muestras (tabla D1) extraídos del (Anexo C) en base al diseño factorial 2^3 , y sus respectivas formulaciones de cada muestra detalla a continuación:

- **Variación porcentual del dosificado del primer grupo**

N4 (30% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 30% de agua)

N5 (35% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 30% de agua)

N6 (30% de harina de amaranto, 20 % de harina de maíz y 30% de agua)

N7 (35% de harina de amaranto, 20% de harina de maíz y 30% de agua)

- **Variación porcentual del dosificado del segundo grupo**

N8 (30% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 35% de agua)

N9 (35% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 35% de agua)

N10 (30% de harina de amaranto, 20% de harina de maíz y 35% de agua)

N11 (35% de harina de amaranto, 20% de harina de maíz y 35% de agua)

En base a los resultados de las dosificaciones planteadas, tomando en cuenta la variable respuesta porcentaje de humedad en la masa cruda de la (tabla D.1) y (Anexo D). Los resultados obtenidos del diseño factorial 2^3 se detallan en la tabla 4.7 extraídos de la (tabla D.2) y (Anexo D).

Tabla 4.7

Análisis de varianza del diseño factorial 2^3 durante el proceso de dosificado de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Cal)	Fisher tabulado (Tab)
Total	59,76	15	-	-	-
Factor A	13,82	1	13,82	27,10	5,32
Factor B	8,17	1	8,17	16,02	5,32
Factor AB	0,03	1	0,03	0,06	5,32
Factor C	33,32	1	33,32	65,33	5,32
Factor AC	0,01	1	0,01	0,02	5,32
Factor BC	0,25	1	0,25	0,49	5,32
Factor ABC	0,05	1	0,05	0,10	5,32
Error	4,11	8	0,51	-	-

Fuente: Elaboración propia, 2021

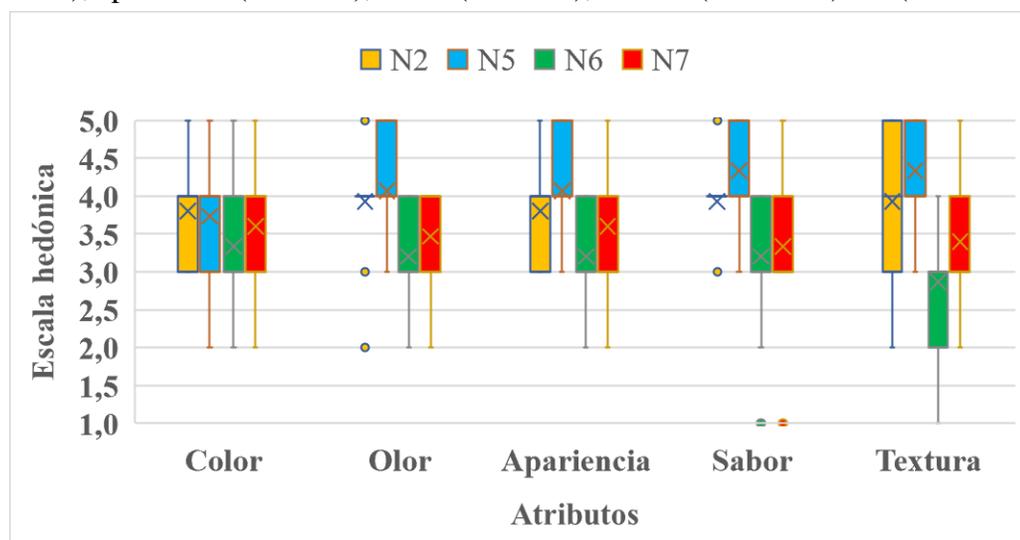
Según los resultados obtenidos del análisis de varianza (tabla 4.7), se observa que para las fuentes de variación del factor “AB” (porcentaje de agua y porcentaje de harina de maíz), factor “AC” (porcentaje de harina de amaranto y agua), factor “BC” (porcentaje de harina de maíz y agua) y los factores “ABC” (Harina de amaranto, harina de maíz y

agua); se observa que $F_{cal} < F_{tab}$ para los factores e interacciones no son estadísticamente significativos para el proceso de dosificado de nachos para un nivel de significancia de 0,05. Sin embargo, para los factores “A” (porcentaje de harina de amaranto), “B” (Porcentaje de harina de maíz) y el factor C (porcentaje de agua), se observa que $F_{cal} > F_{tab}$ para los factores e interacciones son estadísticamente significativos para el proceso de dosificado de nachos para un nivel de significancia de 0,05.

Según los resultados del diseño factorial, el factor A (porcentaje de harina de amaranto), factor B (porcentaje de harina de maíz) y el factor C (porcentaje de agua); el dosificado de estos factores es afectado e incide en el porcentaje de humedad de la masa cruda por ende influye en la humedad del producto final.

4.3.1 Análisis estadístico caja y bigote en el proceso de dosificado del primer grupo de la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma

En la figura 4.7, se muestran los resultados del estadístico caja y bigote en la variación de la dosificación del primer grupo, obtenidos para los tributos: color (tabla C6), olor (tabla C7), apariencia (tabla C8), sabor (tabla C9), textura (tabla C10) del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020
Figura 4.7: Caja y bigote del primer grupo

Según la figura 4.7, en base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra “N5” para el atributo sabor con mediana (4,33) ubicada entre el primero y segundo cuartil con el 50% de la caja del segundo cuartil. Los atributos olor, apariencia y textura de la muestra “N5” presenta medianas que están por encima de las medianas de las muestras “N4”, “N6” y la muestra “N7” las cuales obtuvieron un menor puntaje en cuantos a estos atributos.

4.3.2 Análisis de varianza en el proceso de dosificado del primer grupo

Según los datos de análisis de varianza realizados para los atributos obtenidos de la tabla C.7.1(olor), tabla C.8.1(apariencia), tabla C.9.1(sabor) y tabla C.10.1(textura), extraídos del (Anexo C) donde se observa que $F_{cal} > F_{tab}$, por lo que se rechaza la hipótesis planteada, para un nivel de significancia de 0,05. Sin embargo, para el atributo color (tabla C.6.1) el valor de $F_{cal} < F_{tab}$ para los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia de 0,05.

4.3.3 Prueba Tukey del primer grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo olor

En la tabla 4.8, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la tabla C.7.4 extraídos del (Anexo C), para el atributo olor.

Tabla 4.8

Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo olor

Tratamientos	Valor	Diferencia	Significancia
N5-N6	4,07-3,20	0,87>0,68	Si hay diferencia
N5-N7	4,07-3,47	0,60<0,68	No hay diferencia
N5-N4	4,07-3,93	0,14<0,68	No hay diferencia
N4-N6	3,93-3,20	0,73>0,68	Si hay diferencia
N4-N7	3,93-3,47	0,46<0,68	No hay diferencia
N7-N6	3,47-3,20	0,27<0,68	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.8 se puede observar que si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N5-N6 y N4-N6. Sin embargo, para los demás tratamiento como ser

N5-N7, N5-N4, N4-N7 y N7-N6, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de 0,05.

4.3.4 Prueba Tukey del primer grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo apariencia

En la tabla 4.9, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.8.4), y extraídos del (Anexo C), para el atributo apariencia.

Tabla 4.9

Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo apariencia

Tratamientos	Valor	Diferencia	Significancia
N5-N6	4,07-3,20	0,87>0,57	Si hay diferencia
N5-N7	4,07-3,60	0,47<0,57	No hay diferencia
N5-N4	4,07-3,80	0,27<0,57	No hay diferencia
N4-N6	3,80-3,20	0,60>0,57	Si hay diferencia
N4-N7	3,80-3,60	0,20<0,57	No hay diferencia
N7-N6	3,60-3,20	0,40<0,57	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.9 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N5-N6 y N4-N6, Sin embargo, para los demás tratamientos como ser N5-N7, N5-N4, N4-N7 y N7-N6, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia 0,05.

4.3.5 Prueba Tukey del primer grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo sabor

En la tabla 4.10 se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.9.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo sabor.

Tabla 4.10*Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo sabor*

Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N5-N6	4,33-3,20	1,13>0,61	Si hay diferencia
N5-N7	4,33-3,33	1,00>0,61	Si hay diferencia
N5-N4	4,33-3,93	0,40<0,61	No hay diferencia
N4-N6	3,93-3,20	0,73>0,61	Si hay diferencia
N4-N7	3,93-3,33	0,60<0,61	No hay diferencia
N7-N6	3,33-3,20	0,13<0,61	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.10 se puede observar que sí existe diferencia estadística entre los tratamientos N5-N6, N5-N7 y N4-N6, Sin embargo, para los tratamiento N5-N4, N4-N7 y N7-N6, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia 0,05.

4.3.6 Prueba Tukey del primer grupo en la el proceso de dosificado de nachos para el atributo textura

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey extraídos de la (tabla C.10.4), y extraídos del (Anexo C), para el atributo textura.

Tabla 4.11*Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo textura*

Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N5-N6	4,33-2,87	1,46>0,57	Si hay diferencia
N5-N7	4,33-3,40	0,93>0,57	Si hay diferencia
N5-N4	4,33-3,93	0,40<0,57	No hay diferencia
N4-N6	3,93-2,87	1,06>0,57	Si hay diferencia
N4-N7	3,93-3,40	0,53<0,57	No hay diferencia
N7-N6	3,40-2,87	0,53<0,67	No hay diferencia

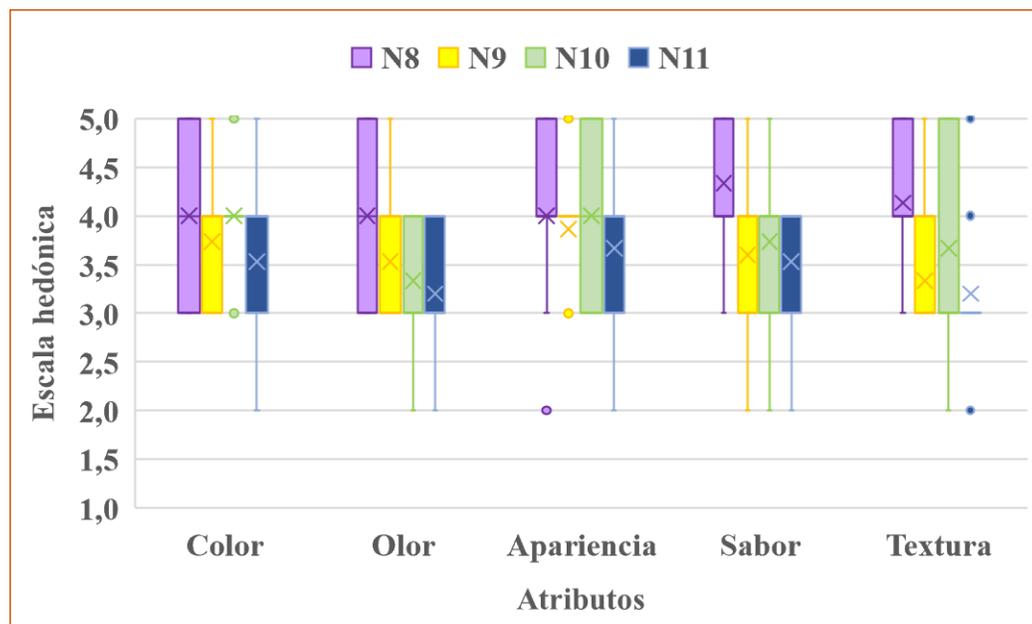
Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.11 se puede observar que sí existe diferencia estadística entre los tratamientos N5-N6, N5-N7, N4-N6, Sin embargo, para los demás tratamiento como ser N5-N4, N4-N7 y N7-N6, no existe diferencia significativa de para un nivel de significancia 0,05.

Realizando los análisis estadísticos y tomando en cuenta que la muestra de mayor agrado es la “N5” con una dosificación de (35% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 30% de agua), los jueces tomaron como mejor opción en cuanto a sabor a diferencia de las demás las cuales tenían una dosificación con mayor porcentaje de harina de maíz y la variación en cuanto a los insumos afectó de alguna manera en la dosificación de las muestras.

4.3.7 Análisis estadístico caja y bigote en el proceso de dosificado del segundo grupo de la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizados con cúrcuma

En la figura 4.8, se muestran los resultados de estadístico caja y bigote en la variación de la dosificación del segundo grupo, obtenidos para los tributos: color (tabla C11), olor (tabla C12), apariencia (tabla C13), sabor (tabla C14), textura (tabla C15), extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.8: Caja y bigote del segundo grupo

Según la figura 4.8, en base al análisis realizado de caja y bigote de la muestra “N8” para el atributo sabor con mediana (4,33) ubicada entre el primero y segundo cuartil con el 50% de la caja del segundo cuartil. Los atributos color, olor, apariencia y textura

de la muestra “N5” posee medianas que están por encima de las medianas de las muestras “N9”, “N10” y la muestra “N11” las cuales obtuvieron un menor puntaje en cuantos a estos atributos.

4.3.8 Análisis de varianza en el proceso de dosificado del segundo grupo

Según los datos de análisis de varianza realizados para los atributos obtenidos de la, tabla C.12.1(olor), tabla C.14.1(sabor) y tabla C.15.1(textura), extraídos del (Anexo C) donde se observa que $F_{cal} > F_{tab}$, por lo que se rechaza la hipótesis planteada, para un nivel de significancia de 0,05. Sin embargo, para los atributos (apariencia) tabla C.13.1 y atributo (color) tabla C.16.1, extraídos del (Anexo C) el valor de $F_{cal} < F_{tab}$, para los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis planteada para para un nivel de significancia de 0,05.

4.3.9 Prueba Tukey del segundo grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo olor

En la tabla 4.12, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey (tabla C.12.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo olor.

Tabla 4.12

Estadístico Tukey del segundo grupo para el atributo olor

Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N8-N11	4,00-3,20	0,80>0,57	Si hay diferencia
N8-N10	4,00-3,33	0,67>0,57	Si hay diferencia
N8-N9	4,00-3,53	0,47<0,57	No hay diferencia
N9-N11	3,53-3,20	0,33<0,57	No hay diferencia
N9-N10	3,53-3,33	0,20<0,57	No hay diferencia
N10-N11	3,33-3,20	0,13<0,67	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.12 se puede observar que sí existe diferencia estadística entre los tratamientos N8-N11 y N8-N10. Sin embargo, para el demás tratamiento N8-N9, N9-N11, N9-N10 y N10-N11, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de 0,05. Analizando la preferencia de los jueces, la muestra N8 se tomó como la mejor opción en cuanto olor.

4.3.10 Prueba Tukey del segundo grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo sabor

En la tabla 4.13, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey, (tabla C.14.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo sabor.

Tabla 4.13

Estadístico Tukey del segundo grupo para el atributo sabor

Tratamiento	Valor	Diferencia	Significancia
N8-N11	4,33-3,53	0,80>0,76	Si hay diferencia
N8-N10	4,33-3,60	0,73<0,76	No hay diferencia
N8-N9	4,33-3,73	0,60<0,76	No hay diferencia
N9-N11	3,73-3,53	0,20<0,76	No hay diferencia
N9-N10	3,73-3,60	0,13<0,76	No hay diferencia
N10-N11	3,60-3,53	0,07<0,76	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.13 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa en el tratamiento N8-N11. Sin embargo, para los demás tratamientos como ser: N8-N10, N8-N9, N9-N11, N9-N10 y N10-N11, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de 0,05.

4.3.11 Prueba Tukey del segundo grupo en el proceso de dosificado de nachos para el atributo textura

En la tabla 4.14 se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey (tabla C.15.4), extraídos del (Anexo C), para el atributo textura.

Tabla 4.14

Estadístico Tukey del segundo grupo para el atributo textura

Tratamientos	Valor	Diferencia	Significancia
N8-N11	4,13-3,20	0,93>0,76	Si hay diferencia
N8-N10	4,13-3,33	0,80>0,76	Si hay diferencia
N8-N9	4,13-3,67	0,46<0,76	No hay diferencia
N9-N11	3,67-3,20	0,47<0,76	No hay diferencia
N9-N10	3,67-3,33	0,34<0,76	No hay diferencia
N10-N11	3,33-3,20	0,13<0,76	No hay diferencia

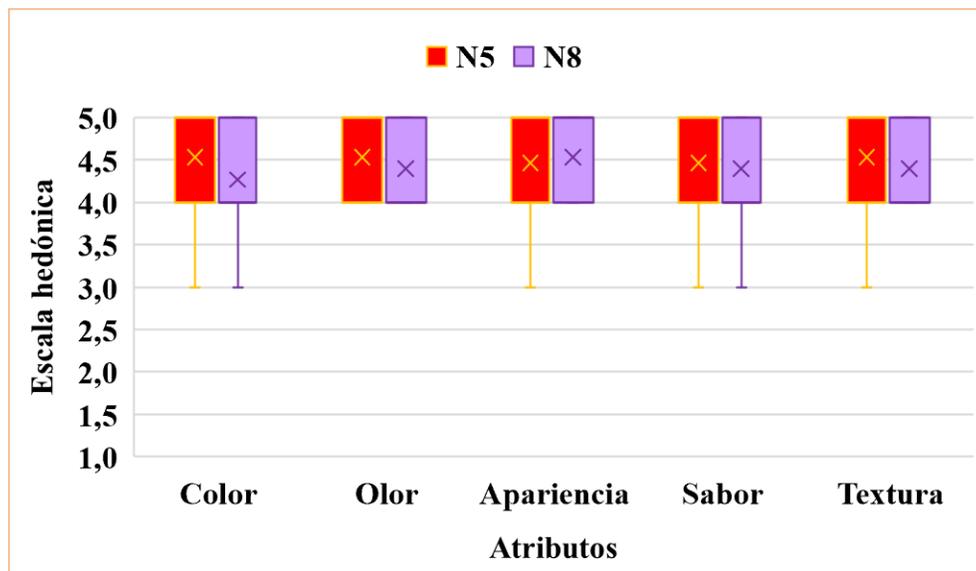
Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 4.14 se puede observar que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos N8-N11 y N8-N10. Sin embargo, para los demás tratamientos como ser: N8-N9, N9-N11, N9-N10 y N10-N11, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de 0,05.

Realizando los análisis estadísticos y tomando en cuenta que la muestra de mayor agrado de los jueces es la “N8” con una dosificación de (30% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 35% de agua), los jueces tomaron como mejor opción a esta muestra en cuanto a color, sabor, apariencia, textura y olor.

4.3.12 Análisis estadístico caja y bigote para determinar el producto final

En la figura 4.9, se muestran el estadístico caja y bigote del segundo grupo, los resultados obtenidos para los tributos: color (tabla C.16), olor (tabla C.17), apariencia (tabla C.18), sabor (tabla C.19), textura (tabla C.20), extraídos de (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.9: Caja y bigote para determinar el producto final

Según la figura 4.9, en base al análisis realizado de caja y bigote se observa que los puntajes más elevados calificados por los jueces en los atributos color con 4,53(N5), olor 4,53(N5), sabor con 4,47(N5) y textura con 4,53(N5) ubicados en el segundo y tercer cuartil con un 75% de la caja. Sin embargo, en el atributo apariencia la muestra

“N8” tuvo un mayor puntaje en cuanto al atributo textura con 4,53(N8) a comparación de la muestra “N5”.

4.3.13 Análisis de varianza para determinar el producto final

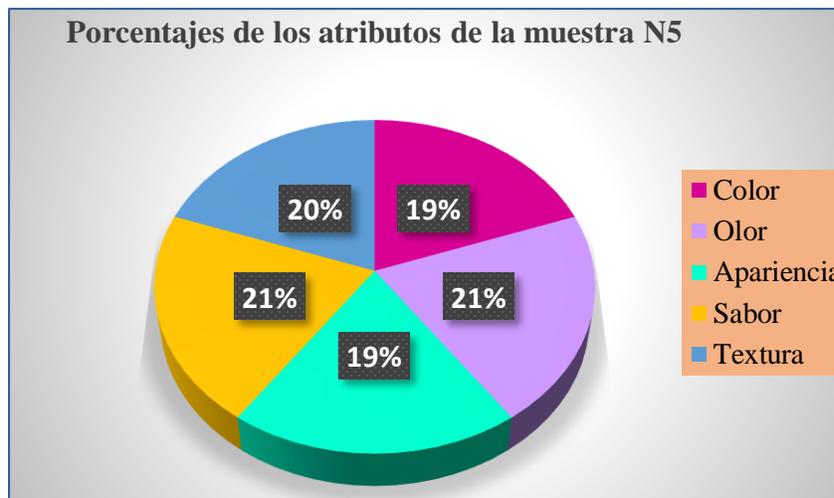
Según los datos de análisis de varianza realizados para los atributos obtenidos de la, tabla C.16.1(color), tabla C.17.1(olor), tabla C.18.1(apariencia), tabla C19.1 (Sabor) y tabla C20.1 (textura), extraídos del (Anexo C) donde se observa que $F_{cal} < F_{tab}$ para los tratamientos, por lo que estadísticamente se acepta la hipótesis planteada no habiendo así diferencias significativas entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05.

Realizando los análisis estadísticos y tomando en cuenta que la muestra de mayor agrado y preferencia para los jueces es la “N5” con una dosificación de (35% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 30% de agua), los jueces tomaron como mejor opción en cuanto a color, sabor, apariencia, textura y olor ya que esta muestra era más crujiente y de agradable sabor para los jueces.

4.3.14 Evaluación sensorial del producto final

Para valorar las propiedades organolépticas del producto terminado se procedió a realizar una evaluación sensorial del producto final “nachos con harina de amaranto aromatizada con cúrcuma”. La cual se realizó por quince jueces no entrenados en cuanto se refiere a los atributos: color, olor, apariencia, sabor y textura en base a una escala hedónica de cinco puntos (tabla C.21) extraído del (Anexo B).

En la figura 4.10 se muestra los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del producto terminado representado por un gráfico de torta para los atributos: color, olor, apariencia, sabor y textura.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.10: Resultados obtenidos de una torta del producto final

Se observa que la mayor puntuación de los jueces se da en los atributos sabor y olor con un porcentaje de 21% de aceptación a diferencia de los demás atributos que obtuvieron menor porcentaje.

Analizando la preferencia de los jueces por estos dos atributos como ser: olor y sabor se puede decir que el porcentaje de páprika influyó de alguna manera para que los jueces se sientan más atraídos por estos dos atributos.

4.3.15 Análisis de varianza para el producto final

Según los datos de análisis de varianza realizados para los atributos obtenidos de la, tabla C.21.1 extraídos del anexo C de la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma donde se observa que $F_{cal} < F_{tab}$, para los tratamientos, por lo que estadísticamente se acepta la hipótesis planteada no habiendo así diferencias significativas entre los atributos para un nivel de significancia de 0.05.

4.4 Análisis físico químico del producto terminado

Los resultados obtenidos del análisis físico químico realizado a los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma se muestran en la tabla 4.15, se realizó en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4.15

Propiedades fisicoquímicas del producto terminado

Parámetros	Valor	Unidad
Ceniza	2,61	%
Fibra	0,07	%
Grasa	17,29	%
Hidratos de carbono	63,00	%
Humedad	5,61	%
Proteína total	11,42	%
Valor energético	453,29	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2021

4.5 Análisis microbiológico del producto terminado

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico de los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma se muestran en la tabla 4.16, se realizó en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4.16

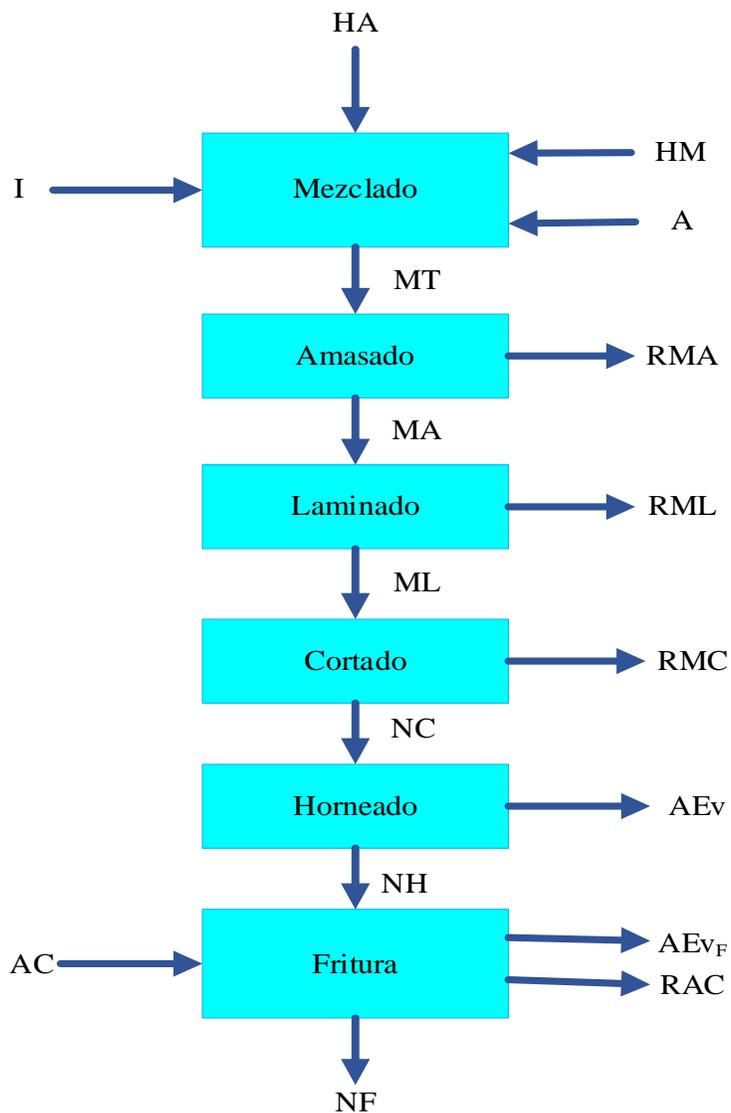
Análisis microbiológico del producto terminado

Parámetros	Métodos en ensayo	Unidades
Bacterias aerobias mesófilas	1.0×10^3	UFC/g
Coliformes totales	$<1.0 \times 10^1$	UFC/g
Mohos y levaduras	$<1.0 \times 10^1$	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25g

Fuente: CEANID, 2021

4.6 Balance de materia en el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Balance de materia en el proceso para obtener nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma, se realizó tomando en cuenta el siguiente diagrama de bloques de la figura 4.11.



Fuente: Elaboración Propia, 2021

Figura 4.11: Balance de materia en el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

Donde:

HA=Harina de amaranto (g)

HM=Harina de maíz (g)

A=Agua (g)

I=Insumos (g)

W=Fracción sólida

X=Fracción líquida

MT=Mezcla total (g)

%HMT=Porcentaje de humedad de la mezcla total

XHMT=Fracción de humedad de la mezcla total

RMA=Residuos de la masa amasada (g)

%RMA=Porcentaje de residuos de la masa amasada (g)

XRMA=Fracción de residuos de la masa amasada (g)

MA=Masa amasada (g)

%HMA=Porcentaje de humedad de masa amasada (g)

XMA=Fracción de humedad de masa amasada (g)

RML=Residuos de la masa laminada (g)

%RML=Porcentaje de residuos de la masa laminada (g)

XRML=Fracción de residuos de la masa laminada (g)

ML=Masa laminada (g)

%ML=Porcentaje de humedad de masa laminada (g)

XHML=Fracción de humedad de masa laminada (g)

RML=Residuos de la masa cortada (g)

%RMC=Porcentaje de residuos de la masa cortada (g)

XRMC=Fracción de residuos de la masa cortada (g)

MC=Masa cortada (g)

%HMC=Porcentaje de humedad de masa cortada (g)

XHMC=Fracción de humedad de masa cortada (g)

AEv=Agua evaporada en el horneado (g)

%AEv=Porcentaje de agua evaporada en el horneado(g)

XAEv=Fracción de agua evaporada en el horneado (g)

NH=Nachos horneados (g)

%HNS=Porcentaje de humedad de nachos horneados (g)

XHNS=Fracción de humedad de nachos horneados (g)

AEv_F=Agua evaporada de los nachos durante la fritura (g)

%HAEv_F=Porcentaje de agua evaporada de los nachos durante la fritura (g)

XAEv_F=Fracción de agua evaporada de los nachos durante la fritura (g)

AC=Aceite (g)

RAC=Residuos de aceite (g)

%RAC=Porcentaje de residuos de aceite (g)

XRAC=Fracción de residuos de aceite (g)

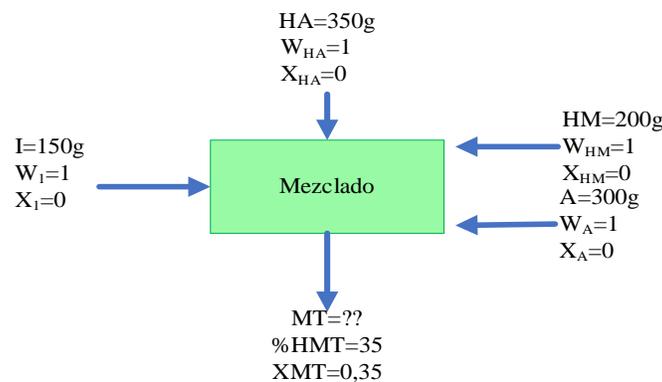
NF=Nachos fritos (g)

%HNF=Porcentaje de humedad de nachos fritos(g)

XHNF=Fracción de humedad de nachos fritos (g)

4.6.1 Balance general de materia en el proceso de mezclado

En la figura 4.12 se muestran el proceso del mezclado de la materia prima e insumos para el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.12: Proceso de mezclado

Balance general de la materia en la etapa de mezclado

$$HA+HM+A+I=MT$$

Balance por componentes sólidos la etapa de mezclado

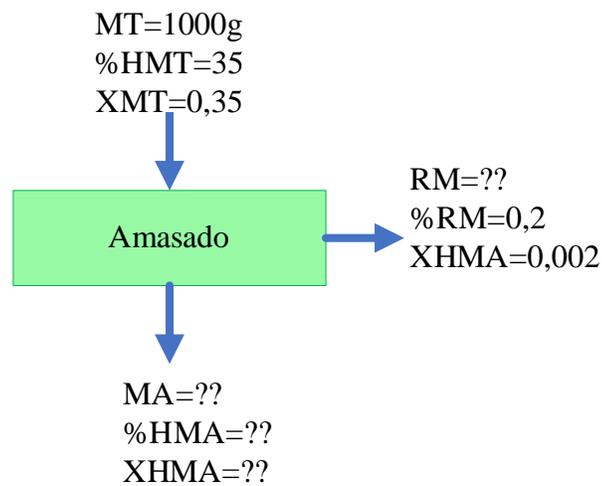
$$HA(W_{HA})+ HM(W_{HM}) +A(W_A) +I(W_I) =MT$$

$$350g * (1) +200g *(1) +300g *(1) +110g *(1) =I$$

$$MT=1000g (1kg)$$

4.6.2 Balance general de la materia en el proceso de amasado

En la figura 4.13 se muestra el proceso de amasado de la masa de los nachos; donde se tomó en cuenta el balance de pérdida de masa en las paredes del recipiente y masa durante el proceso de amasado.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.13: Proceso de amasado

Balance general de materia en etapa de amasado de la masa:

$$MT=RMA+MA$$

$$RMA=MT*(XMA)$$

$$RMA=1000g*(0,002)$$

$$RMA=2g$$

Para determinar la masa de sólido seco y masa de agua en la entrada y salida del proceso de amasado se realiza los siguientes cálculos. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

Entrada	{	$M = \frac{MT * (100 - \%Hm)}{100}$
		Masa sólido seco : $\frac{1000g * (100 - 35)}{100} = 650g$
		Masa agua: $\frac{MT * \%Hm}{100}$
		Masa agua: $\frac{1000 g * 35}{100} = 350 g$

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 M = \frac{M * (100 - \%Hm)}{100} \\
 \text{Masa sólido seco : } \frac{1000g * (100 - 35)}{100} = 650g \\
 \text{Masa agua: } \frac{M * \%Hm}{100} - \text{Pérdida RMA} \\
 \text{Masa agua: } \frac{1000 g * 35}{100} - 2g = 348g
 \end{array} \right\} \text{Salida}
 \end{array}$$

Cálculo de la masa obtenida en del proceso de amasado MA. (Amusquivar, 2000)

$$MA = \text{Masa seca} + \text{Masa de agua}$$

$$MA = 650g + 348 g = 998 g$$

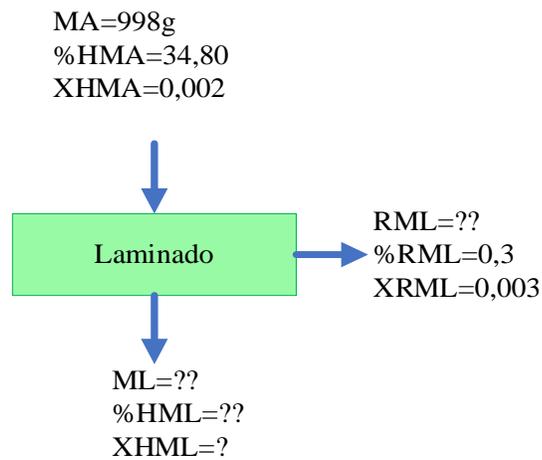
Cálculo del porcentaje de humedad de la MA. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\%HMA = \frac{\text{Masa agua de salida}}{\text{Masa total}} * 100\%$$

$$\%HMA = \frac{348 g}{1000g} * 100\% = 34,80 \%$$

4.6.3 Balance general de la materia en proceso de laminado

En la figura 4.14, se muestra el diagrama de bloque del proceso de laminado de la masa para realizar el balance de materia.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.14: Proceso de laminado

Balance general de materia en etapa de laminado de la masa

$$MA=RML+ML$$

$$MA=ML+(MA*XRML)$$

$$ML=MA-(MA*XRML)$$

$$ML=998g-(998g*0,003)$$

$$ML=995,01g$$

Cálculo de pérdidas de residuos de la masa laminada RML se aplica el siguiente planteamiento.

$$RML=MA*(XRML)$$

$$RML=998(0,003)$$

$$RML=2,99g$$

Para determinar el porcentaje de humedad en la salida del proceso de laminado se realiza los siguientes cálculos. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

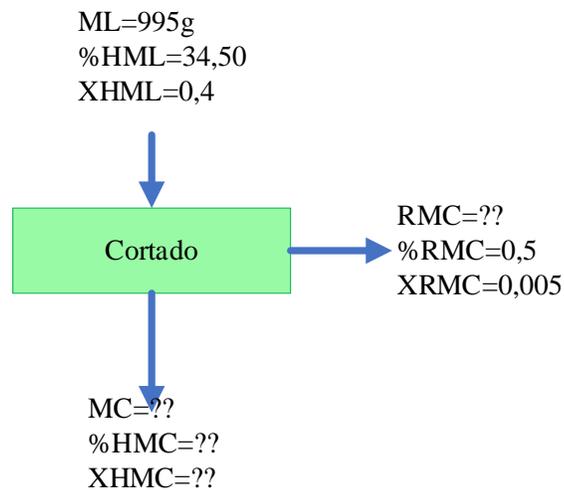
$$\begin{aligned}
 & M = \frac{M * (100 - \%Hm)}{100} \\
 \text{Salida} \left\{ \begin{aligned}
 & \text{Masa sólido seco : } \frac{995,01g * (100 - 34,80)}{100} = 648,75g \\
 & \text{Masa agua: } \frac{M * \%Hm}{100} - \text{Pérdida RML} \\
 & \text{Masa agua: } \frac{995,01 g * 34,80}{100} - 2,99g = 343,27g
 \end{aligned}
 \right.
 \end{aligned}$$

Cálculo del porcentaje de humedad de la ML. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\begin{aligned}
 \%HML &= \frac{\text{Masa agua de salida}}{\text{Masa total}} * 100\% \\
 \%HML &= \frac{343,27 g}{995,01g} * 100\% = 34,50 \%
 \end{aligned}$$

4.6.4 Balance general de materia en etapa de cortado de los nachos

En la figura 4.15, se muestra el proceso de cortado de masa de los nachos tomando en cuenta los residuos de la masa.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.15: Proceso de cortado

Balance general de materia en el proceso de cortado de la masa

$$ML=RMS+MC$$

$$ML=MC+(ML*XRMC)$$

$$MC=995,01g- (995,01g*0,005)$$

$$MC=990,03g$$

Cálculo de pérdidas de residuos de la masa cortada RMC se aplica el siguiente planteamiento.

$$RMC=MA*(XRMC)$$

$$RMC=995*(0,005)$$

$$RMC=4,97g$$

Para determinar el porcentaje de humedad en la salida del proceso de cortado se realiza el siguiente planteamiento. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\begin{array}{l}
 \text{Salida} \left\{ \begin{array}{l}
 M = \frac{MC * (100 - Hm)}{100} \\
 \text{Masa sólido seco : } \frac{990,03g * (100 - 34,50)}{100} = 648,75g \\
 \text{Masa agua: } \frac{MC * \%Hm}{100} - \text{Pérdida RMC} \\
 \text{Masa agua: } \frac{995,01 g * 34,80}{100} - 4,97g = 336,59g
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

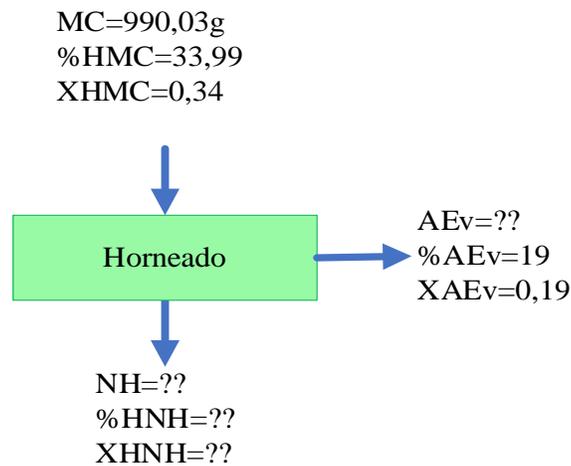
Cálculo del porcentaje de humedad de la MC. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\%HMC = \frac{\text{Masa agua de salida}}{\text{Masa total}} * 100\%$$

$$\%HMC = \frac{336,59g}{990,03g} * 100\% = 33,99\%$$

4.6.5 Balance general de la materia en proceso de horneado

En la figura 4.16, se muestra el proceso de horneado de la masa cruda de nachos para realizar el balance de materia, donde se tomó en cuenta la cantidad de agua evaporada y el contenido de humedad de los nachos horneados.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.16: Proceso de horneado

Balance general de materia en proceso de horneado de los nachos:

$$MC = AEv + NH$$

$$NH = MC - AEv$$

$$NH = MC - (MC * XA)$$

$$NH = 990,03 - (990,03 * 0,19)$$

$$NH = 801,92g$$

Cálculo de pérdida de agua evaporada AEv durante el proceso de horneado

$$AEv = NS * (XAEv)$$

$$AEv = 801,92g * (0,19)$$

$$AEv = 152,36g$$

Para determinar el porcentaje de humedad en la salida del proceso de cortado se realiza el siguiente planteamiento. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\begin{array}{l}
 \text{Salida} \left\{ \begin{array}{l}
 M = \frac{801,92 * (100 - \%Hm)}{100} \\
 \text{Masa sólido seco} : \frac{801,92g * (100 - 33,99)}{100} = 529,35g \\
 \text{Masa agua} : \frac{NH * \%Hm}{100} - \text{Pérdida AEv} \\
 \text{Masa agua} : \frac{801,92g * 33,99}{100} - 152,36g = 120,21g
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

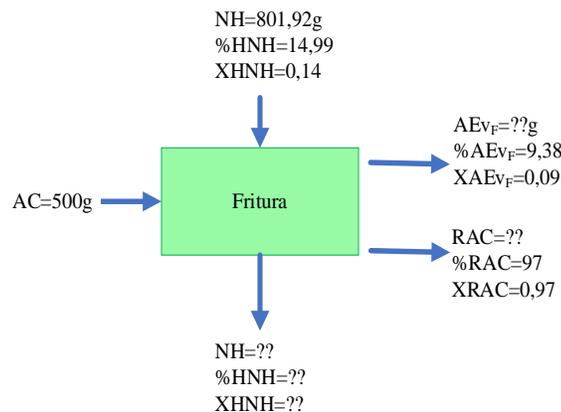
Cálculo del porcentaje de humedad de la masa ML. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\%HNH = \frac{\text{Masa agua de salida}}{\text{Masa total}} * 100\%$$

$$\%HNH = \frac{120,21g}{801,92g} * 100\% = 14,99\%$$

4.6.6 Balance general de la materia en proceso de fritura

En la figura 4.17, se muestra el proceso de fritura de los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 4.17: Proceso de fritura

Cálculo de pérdida de agua evaporada AE_{vF} en el proceso de fritura de los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

$$AE_{vF} = NH (XAE_{vF})$$

$$AE_{vF} = 801,92g (0,09)$$

$$AE_{vF} = 72,17g$$

Balance general en el proceso de fritura de los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

$$NH + AC = AE_{vF} + RAC + NF$$

$$NF = NH + AC - AE_{vF} - RAC$$

$$NF = 801,92g + 500 - 72,17g - 485g$$

$$NF = 744,75g + 85gr$$

$$NF = 829,75gr$$

Calculo para encontrar los residuos de aceite que sale del proceso de fritura.

$$RAC = AC(XRAC)$$

$$RAC = 500g (0,97)$$

$$RAC = 485g$$

Cantidad de aceite que absorbieron los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma durante el proceso de fritura.

$$ACAB = 500gr (0,03)$$

$$ACAB = 85g$$

Para determinar el porcentaje de humedad en la salida del proceso de fritura se realiza el siguiente planteamiento. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\begin{array}{l}
 \text{Salida} \left\{ \begin{array}{l}
 M = \frac{NF * (100 - \%Hm)}{100} \\
 \text{Masa solido seco : } \frac{829,75g * (100 - 14,99)}{100} = 705,37g \\
 \text{Masa agua: } \frac{NF * \%Hm}{100} - \text{pérdida AEv}_F \\
 \text{Masa agua: } \frac{829,75 * 14,99}{100} - 72,17g = 52,20g
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Cálculo del porcentaje de humedad nachos fritos. (Reklasitis & Scheneider, 1986)

$$\%NS = \frac{\text{Masa agua de salida}}{\text{Masa total}} * 100\%$$

$$\%NS = \frac{52,20g}{829,75g} * 100\% = 6,29\%$$

En el balance de materia, se puede indicar el rendimiento total en el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma por medio de la siguiente fórmula. (Chavez & Vivas, 2014)

Donde:

R: Rendimiento total del producto obtenido

Pi= Peso inicial del proceso de la materia prima e insumos

Pf= Peso final del producto obtenido

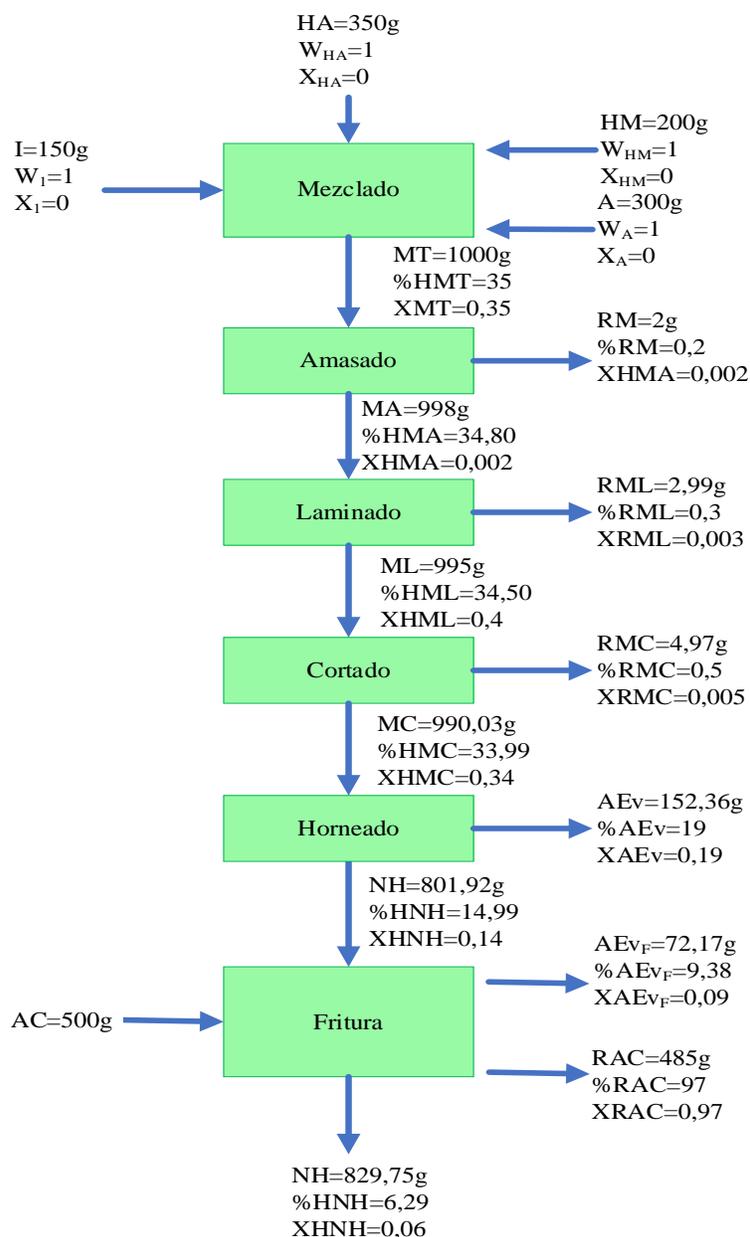
$$R = \frac{Pf}{Pi} * 100 \%$$

$$R = \frac{829,75g}{1000 g} * 100 \% = 83,01 \%$$

De acuerdo a los cálculos se tiene el 83,01 % de rendimiento en el producto obtenido nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

4.6.7 Resumen general del balance de materia del proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

En la figura 4.18, se muestra el resumen del balance de materia para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.

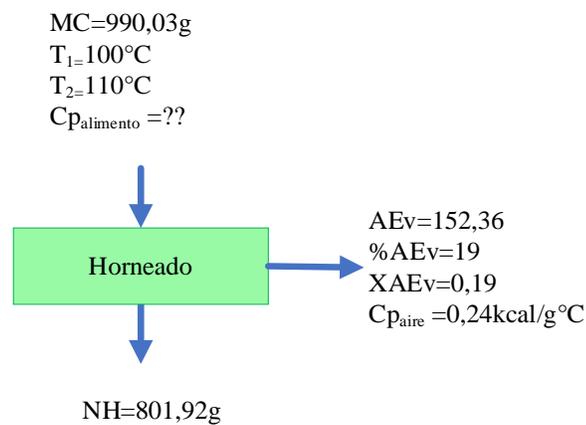


Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.18: Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

4.7 Balance de energía en el proceso de horneado de los nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma

En la figura 4.19, se muestra el diagrama de bloques del balance de energía en el proceso de horneado para obtener nachos.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.19: Balance de energía en el proceso de horneado

Para obtener la cantidad de calor necesaria para realizar el horneado de los nachos se calcularon las corrientes de calor que intervienen en el proceso como se detalla en la siguiente ecuación. (Barderas, 1994)

$$Q = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alimento}}$$

Cálculo de la cantidad de energía requerida para el agua. (Barderas, 1994)

$$Q_{\text{agua}} = m * \lambda$$

Donde:

m= Masa de agua evaporada en el proceso de horneado (kg)

Según (Tipler & Mosca, 2004), el agua a una presión de 1 atm., el calor latente de vaporización es $2.26 \text{ kJ/kg} = 540 \text{ kcal/kg}$

$$Q_{\text{agua}} = (0,19 \text{ kg}) * (540 \text{ kcal/kg})$$

$$Q_{\text{agua}} = 102,60 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor específico del alimento. (Barderas, 1994)

Donde:

P=Peso del alimento que entra en el proceso de horneado kg

$$C_p = \frac{P}{100} + \frac{(100 - P) * 0,2}{100}$$

$$C_p = \frac{0,99 \text{ kg}}{100} + \frac{(100 - 0,99 \text{ kg}) * 0,2}{100}$$

$$C_p = 0,21 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cálculo de la cantidad de energía requerida para el alimento. (Barderas, 1994)

Donde:

T₁=Temperatura inicial del proceso de horneado °C

T₂=Temperatura final del proceso de horneado °C

$$Q_s = m * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_s = (0,29 \text{ kg}) * (0,21 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}) * (110 - 100) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,61 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor total en el proceso de horneado. (Barderas, 1994)

$$Q_T = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alimento}}$$

$$Q_T = 102,60 \text{ kcal} + 0,61 \text{ kcal} = 103,21 \text{ kcal}$$

Cálculo de la masa del aire del proceso de horneado es dada por la siguiente ecuación.

(Barderas, 1994)

Donde:

$C_{p_{\text{aire}}}$ = Calor específico del aire 0,24 Kcal/kg°C. (Pita, 2013)

$$Q_T = m_{\text{aire}} * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$m_{\text{aire}} = \frac{Q_T}{(T_2 - T_1) * C_p}$$

$$m_{\text{aire}} = \frac{103,31 \text{ kcal}}{(110 - 100)^\circ\text{C} * 0,24 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}^\circ\text{C}} = 43,04 \text{ kg}$$

Cálculo del calor requerido en el proceso de horneado

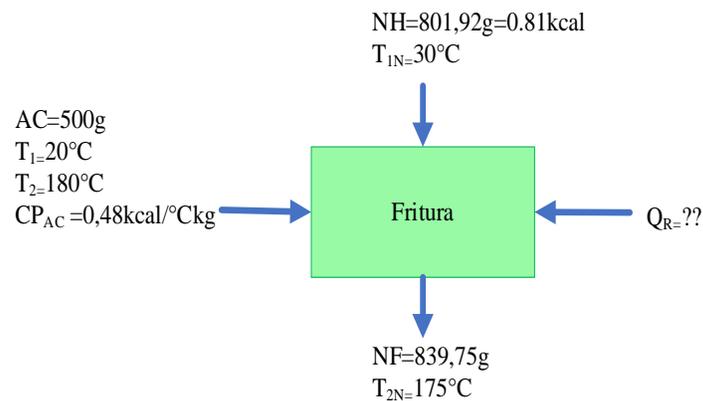
$$Q = m_{\text{aire}} * C_{p_{\text{aire}}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q = 43,04 \text{ kg} * 0,24 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} (110-100)^\circ\text{C}$$

$$Q = 103,30 \text{ Kcal}$$

4.7.1 Balance de energía en el proceso de fritura

En la figura 4.20, se muestra el diagrama de bloques del balance de energía en el proceso de fritura para obtener nachos.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4.20: Balance de energía en el proceso de fritura

Donde:

Q_R =Calor requerido por el sistema (kcal)

m =masa de los nachos que entra en el proceso de fritura (kg)

C_{pN} =Capacidad calorífica de los nachos ($\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$)

T_{1N} =Temperatura inicial de los nachos($^\circ\text{C}$)

T_{2N} =Temperatura final de los nachos ($^\circ\text{C}$)

Q_1 =Calor requerido en los nachos (kcal)

m_{AC} =masa del aceite (kg)

C_{pAC} = Calor específico del aceite $0,48 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$. (Chavez & Vivas, 2014)

T_{AC} = Temperatura final del aceite ($^\circ\text{C}$)

T_{AC} = Temperatura inicial del aceite($^\circ\text{C}$)

Q_2 =Calor requerido en el aceite (kcal)

m_{SHF} =masa del sartén de hierro fundido (kg)

C_{pSHF} =Capacidad calorífica del sartén de hierro fundido $0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}^\circ\text{C}$. (FM, 2014)

T_{2SHF} = Temperatura final del sartén ($^\circ\text{C}$)

T_{1SHF} = Temperatura inicial del sartén($^\circ\text{C}$)

Q_3 =Calor requerido en el sartén (kcal)

Cálculo del calor específico de los nachos. (Barderas, 1994)

$$C_{pN} = \frac{P}{100} + \frac{(100 - P) * 0,2}{100}$$

$$Cp_N = \frac{0,81 \text{ kg}}{100} + \frac{(100 - 0,81 \text{ kg}) * 0,2}{100}$$

$$Cp = 0,20 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cálculo del calor requerido para los nachos (Barderas, 1994)

$$Q_1 = m_N * Cp * (T_{2N} - T_{1N})$$

$$Q_1 = 0,80 \text{ kg} * 0,20 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (175 - 30) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 116 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor requerido para el aceite en el proceso de fritura. (Barderas, 1994)

$$Q_2 = m_{\text{aceite}} * Cp_{\text{aceite}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 0,50 \text{ kg} * 0,48 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (180 - 20) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 38,40 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor requerido para el sartén. (Barderas, 1994)

$$Q_3 = m_{\text{SHF}} * Cp_{\text{SHF}} * (T_{2\text{SHF}} - T_{1\text{SHF}})$$

$$Q_3 = 1600 \text{ kg} * 0,14 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (100 - 21) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 17696 \text{ kcal}$$

Cálculo de calor requerido por el sistema en el proceso de elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma. (Barderas, 1994)

$$Q_R = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_R = 116 \text{ kcal} + 38,40 \text{ kcal} + 17696 \text{ kcal}$$

$$Q_R = 17850,4 \text{ kcal}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Según los resultados del análisis fisicoquímico de la harina de amaranto presenta: ceniza 2,54%, fibra 2,96%, grasa 7,67%, hidratos de carbono 68,59%, humedad 4,12%, valor energético 359,87 kcal/100gr y calcio 124 mg.
- ✓ Según el análisis estadístico de caja y bigote para determinar la muestra preliminar para los atributos: color con (4,13), olor (4,07), apariencia (4,13), sabor (4,2) y textura 2,4, analizando la preferencia de los jueces se tomó como mejor opción la muestra N2 (Nachos sabor a paprika), por ser la mas aceptada en los estadísticos de caja y bigote, con un valor de medianas en cada uno de sus atributos: color con 4,13(N2), olor con 4,07(N2), apariencia con 4,13(N2), sabor con 4,2(N2) siendo N2 la muestra de nachos con paprika. Realizando el estadístico Tukey para cada atributo existiendo diferencias significativas de 0.05.
- ✓ Según el diseño experimental 2³ en el proceso de dosificado, se pudo observar que existe evidencia significativa de 0.05 para los factores: ya que factor “A” (porcentaje de harina de amaranto), $F_{cal} (27,10) > F_{tab} (5,32)$; factor “B” (porcentaje de harina de maíz), $F_{cal} (16,02) > F_{tab} (5,32)$ y factor “C” (Porcentaje de agua), $F_{cal} (65,33) > F_{tab} (5,32)$. En base a los análisis estadísticos obtenidos, se puede decir que estos factores afectan e incide en el porcentaje de humedad de la masa cruda y por lo tanto en el porcentaje de humedad del producto final. No existiendo evidencia significativa de 0,05 para los demás factores analizados.
- ✓ En base al estadístico caja y bigote en el proceso de dosificado del primer grupo, la mediana mejor valorada por los jueces fue en el atributo sabor y textura con 4,33(N5) (35% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 30% de agua), realizando el estadístico Tukey para cada atributo existiendo diferencias significativas de 0.05.

- ✓ En base al estadístico caja y bigote en el proceso de dosificado del segundo grupo, la mediana mejor valorada por los jueces fue en el atributo sabor 4,33(N8) (30% de harina de amaranto, 15% de harina de maíz y 35% de agua). realizando el estadístico Tukey para cada atributo existiendo diferencias significativas de 0.05.
- ✓ Aplicando el estadístico caja y bigote para determinar el producto final se tomó como muestra ganadora según la mediana mejor valorada por los jueces en cuanto a los atributos color, olor y textura con 4,53 (N2). Realizando el análisis de varianza se observó que $F_{cal} < F_{tal}$ para los tratamientos por lo que estadísticamente se acepta la hipótesis planteada no existiendo diferencia significativa de 0,05.
- ✓ En base a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del producto final en la valoración de los atributos, se observa que la mayor puntuación de los jueces se da en los atributos sabor y olor con un porcentaje de 21% de aceptación a diferencia de los demás atributos que obtuvieron menor porcentaje.
- ✓ Según los resultados obtenidos en el proceso de dosificación de insumos se puede establecer la formulación de “nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma” las cuales son: Harina de amaranto 35%, Harina de maíz 20%, Agua 30%, sal 1,2%, ajo en polvo 1,5%, páprika en polvo 2,7%, orégano seco 2%, manteca vegetal 2,5%, cebolla en polvo 2.5% y extracto de cúrcuma 2,6%.
- ✓ De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto terminado “nachos con harina de amaranto saborizado con cúrcuma se tiene los siguientes parámetros: ceniza 2,61 %, fibra 0,007, grasa 17,29% hidratos de carbono %, humedad 5,61 %, proteínas 11,47 y valor energético 453,29 Kcal/100g, En análisis microbiológico: bacterias aerobias mesófilas 1.0×10^3

UFC/g· coliformes totales $<1.0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $<1.0 \times 10^1$ UFC/g y salmonella Ausencia P/A/25g.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda aprovechar la abundancia cantidad de materia prima “harina de amaranto “de nuestra región implementando plantas pilotos para la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma.
- ✓ Se recomienda utilizar saborizantes y aromatizantes naturales en la elaboración de nachos con harina de amaranto.
- ✓ El amasado y la formación del laminado de la mezcla de harinas en la elaboración de nachos con harina de amaranto aromatizado con cúrcuma debe ser homogéneo, así mismo la lámina debe ser muy fina, para que al momento de someterlo al proceso de fritura sea de manera uniforme y el producto final sea más crujiente.