UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Evaluación de una mezcla farinácea de sorgo (*Sorghumn spp* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en sustitución parcial del trigo (*Triticum* durum L.) como una alternativa alimenticia en la elaboración de pastas y su influencia en las características organolépticas.

POR:

PEÑA TREJO, CLAUDIA STEFANY

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Evaluación de una mezcla farinácea de sorgo (*Sorghumn spp* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en sustitución parcial del trigo (*Triticum* durum L.) como una alternativa alimenticia en la elaboración de pastas y su influencia en las características organolépticas.

POR:

PEÑA TREJO, CLAUDIA STEFANY

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

Lic. PEDRO ROSARIO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO:

M. Sc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Ing. M. Sc. JULIO CESAR ORTIZ PAVÓN

DOCENTE DIRECTOR

M. Sc. SIGFREDO RAMOS CORTEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. M. Sc. OSCAR ALONSO RODRÍGUEZ GRACIAS

RESUMEN

La investigación se realizó en el período de septiembre 2021 a junio 2022, en la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de El Salvador. Se evaluó una mezcla farinácea de pasta alimenticia, utilizando ensayos en blanco y manejando 16 indicadores: 4 cualitativos y 12 cuantitativos, para conocer las mejores características organolépticas y nutricionales.

La investigación pretendió evaluar y elaborar una alternativa de alimento para ofrecer una alternativa en calidad, inocuidad y nutrición. Se dispuso de materias primas y equipos, para elaborar la pasta alimenticia en forma de tallarín seco. El sorgo y maíz fueron la materia prima utilizados y se evaluaron visualmente para mantener el control de calidad en color, olor, humedad, daño al grano y partículas extrañas, para disponer de harina de calidad. Para la prueba de aceptación, se contó con un panel no calificado, una muestra de tallarín y una muestra de marca comercial.

Para el análisis de los resultados se aplicó la prueba estadística chi-cuadrado y aceptabilidad, obteniendo información confiable de atributos cualitativos y cuantitativos. Posteriormente se realizó un cálculo teórico de composición nutricional para etiqueta de alimentos y análisis socioeconómico para la fórmula que mejores características presentó. Se tomó los mejores resultados, de las mezclas farináceas sorgo y maíz en sustitución parcial del trigo en la elaboración de pasta alimenticia, que permitió la comparación del valor nutricional.

La pasta para tallarines con sustitución parcial del 20% y 30% de trigo, por la mezcla farinácea de sorgo y maíz, es aceptada y bien calificada en su sabor, textura, color, olor y permitiendo un enriquecimiento nutricional y ofrecer un producto semejante a una comercial.

Las diferentes fórmulas en sus cantidades de sustitución, si afectan el producto final y su nivel de aceptación; debido a que entre mayor sea la sustitución y el grosor se percibió más la mezcla de harinas y no era aceptada por el consumidor. siendo estos atributos factores a tomar en cuenta en la calidad y aceptación del alimento.

Palabras claves: farinácea, sorgo, maíz, sustitución parcial, pasta de tipo tallarín, análisis de aceptabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi universidad, por haberme permitido formarme en ella, estando agradecida con todas las personas que fueron parte de este proceso, de la manera directa o indirecta, mil gracias a todos, porque han sido apoyo con su aporte, que hasta el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi carrera universitaria.

Agradezco a mi familia y amigos que fueron mis mayores promotores durante este proceso académico, mi principal apoyo y motivador para cada día sin tirar toalla.

Este es un momento muy especial que espero, perduré en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi tesis; a ellos les agradezco con todo mi ser.

Por último, pero no menos importante, estoy agradecida de manera especial al Ing. Sigfredo Ramos por su capacidad para guiarme, por su paciencia, no solo por su aporte en el desarrollo de esta investigación, sino por su calidad de persona en mi formación como ingeniero.

Claudia Stefany Peña Trejo

INDICE

1. Introducción. 1

2. Antecedentes. 1

3. Planteamiento del problema y justificación. 2

4. Marco teórico. 3

4.1 Origen 3

4.2 Definición de pasta alimenticia 4

4.3 Clasificación de pastas alimenticias 4

4.4 Designación de las pastas alimenticias 6

4.5 Fortificación de pasta alimenticia 6

4.6 Elaboración de pasta alimenticia 8

4. 6.1 Descripción del proceso de elaboración de pasta alimenticia 8

4.6.2 Descripción del proceso de elaboración de harina de sorgo 11

4.6.3 Descripción del proceso de elaboración de harina de maíz. 13

4.6.4 Especificaciones técnicas de las pastas alimenticias 14

4.6.5 Especificaciones sensoriales 15

4.6.6 Criterios microbiológicos 16

4.6 Análisis sensorial y prueba de preferencia 17

4.7 Análisis del mercado salvadoreño de pastas alimenticias 18

4.7.1 Mercado potencial 18

4.7.2 Mercado objetivo 18

5. Hipótesis. 19

5.1 Objetivos. 19

5.1.1 Objetivo general 19

5.1.2 Objetivos específicos 19

6. Metodología. 19

6.1 Descripción del estudio 19

6.2 Metodología de campo 19
6.2.1 Recolección de materia prima, equipos e insumos 19
6.3 Ensayos en blanco 20
6.4 Elaboración de fórmulas 20
6.4.1 Análisis sensorial 27
6.5 Metodología de laboratorio 27
6.5.1 Determinación del aporte nutricional 27
6.7 Metodología estadística 30
6.8 Metodología socio-económica y ambiental 32
7. Resultados y discusión. 32
7.1 Análisis de atributos en prueba de aceptabilidad en consumidores 32
7.1.1 Análisis atributo color 33
7.1.2 Análisis atributo olor 34
7.1.3 Análisis atributo sabor 36
7.1.4 Análisis atributo textura 38
7.1.5 Análisis de factores físicos externos 40
7.2 Análisis de costos variables 42
8. Conclusiones. 43
9. Recomendaciones. 43
10. Bibliografía. 44
11. Presupuesto. 47
12. Cronograma. 48
13. ANEXO 49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferentes formas de pastas alimenticias disponibles en el mercado..... 5
Cuadro 2. Aporte nutricional en 100 g en pasta alimenticia. 7
Cuadro 3. Límites microbiológicos permitidos en pasta alimenticias..... 16
Cuadro 4. Formulaciones de mezclas farináceas trigo, maíz y sorgo. 20
Cuadro 5. Información de tabla nutricional de fórmula 20% de sustitución farinacea de trigo, maíz y sorgo..... 28
Cuadro 6. Información de tabla nutricional de fórmula 30% de sustitución farinacea de trigo, maíz y sorgo..... 29
Cuadro 7. Operatización de la hipótesis. 30
Cuadro 8. Estadística de prueba pareada o pares y prueba estadística chi-cuadrado X2. 31
Cuadro 9. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo color. 33
Cuadro 10. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo color..... 34
Cuadro 11. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo olor..... 35
Cuadro 12. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo olor..... 35
Cuadro 13. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo sabor. 36
Cuadro 14.Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo sabor. 37
Cuadro 15. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo textura. 38
Cuadro 16. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo textura. 39
Cuadro 17. Ganancia de peso en pasta seca..... 41
Cuadro 18. Costos variables de la elaboración de tallarines de harina de trigo, con sustitución parcial con mezcla de harina de maíz y sorgo..... 42
Cuadro 19. Presupuesto de ingredientes, materiales, insumos y equipo para elaboración de pasta alimenticia. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso productivo de pastas alimenticias a base de harina de trigo. 9
Figura 2. Corte transversal del grano de sorgo para verificar dureza. 11
Figura 3. Prueba de blanqueo de grano de sorgo. 12
Figura 4. Ingredientes para elaboración de pasta alimenticia. 22
Figura 5. Limpieza y lavado de maíz. 22
Figura 6. Nixtamalizado de maíz. 23
Figura 7. Secado de grano de maíz. 23
Figura 8. Mezclado de ingredientes para hacer pasta alimenticia. 24
Figura 9. Amasado de ingredientes para formar masa. 24
Figura 10. Reposado de masa para pasta alimenticia. 25
Figura 11. Aplanado de masa. 25
Figura 12. Corte de láminas de pasta alimenticia. 26
Figura 13. Secado de pasta alimenticia en forma de tallarín. 26
Figura 14. Evaluaciones promedio de panelistas de las fórmulas con mezclas farináceas. 32
Figura 15. Evaluaciones de textura en pasta alimenticia en forma de tallarines. 38
Figura 16. Contrastes de tiempo de cocción de pasta según grosor en fórmulas de mezcla farináceas de trigo, maíz y sorgo. 40

ÍNDICE DE ANEXO

A - 1. Formato de recopilación de información en evaluaciones sensoriales. 49
A - 2. Formato de recopilación de información en evaluaciones sensoriales en pasta seca. 50
A - 3. Informe de análisis de pasta alimenticia de trigo, maíz sorgo para Escherichia coli como control de calidad microbiológica. 50

1. INTRODUCCIÓN.

Los productos de pastas están elaborados de sémola de trigo, aunque recientemente con otros granos que se han utilizado para sustituir, parcialmente la sémola. El motivo de esta sustitución, puede deberse al uso de harinas alternativas que generen otras características organolépticas interesantes de calidad y modificaciones para aumentar la nutrición (SENESCYT 2010).

La adición de diferentes materias primas durante la preparación de las masas para pastas, implica cambios en los diferentes niveles del proceso de producción, trayendo consigo varios beneficios funcionales y de salud que están asociados con los diferentes compuestos nutricionales que poseen las harinas o almidones utilizados (Flores s.f.).

Hoy en día, el consumo de productos alimenticios fortificados, se está convirtiendo en una nueva tendencia. En este sentido, el presente trabajo de investigación pretende ofrecer una alternativa tecnológica y de calidad por medio de la formulación de una mezcla farinácea de sorgo y maíz, con el fin de realizar una sustitución parcial del trigo, realizar un enriquecimiento de la pasta con las propiedades nutricionales del sorgo y maíz, para lograr ser una alternativa alimenticia que aporte un mayor valor nutricional, aumentando su calidad, contra otras en el mercado.

2. ANTECEDENTES.

Las pastas alimenticias o fideos son productos que ofrecen distintas ventajas como son, su larga vida útil, bajo costo, versatilidad y diversidad de preparación, no obstante, la pasta aporta solo el 10% de los requerimientos diarios de proteína y calorías provenientes de los carbohidratos y poca o nula cantidad de otros nutrientes, agregando que la proteína de trigo es categorizada como de bajo Valor Biológico (VB), debido a que el cuerpo humano solo absorbe entre el 50% al 60% de proteína ingerida, además se aporta aminoácidos no esenciales (Azcona 2013).

En respuesta a lo anterior planteado, se puede optar por la inclusión de otros ingredientes, entre ellos los vegetales como la espinaca, tomate, hierbas, entre otros. Con el fin de incrementar los beneficios funcionales de la pasta, fortificación con adición de diferentes fuentes de fibra y proteína, almidón resistente, extractos vegetales entre otros a diferencia del trigo (Salazar 2015).

Un ejemplo de sustitución en pastas alimenticia, fue la elaboración de tallarines a base de harina de yuca, arroz y moringa en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador, con el objetivo de ofrecer un mejor contenido de proteína dado por la harina de moringa (entre 25% al 29% de proteína vegetal), con respecto a otros alimentos de origen vegetal y animal como la quínoa y la carne. Resultando una pasta alimenticia de mejor aceptación organoléptica, siendo que, 23.32 gramos de harina de yuca, 63.18 gramos de harina de arroz y 2.0 gramos de harina de moringa utilizada en la formulación es baja (de 1 a 3 gramos por cada 100 g) se adiciono proteína aislada de soya para incrementar el aporte proteico de la pasta y así mismo se adiciono el 1% de goma xantan, para simular la función que realiza el gluten en las pastas alimenticias de trigo (Anzora et al. 2019)

La Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) 2010, ha estudiado el desarrollo de nuevos productos, como tal se ha modificado en la elaboración de pan y fideos la sustitución parcial de la harina de trigo, con uso de formulaciones con el trigo nacional, cebada, maíz, quinua y harina de papa.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.

La alimentación en estos últimos años ha cambiado dentro de la población salvadoreña, esto genera no solo la demanda de productos agrícolas y agroindustriales: la papa, el maíz, el arroz, algunas hortalizas y frutas, sino al superar nuevos retos en buscar alternativas utilizando otros cereales producidos en el país para sustituir las importaciones y futura escasez de estos (SENESCYT 2010).

La producción de pasta alimenticia enriquecida, permite aprovechar la diversidad de cereales disponibles en el país, pero existe el reto en búsqueda de innovación en nuevos productos que generen nuevos mercados, competitividad, nutrición y calidad de alimento.

En El Salvador, la producción y comercialización de pasta alimenticia depende de importación de trigo mayormente provenientes de Estados Unidos, ya que, es necesario para elaborar productos tradicionales: fideos, espagueti, tallarines, macarrones, conchas y tornillos (FUNDE 2005).

Por lo tanto, uno de los principales problemas de producir pastas alimenticias, es la búsqueda de insumos en el extranjero y la falta de generación de nuevas tecnologías en fórmulas para la fabricación con visión de aprovechar la diversidad de cereales en

el país que aporten bajo contenido de grasa, alto en fibras, vitaminas y minerales; de esta manera, los cereales pueden ser aprovechados, reducir costos, mayor generación de diversidad en cultivos, información disponible, emprendimiento e innovación en alimentos (Quintero 2019). Por estas razones, el desarrollo de mezcla farinácea con sorgo y maíz para elaborar pasta alimenticia permitirá explorar alternativas alimenticias para contribuir a la seguridad alimentaria, mejora en la dieta alimenticia en la población y reducir riesgos a la salud (SENESCYT 2010).

Es por ello, que con la presente investigación se pretende sumar una contribución en resolver un problema real del país como lo es la balanza comercial negativa, con la disminución de importación de trigo y el aprovechamiento de materias primas locales para aportar al desarrollo social, económico y ambiental en corto, medio y largo plazo, a través del desarrollo del producto con mezcla de farinácea con sorgo y maíz para pasta alimenticia.

Se espera, alcanzar la creación de un nuevo producto aceptado por el consumidor, calidad, valor nutricional y generar conocimiento tecnológico; con el propósito de: desarrollar una mezcla farinácea de sorgo y maíz para la elaboración de pasta alimenticia con las características organolépticas idóneas, mediante evaluaciones sensoriales y estadísticas, el cual busca el desarrollo sostenible.

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 Origen

El origen de la pasta es muy discutido; algunos de los argumentos apuntan a los chinos como los primeros en crear pasta de forma muy fina y seca para conservarse en buen estado durante algún tiempo antes de cocinarla; otros países mencionados son asiáticos como países árabes. Pero su popularidad se generó en el siglo XI en la Edad Media en Italia para extenderse hasta España donde no obtuvo el gran apogeo como en Italia.

En la actualidad, la pasta de trigo es uno de los alimentos más consumidos, típicos y apreciados en dietas mediterráneas por ser un plato versátil, único en ensaladas, sopas o postres u otros en acompañamiento. Es uno de los alimentos que genera sustento, así como alta demanda que incentiva las mayores producciones de alimentos en combinación con otros ingredientes o granos para enriquecerlos o fortalecerlos (Rodríguez 2017).

4.2 Definición de pasta alimenticia

a) **Pasta alimenticia o fideos.** Con la denominación genérica de pasta alimenticias o fideos, se entiende los productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a una posterior desecación según su clase Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 375:2000 (NTE 2000).

b) **Pasta o fideos especiales.** Son los productos obtenidos por la mezcla de derivados del trigo y/u otras farináceas, aptas para el consumo humano, y/o adicionados otros ingredientes permitidos excepto aquellos que sean usados para enmascarar defectos físicos y sabores no deseados (NTE 2000).

4.3 Clasificación de pastas alimenticias

Las pastas alimenticias se clasifican en:

a) **Por su composición:**

1. **Pasta alimenticia con harina integral de trigo.** Producto obtenido por la deshidratación de porciones en forma variada de masa preparada con sémola de trigo duros o trigo durum (*Triticum durum)*, semolina, harina, maíz, arroz o cualquier otro cereal diferente del trigo y adicionado con harina integral de trigo. Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 67.06.01:13 (RTS 2017).
2. **Pasta alimenticia instantánea.** Pasta alimenticia con un pre cocimiento parcial o total que se utilizan en la elaboración de pastas deshidratadas (RTS 2017).
3. **Pasta con mezclas de harinas.** Elaboradas con mezclas de harinas con la adición de otras sustancias de uso permitido (SENESCYT 2010).

b) **Por su forma:**

1. **Pastas cortas.** Producto obtenido por la deshidratación de porciones en forma variada de masa preparada con sémola de trigo duros o trigo durum (*Triticum durum*), semolina, harina, maíz, arroz o cualquier otro cereal diferente del trigo y se presenta dimensiones variables y de las figuras formadas generalmente deriva su nombre, por ejemplo: canelones, codos, conchas, tornillos, marmahon, letritas, coditos, corbatitas, caracolitos, entre otros (RTS 2017).

2. **Pastas enroscadas.** Producto obtenido por la deshidratación de porciones en forma variada de masa preparada con sémola de trigo duros o trigo durum (*Triticum durum*), semolina, harina, maíz, arroz o cualquier otro cereal diferente del trigo y dispuesto en forma de madejas o nidos, por ejemplos: cabello de ángel, nidos, entre otros (RTS 2017).
3. **Pastas largas.** Producto obtenido por la deshidratación de porciones en forma variada de masa preparada con sémola de trigo duros o trigo durum, semolina, harina, maíz, arroz o cualquier otro cereal diferente del trigo y con un tamaño mínimo de 20 cm de longitud, que pueden venir en presentación cilíndrica o plana. Por ejemplo: espagueti, linguini, macarrón, fideos, tallarín, entre otros (RTS 2017).

c) Por su contenido de humedad:

1. **Pastas frescas.** Contienen un máximo de humedad de 28% y presentan características organolépticas normales (SENESCYT 2010).
2. **Pastas secas.** Son sometidas a un adecuado proceso de desecación, tienen características organolépticas normales con una humedad máxima del 14% (SENESCYT 2010).

En el cuadro 1, se detallarán las diferentes formas de pasta en sus características y dimensiones.

Cuadro 1. Diferentes formas de pastas alimenticias disponibles en el mercado.

Nombre	Características	Dimensiones (mm)
Cabello de ángel	Muy delgado y de rápida cocción	**1**
Espagueti	Alargado y con sección circular	**2.3**
Macarrones lisos y acanalados	Con forma de tubo estrecho, ligeramente curvo o recto.	**2.6** **6** **10** **4.5** **13**
Conchas	Con forma hueca	**25**
Tornillo	Formas de espirales encorvadas	**6**
Tallarines	Similares a los espaguetis, pero con sección rectangular o plana.	**1.8** **4.5** **8**

Fuente: (SENESCYT 2010).

4.4 Designación de las pastas alimenticias

Las pastas alimenticias se designan como tales por su expresión: Pastas alimenticias especificando su principal ingrediente cuando este no sea trigo, seguido de la forma de presentación, por ejemplo: “Pasta alimenticia de maíz”, “Espagueti”. La forma de presentación de las pastas y pastas para sopa podrá designarse por el nombre especifico de las formas de las unidades que la componen, se exceptúan a las pastas frescas rellenas con carne, vegetales u otros productos (RTS 2017).

4.5 Fortificación de pasta alimenticia

a) Materias primas.

Para la elaboración de las pastas alimenticias se puede utilizar las siguientes materias primas:

- **Maíz.**

El maíz o *Zea mays* es un cereal de alto contenido de hidratos de carbono de fácil digestión, es favorecedor de su fibra para digestión y reduce el colesterol. Contiene vitaminas del grupo B, B1, B3 y B9 que actúan ante el sistema nervioso; antioxidantes, beta caroteno y aporta nutrición humana los aminoácidos de lisina, triptófano, histidina, arginina, acido aspártico, treonina, serina, acido glutámico, prolina, glicina, alalina, cistina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina y fenilalanina (SENESCYT 2010). El componente quimico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72% a 73% del peso del grano (FAO s.f).

A partir del 2005, CENTA ha hecho esfuerzos para generar y ofrecer a los pequeños y medianos productores agrícolas, un cultivar de alto potencial de rendimiento y elevada calidad nutricional. En los últimos años el consumo de maíz amarillo se ha incrementado debido especialmente al impulso de pequeñas granjas avícolas familiares que utilizan grano proveniente de variedades locales o de híbridos de generaciones avanzadas. El mayor uso de maíz amarillo es para la elaboración de ensilajes o concentrados y con uso de consumo humano.

CENTA DORADO es una variedad de polinización libre de alta calidad proteica, por lo que se convierte en una fuente fácil acceso de beta-carotenos y aminoácidos esenciales tanto para alimentación humana y animal (CENTA 2011).

- **Sorgo.**

El sorgo o *Sorghum spp.* es un grano que contiene una gran cantidad de minerales y vitaminas. Por ejemplo, destacan las del grupo B (tiamina, riboflavina y niacina) y E (Sánchez 2018). Esta riqueza lo convierte en un importante alimento antioxidante, antiinflamatorias y por su contenido de taninos genera protección, además recientes estudios demuestran que pueden ser una herramienta útil en el combate contra la obesidad ya que reducen la digestibilidad. Se determinó que las variedades que no presentan taninos sobrepasan significativamente el contenido mínimo de proteína establecido por la Norma CODEX 2007 (7%), constituyendo una excelente fuente de nitrógeno, el contenido de ceniza de la mayoría de variedades cumple con lo establecido por la Norma CODEX 2007 (Máximo 1.5%) constituyendo un buen aporte de micronutrientes (CENTA 2018). El sorgo podría sustituir a la harina de trigo, al menos parcialmente. Puede ser una alternativa común para las personas celiacas, por no poseer gluten y porque aporta mayores beneficios nutritivos que el trigo (Sánchez 2018). El sorgo posee un contenido medio de almidones del 69.5% (70% a 80% del almidón es amilopectina y el restante 20% a 30% amilosa) (FAO s.f).

El CENTA promueve el uso de la harina de sorgo en la industria de la panadería y galletería, productos nixtamalizados, como espesante y otros, ya que se ha demostrado que técnica y económicamente es factible la elaboración de diversos productos, sin bajar la calidad nutricional de los mismos.

u exclusión en la alimentación no representa ningún problema. Por lo que la harina de sorgo representa una excelente alternativa para la elaboración de productos “libre de gluten” (gluten free). En otros países, el sorgo se usa para la elaboración de bebidas alcohólicas, vinos, empanizado, snack y otras formas alimenticias, según las costumbres de consumo (CENTA 2018).

- **Pasta alimenticia y su aporte nutricional**

La pasta alimenticia a base de harina de trigo, tiene un elevado contenido de carbohidratos, 100 g de pasta contiene como máximo 75 g de hidratos de carbono. Estos carbohidratos proporcionan aproximadamente unas 370 Kcal, lo que representa aproximadamente el 15% de las necesidades de una persona que desarrolle una actividad normal con algo de ejercicio físico. En el cuadro 2 se muestra el aporte nutricional de la pasta simple.

Cuadro 2. Aporte nutricional en 100 g en pasta alimenticia comercia.

Energía Kcal	Proteína (g)	Grasas (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Magnesio (mg)	Zinc (mg)
374	15	1.1	75	258	3.6	143	73

Sodio (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B6 (mg)	Ácido fólico (ug)	Azúcares (g)	Fibra (g)
7	0.5	9	5.1	0.2	4	2.60	5

Fuente: (Infoalimentación s.f.).

4.6 Elaboración de pasta alimenticia

4. 6.1 Descripción del proceso de elaboración de pasta alimenticia

Según la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) en el 2010, se considera el proceso de elaboración de pasta alimenticia para sus variedades la siguiente descripción, (Figura 1):

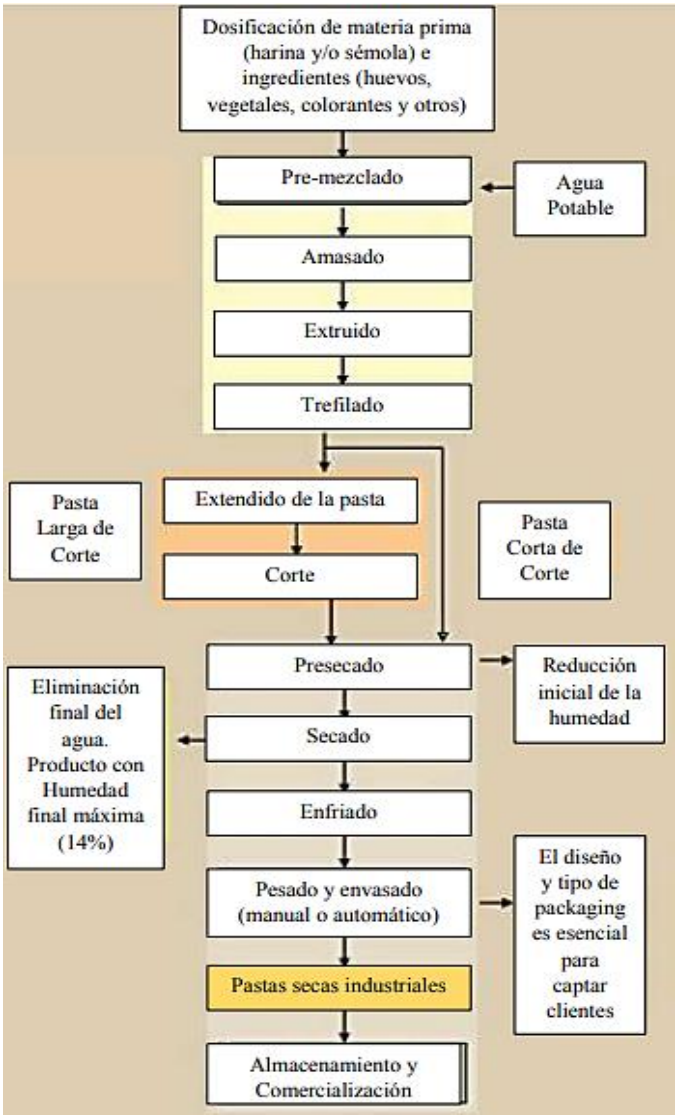


Figura 1. Proceso productivo de pastas alimenticias a base de harina de trigo. Fuente: (INE s.f.)

a) **Recepción de materias primas.** Se verifican las condiciones de humedad y temperatura que posea la materia prima, además de no poseer ningún material extraño o contaminación aparente microbiológica.
b) **Pesado.** Se dispone con la finalidad de determinar el rendimiento y delimitar las cantidades a utilizar de materia prima.
c) **Selección.** Se realiza la separación de granos de las impurezas mediante un sistema de ventilación. El objetivo es preparar al grano para facilitar la extracción del endospermo para la obtención de harina.
d) **Acondicionamiento.** Se acondicionan o remojan los granos teniendo en cuenta la humedad según el tipo de harina a fabricar y esto mejorará la separación del grano y la testa.

e) **Triturado.** El grano es fracturado para obtener un producto semi-elaborado, lo requerido para molienda de la harina a utilizar.

f) **Molienda.** Se realiza en molino nixtamal hasta obtener la finura necesaria para la harina.

g) **Tamización.** Se separa el diámetro de la partícula mediante una serie de telares específicos del tamizado hasta llegar a 150 mesh. Estos se clasifican de acuerdo a la granulometría como harina flor, harina, salvadillo y salvado.

h) **Mezclado.** Se mezclan los ingredientes hasta obtener un resultado homogéneo para garantizar las especificaciones técnicas de la pasta.

i) **Amasado.** Se adiciona la cantidad de agua prevista en la formulación; en esta fase se permite la adición de colorantes, conservantes si fuera el caso. Este proceso sirve para hacer más homogénea, uniformidad, manejabilidad y humectada la mezcla al procesar el producto. Este dependerá del tipo de harina que va alrededor de 10 a 15 minutos el amasado.

j) **Reposado.** La pasta se deja en un lugar seco, tapado para que la masa termine de absorber todo sabor y acentuarse por 30 minutos.

k) **Laminado.** En una máquina laminadora se realiza varias veces a través de dos cilindros lisos que se acercan entre sí según la medida, para obtener uniformidad del tamaño de la masa resultante, pulida y perfecta homogeneidad. El tiempo de laminado dependerá del tipo de harina: con mezclas de harinas con 20% de sustitución de harina de maíz se necesita 15 minutos, 30% de sustitución un tiempo de 17 minutos y para mezclas con el 40% unos 20 minutos;

l) **Trefilado.** La pasta laminada es introducida entre dos cilindros para darle forma de cintas largas como permita la cantidad o volumen o partida de producto como se trabaja. Se cortan los trechos según la longitud adecuada y puede darse varias formas de carácter atractivo; La pasta al ser por extrusión, es aquella en que la masa pasa por fuerza por moldes con agujeros de diferentes diseños y la máquina produce un flujo continuo para posterior cortarse a la longitud necesitada, como a la vez esta masa debe de ser más suave para reducir fricción en la máquina y evitar sobrecalentamiento de la máquina.

m) **Semi secado.** Se enfría en un lugar seco y fresco, en una estructura elevada que permita una buena ventilación a temperatura ambiente y este varía el tiempo empleado según condiciones climáticas que pueden ser 2 a 3 horas.

4.6.2 Descripción del proceso de elaboración de harina de sorgo

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA) en el 2018, se sugiere para la elaboración de harina de sorgo la siguiente descripción:

a) **Selección de la variedad.** Se puede usar tanto variedades criollas como mejoradas, tomando en cuenta sus características físicas: grano de color blanco o crema, gluma clara, endospermo suave o harinosa; y ausencia de taninos.

b) **Prueba de dureza del grano.** La dureza depende de la humedad y la estructura del grano y puede determinarse con una prueba simple, que consiste en cortar del grano por la mitad y observar la proporción de endospermo duro verso endospermo harinoso (figura 2). También se puede medir utilizando un equipo especial llamado Hardness single tester (Medidor de dureza individual).

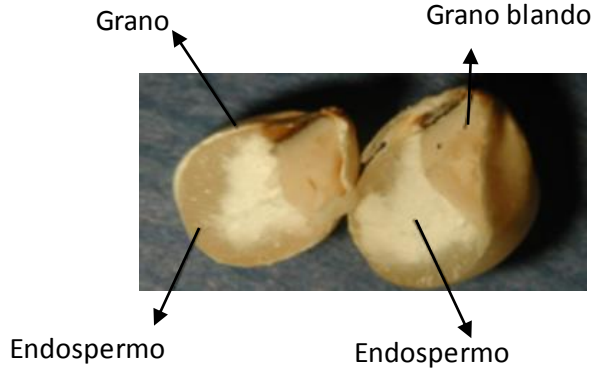


Figura 2. Corte transversal del grano de sorgo para verificar dureza.

c) **Prueba de taninos.** El contenido de taninos se puede determinar cualitativamente, mediante la prueba de blanqueo (Figura 3), que consiste en agregar al grano una solución de hipoclorito de sodio (lejía) con hidróxido de sodio, esta solución desprende el pericarpio y pigmenta la testa del grano que contiene taninos con una capa negra.

Figura 3. Prueba de blanqueo de grano de sorgo.

d) **Limpieza y lavado.** Eliminar toda clase de impurezas y materias extrañas (insectos, tierra y piedras). Una vez limpio el grano lavar con abundante agua potable.

e) **Secado.** El grano lavado y escurrido se seca al sol o en horno a una temperatura entre 60 – 80°C, removiendo el grano cada cierto tiempo, hasta que el grano esté completamente seco sin que llegue a dorarse.

f) **Molienda.** La molienda depende de los productos que se desean elaborar y del equipo que se disponga. Se recomienda el uso de molinos de discos, ya que producen los mejores resultados en cuanto a la granulometría de harinas de cereales.

g) **Tamizado.** Para obtener una harina “fina”, el 100% de la harina deberá pasar a través de un tamiz de orificios de malla de 0.5 mm de diámetro y de 1 mm para la harina “media” (Codex 2006).

h) **Enfriamiento.** Dejar enfriar la harina antes de empacar, para evitar condensación del vapor.

i) **Empaque y Etiquetado.** Empacar la harina en bolsas de polietileno de alta densidad o aluminizadas y sellar. Etiquetar como “Harina de sorgo” colocar contenido, fecha de fabricación y fecha de vencimiento.

j) **Almacenamiento.** La harina empacada debe almacenarse en un lugar fresco, seco y protegido de la luz. Teniendo en cuenta si se han cumplido las buenas prácticas de manufactura y las condiciones de almacenamiento adecuadas, la vida útil de la harina se asegura de 3-4 meses.

4.6.2.1 Control de Calidad de la Harina de Sorgo y Maíz

Para consumo humano de la harina de sorgo, es necesario cumplir con las siguientes características de calidad (CENTA 2018).

a. **Color.** El color de la harina de sorgo debe ser blanco o marfil claro, lo que se asegura con una adecuada selección del grano y remoción de la gluma.
b. **Olor.** Debe ser característico de la harina de sorgo, no debe poseer olor extraño tales como: rancio, tierra, moho, entre otros.
c. **Materia extraña.** La harina de sorgo debe estar libre de suciedad, insectos, piedras, palos y otros que representen un peligro para la salud humana.
d. **Humedad.** No debe ser mayor del 14%. Evaluar clima, duración del transporte y almacenamiento.
e. **Contenido de tanino.** El contenido de tanino de la harina de sorgo no deberá exceder del 0.3% respecto a la materia seca.
f. **Tamaño de partícula.** Mínimo el 100% de la harina deberá pasar a través de un tamiz en el cual la dimensión de los orificios de la malla sea de 0.5 mm de diámetro para la harina “fina” y de 1 mm para la harina “media”.
g. **Materiales pesados.** La harina de sorgo deberá estar exenta de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. El límite máximo admisible para el contenido de arsénico y cobre es 1.0 mg/kg.
h. **Residuos de plaguicidas y micotoxinas.** La harina de sorgo deberá ajustarse a los límites máximos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius 2006 para este producto.
i. **Calidad microbiológica.** La harina de sorgo deberá estar exenta de microorganismos y parásitos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

4.6.3 Descripción del proceso de elaboración de harina de maíz.

a) **Limpieza**. Eliminar toda clase de impurezas y materias extrañas (insectos, tierra y piedras).
b) **Lavado.** Una vez limpio el grano lavar con abundante agua potable,
c) **Nixtamalizado.** Posterior se coloca los granos de maíz en con el doble de agua a la marca de donde quedan los granos y se agrega 1 ½ cucharada de cal por cada kilogramo de maíz, removiendo de vez en cuando y terminar la cocción hasta que rompa ebullición y dejar reposar 24 horas.

d) **Lavado.** Se enjuaga el maíz con abundante agua y se fricciona con las manos hasta quitar toda la testa de maíz, posteriormente se escurre, se separa de la testa el maíz y se conserva.

e) **Secado.** El grano lavado y escurrido se seca al sol o en horno a una temperatura entre 60 – 80°C, removiendo el grano cada cierto tiempo, hasta que el grano esté completamente seco sin que llegue a dorarse.

f) **Molienda.** La molienda depende de los productos que se desean elaborar y del equipo que se disponga. Se recomienda el uso de molinos de discos, ya que producen los mejores resultados en cuanto a la granulometría de harinas de cereales.

g) **Tamizado.** Para obtener una harina "fina", el 100% de la harina deberá pasar a través del colado.

h) **Enfriamiento.** Dejar enfriar la harina antes de empacar, para evitar condensación del vapor.

i) **Empaque y Etiquetado.** Empacar la harina en bolsas de polietileno de alta densidad o aluminizadas y sellar. Etiquetar como "Harina de maíz" colocar contenido, fecha de fabricación y fecha de vencimiento.

j) **Almacenamiento.** La harina empacada debe almacenarse en un lugar fresco, seco y protegido de la luz. Teniendo en cuenta si se han cumplido las buenas prácticas de manufactura y las condiciones de almacenamiento adecuadas, la vida útil de la harina se asegura de 3-4 meses.

4.6.4 Especificaciones técnicas de las pastas alimenticias

4.6.4.1 Higiene

Para la evaluación de higiene dentro de la pasta alimenticia se deberá de aplicar el Reglamento Técnico Centroamericano de Industrias de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura.

Principios generales para evitar contaminaciones y alteraciones al momento de tomar muestras para análisis bromatológico u microbiológico. El producto debe cumplir todos los criterios y especificaciones microbiológicas establecidos de conformidad con los establecidos según la normativa Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06 (RTCA 2003).

4.6.4.2 Especificaciones físicas

Es importante llevar a cabo la determinación de la calidad de la pasta cruda ya que es el primer contacto que tiene con el consumidor y este lo relaciona directamente con la calidad culinaria que presenta la pasta. Para evaluar la calidad se tiene los siguientes parámetros:

Humedad. Las pastas alimenticias de acuerdo a sus ingredientes, debe de cumplir con los siguientes requisitos establecidos: Humedad en pasta fresca máximo de 28%, humedad en pasta seca máximo de 14% (NTE 2000).

Dureza. La pasta seca debe ser de consistencia dura con fracturas casi vítrea "o vidrio", durante la cocción las pastas deben de soportar la ebullición durante 15 minutos sin deshacerse, hasta su cocimiento pudiendo enturbiar parcialmente el agua de cocción (NMX 1980).

Tiempo de cocimiento. Es el tiempo empleado para la total gelatinización del almidón presente en la pasta (Becerra 1985).

Porcentaje de sedimentación. Es el volumen en mililitro que ocupa el sedimento de la pasta durante el cocimiento. El agua de cocción debe quedar libre de almidón, cuando más turbia, más almidón se habrá disuelto (Araya 2003). Se determina pesando el residuo del agua de cocción después de la evaporación o después de la liofilización (método de conservación.

Índice de tolerancia al cocimiento. Es el tiempo en que la pasta comienza a romperse por acción del cocimiento menos su grado de cocimiento. Cuando más resistente sea la pasta, más tardará a empezar a romperse, lo que está relacionado con una semolina de mejor calidad. La pasta debe ser resistente al exceso de cocción (Kulp 2000).

Ganancia de peso. Es la cantidad de agua absorbida por el producto durante su cocimiento. Un buen producto absorbe por lo menos el doble de su peso en agua (Becerra 1985)

Grado de hinchamiento. Los productos de buena calidad se hinchan tres o cuatro veces a su volumen original o al menos deben hincharse al doble de su volumen (García s.f.).

Al dente. Es literalmente "al diente" para los italianos, siendo punto de cocción firme, aunque no duro (Sorba, 2021)

4.6.5 Especificaciones sensoriales

a) **Aspecto.** La pasta cruda, debe tener consistencia dura, ser fuerte mecánicamente, de tal manera que conserve su tamaño y forma durante el empaque y transporte, no debe presentar agrietamiento, burbujas y al

romperse, la fractura debe ser vítrea, uniforme y sin producción de astillas. Las características de calidad de la pasta cruda se evaluarán por inspección visual. La presencia de alguno de estos factores, ocasionará que la pasta presente características de calidad culinaria indeseables, como son: altos porcentajes de sedimentación y pasta frágil principalmente (Escamilla 2001).

1. **Pasta estrellada.** Se presenta en forma de grietas en la superficie de la pasta y es el resultado de un proceso de secado deficiente. No debe exceder el 5% del total en peso de la pasta para poder ser considerada de calidad aceptable (Salazar 2000).
2. **Pasta con burbujas.** Es un producto de un proceso carente de vacío o con vacío deficiente y se presenta en forma de burbujas en las superficies de la pasta generando un producto áspero y frágil (Salazar 2000).
3. **Pasta apelmazada.** Es el resultado de un proceso de secado inadecuado lo que provoca la formación de masas sin forma de pasta (hebras) o figuras pegadas unas con otras. No debe presentarse (Salazar 2000).
4. **Color.** Debe de ser el característico del producto según su composición, color uniforme y semitransparente según la Normas Mexicanas NMX-F-023-S-1980 (NMX 1980).

b) Olor. No debe de tener olor extraño, no pasta fermentada pero cruda (NMX 1980).

c) Sabor. Debe de ser el característico del producto según su composición, exceptuando a sabores provocados o transferidos por contaminantes de tipo microbiológico y químico (SENESCYT 2010).

4.6.6 Criterios microbiológicos

Cuadro 3. Límites microbiológicos permitidos en pasta alimenticias.

Microorganismos	Pasta alimenticias sin huevo	Pasta alimenticia con huevo
Staphylococcus aureus (UFG/g)	----	**10^2**

Salmonella spp (por 25 gramos)	**----**	**Ausencia**
Escherichia coli (NMP/g)	**< 3**	**< 3**

Fuente: (RTS 2017).

La pasta alimenticia no debe contener microorganismos en número mayor a lo especificado en el cuadro 3.

4.6 Análisis sensorial y prueba de preferencia

La evaluación sensorial es el proceso en el que se utiliza los sentidos (gusto, olfato, tacto y vista) y su aplicación para determinación de la aceptabilidad de los alimentos. Por un lado, las características del alimento (composición química, nutritiva, estructura y propiedades físicas) y por otro, las de cada consumidor (genéticas, estado fisiológico y psicológico) y las del entorno que le rodea (hábitos familiares y geográficos, religión, educación, moda, precio o conveniencia de uso), influyen en su actitud en el momento de aceptar o rechazar un alimento (Angulo 2009).

Las escalas de medición se utilizan para cuantificar la información de las pruebas sensoriales. La escala de intervalos permite calificar el alimento en los valores que van de 0 a 10 o entre los números requeridos. Dado que el tipo de análisis es estadístico, la escala de medición deberá seleccionarse sólo después de haber analizado cuidadosamente los objetivos del estudio. Mencionando en la prueba de análisis sensorial el objetivo de dicha prueba, el procedimiento para la toma de muestra y cómo se calificará (Angulo 2009).

Prueba de discriminativas para determinar la magnitud de la diferencia percibida entre el par estímulo evaluado, entonces la teoría de detección de señales y de montaje permite estimar la magnitud de la diferencia a través del parámetro. Así mismo, el parámetro puede utilizarse en pruebas afectivas o preferencia para estimar la tendencia que se acepta. A fin de establecer la significación estadística de los datos con respecto a la hipótesis puede aplicarse la prueba de chi-cuadrado (Angulo 2009).

Prueba afectiva y de preferencia por pares se usa algunas veces sin la opción “no preferencia”. Esto se hace con el objetivo de analizar los datos por medio de estadística binomial. Una interpretación puede ser que los consumidores no presentan preferencia por ningún producto y aleatoriamente eligen uno y el otro el otro producto (Angulo 2009).

4.7 Análisis del mercado salvadoreño de pastas alimenticias

En un estudio de “La Canasta básica de alimentos en Centroamérica” realizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), señalo que en un grupo familiar de cinco personas, se compra 1.12 libras de pasta alimenticia en una semana, que equivale a un promedio de $19.14 al mes, indicando que el consumo per cápita de pasta alimenticia es de 4.87 kilogramos por año; teniendo en cuenta que la pasta alimenticia no es producto que forme parte de la canasta básica para los salvadoreños, pero para el 2011, el 44% de los hogares aumenta su consumo en el paso del tiempo y en la zona central del país el 51%, siendo el 48% en el área de San Salvador (Menchu et al. 2018).

4.7.1 Mercado potencial

El mercado potencial es aquel que no consume el producto, pero que tiene o puede llegar a tener la necesidad de consumirlo, como en la sección anterior se mencionó, más del 40% de la población salvadoreña consume pasta alimenticia, por tanto, el resto de la población que no consume pasta, más específicamente en el área metropolitana de San Salvador (Menchu et al. 2006).

En otra investigación, se reveló que en el área de San Salvador el 90.6% de la población son consumidores de pasta, pero los que indicaron que consumieron pasta tipo tallarín a base de otras harinas, solo fueron el 10%, el cual es mercado objetivo (Anzora et al. 2019).

4.7.2 Mercado objetivo

El mercado objetivo es el grupo de consumidores que poseen una alta posibilidad de adquirir el producto debido a que son consumidores activos de productos similares, además que poseen las características del grupo al que está dirigido el producto. El mercado objetivo de la presente investigación se ubicó en el área metropolitana de San Salvador, dirigido a una población en general, desde los 15 años, debido a que es muy variable la edad sin criterio y consumo de estos tipos de alimentos, y personas con alergias al trigo o intolerancia al gluten, además de aquellas personas que buscan alimentos alternativos a los convencionales y con iguales o mayores aportes nutricionales.

5. HIPÓTESIS.

Si, se utiliza la mezcla farinácea de sorgo y maíz en sustitución parcial del trigo en la elaboración de pasta alimenticia; esto aportará mejores características organolépticas y nutricionales en relación a una marca comercial.

5.1 Objetivos.

5.1.1 Objetivo general

Evaluar una mezcla farinácea en sorgo y maíz en comparación con un producto comercial, basados en sus características organolépticas en la elaboración de pasta alimenticia cumpliendo con los estándares de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) e inocuidad vigente.

5.1.2 Objetivos específicos

- Formular mezclas farináceas de sorgo, maíz y trigo para la elaboración de pasta alimenticias para su respectiva evaluación.
- Determinar estadísticamente cuáles fórmulas de mezcla farináceas presentan mejor aceptación de características organolépticas.
- Determinar la relación beneficio-costo en las fórmulas de mezcla farinácea que mejor presentan características organolépticas.

6. METODOLOGÍA.

6.1 Descripción del estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en San Salvador. El proyecto se realizó en el período de septiembre 2021 a junio 2022. Se utilizaron granos de sorgo y maíz que presentaron las características de un material homogéneo. Se realizó para ensayos en blanco de las diferentes fórmulas a preparar de la pasta alimenticia en tallarín seco.

6.2 Metodología de campo

6.2.1 Recolección de materia prima, equipos e insumos

La compra de materias primas, se realizó en la ciudad de San Salvador. Se utilizaron, insumos tales como achiote, sal, cal, aceite, harina de trigo extra fuerte, se obtuvieron

granos de sorgo y maíz libres de olores extraños tales como rancio, tierra, moho, entre otros; poseer una humedad no mayor a 14%.

El sorgo color blanco o crema, gluma clara, endospermo suave o harinoso; y ausencia de taninos por medio de prueba de taninos (ver figura 3) son daño visual, insectos y partículas extrañas (como se describe en apartado 4.6.2 Descripción del proceso de elaboración de harina de sorgo). En el maíz con características físicas de grano amarillo cristalino, redondeado a plano y con ausencia de daño visual, insectos y partículas extrañas; De igual forma se utilizó achote, aceite de maíz, agua potable, cal y sal; se utilizó contenedores plásticos y equipos de cocina para los procesos de producción de pasta alimenticia.

6.3 Ensayos en blanco

Se realizó corridas en blanco para determinar la posible formulación que mejores características presentaron, entre varias formulaciones realizadas, registros de datos. Fueron fechadas de forma correlativa según el día de elaboración, durante el periodo de un mes, para escribir las fórmulas de pastas alimenticias y evaluar por medio de pruebas de observación y aceptación de las características organolépticas de las fórmulas.

Las muestras se presentaron en orden aleatorio codificando cada muestra con 3 dígitos, de tal forma que cada panelista contará con un orden diferente, además el instrumento fue digitalizado para obtener los datos de forma más sistematizada, por medio de "formularios de Google".

6.4 Elaboración de fórmulas

Para esta fase se realizaron las formulaciones de forma proporcional y se seleccionaron aquellas que mostraron mejores resultados, de las muestras de pasta alimenticia en forma de tallarín seco, teniendo condiciones de temperaturas secas y tiempo homogéneos para todas las pastas alimenticias independiente y teniendo como testigo (F0) a la marca comercial. En cuadro 4 se muestra las formulaciones utilizadas los ensayos en blanco.

Cuadro 4. Formulaciones de mezclas farináceas trigo, maíz y sorgo.

Fórmula	Ingrediente	Medidas	Proporción %	Total
F5	Harina de trigo extra fuerte	80 gr	**80**	**100**
	Harina de maíz amarillo	5 gr	**5**	
	Harina de sorgo	5 gr	**5**	
	Aceite vegetal de maíz	8 gr	**8**	
	Achiote en polvo	1 gr	**1**	

	Sal común	1 gr	**1**	
F4	Harina de trigo extra fuerte	70 gr	**70**	**100**
	Harina de maíz amarillo	10 gr	**10**	
	Harina de sorgo	10 gr	**10**	
	Aceite vegetal de maíz	8 gr	**8**	
	Achiote en polvo	1 gr	**1**	
	Sal común	1 gr	**1**	
F3	Harina de trigo extra fuerte	60 gr	**60**	**100**
	Harina de maíz amarillo	15 gr	**15**	
	Harina de sorgo	15 gr	**15**	
	Aceite vegetal de maíz	8 gr	**8**	
	Achiote en polvo	1 gr	**1**	
	Sal común	1 gr	**1**	
F2	Harina de trigo extra fuerte	50 gr	**50**	**100**
	Harina de maíz amarillo	20 gr	**20**	
	Harina de sorgo	20 gr	**20**	
	Aceite vegetal de maíz	8 gr	**8**	
	Achiote en polvo	1 gr	**1**	
	Sal común	1 gr	**1**	
F1	Harina de trigo extra fuerte	40 gr	**40**	**100**
	Harina de maíz amarillo	25 gr	**25**	
	Harina de sorgo	25 gr	**25**	
	Aceite vegetal de maíz	8 gr	**8**	
	Achiote en polvo	1 gr	**1**	
	Sal común	1 gr	**1**	

De forma tal que el producto final cumpla con las Buenas Prácticas de Manufactura, calidad, inocuidad y características organolépticas:

a) **Recepción de materias primas.** Se verificaron las condiciones de humedad y temperatura de la materia prima, además se seleccionaron los granos para evaluación visual de daño, tamaño, color y olor homogéneos. En la figura 4 se muestra como se preparó el grano para facilitar la extracción del endospermo para la obtención de harina.

Figura 4. Ingredientes para elaboración de pasta alimenticia.

b) **Pesado.** Se realizó según las fórmulas las cantidades a utilizar de materia prima.

c) **Limpieza y selección.** Se eliminaron los granos que no cumplieron con las características deseadas de un buen grano sano; en la figura 5 visualiza aquellos granos sin daño visual, buen tamaño, color y olor homogéneos.

Figura 5. Limpieza y lavado de maíz.

d) Lavado de grano de maíz. En la figura 6 se ilustra los granos de maíz se lavaron en agua potable, para posterior el maíz llevar a nixtamalizado y se elimina el excedente de humedad en maíz para el secado en horno secador con por 24 horas a 60 – 80 °C.

Figura 6. Nixtamalizado de maíz.

e) Preparado de grano de sorgo. La figura 7 muestra después de terminado el secado de maíz, se seleccionó los granos de sorgo, se lavan y se elimina el excedente de humedad el sorgo para ser secado por 24 horas a 60 – 80 °C.

Figura 7. Secado de grano de maíz.

f) **Triturado.** Los granos son fracturados para obtener un producto semi-elaborado hasta llegar lo requerido para la molienda de la harina a utilizar.

g) **Molienda.** Se realiza en molino nixtamal hasta obtener la finura necesaria para la harina.

h) **Tamización.** Se separa el diámetro de la partícula mediante una serie de telares específicos del tamizado hasta llegar a 150 mesh). Estos se clasifican de acuerdo a la granulometría como harina flor, harina, salvadillo y salvado.

i) **Mezclado.** Se deja un cuenco en medio de la mezcla de harinas, como se representa en la figura 8 para incorporar los ingredientes y se realiza un movimiento envolvente hasta obtener un resultado homogéneo para garantizar las especificaciones técnicas de la pasta.

Figura 8. Mezclado de ingredientes para hacer pasta alimenticia.

j) **Amasado.** Se adiciona la cantidad de agua 40 gr aproximadamente extra de la formulación; En la figura 9 se muestra el proceso sirve para hacer más homogénea, uniformidad, manejabilidad y humectada la mezcla al procesar el producto. Esto dependerá del tipo de harina que lleva alrededor de 5 a 10 minutos el amasado.

Figura 9. Amasado de ingredientes para formar masa.

k) **Reposado.** En la figura 10 se observa la pasta se deja en un lugar seco, tapado para que la masa termine de absorber todo sabor y acentuarse por 30 minutos.

Figura 10. Reposado de masa para pasta alimenticia.

l) **Laminado.** En la figura 11 en una máquina laminadora Fuller Machinery, se realiza varias veces el aplanado, para obtener uniformidad del tamaño de la masa resultante y homogénea.

Figura 11. Aplanado de masa.

m) **Trefilado.** La pasta laminada es introducida como se muestras en la figura 12, entre dos cilindros para darle forma de cintas largas y delgadas del tallarín (entre 1.8, 4.5 o 8 mm. (Cuadro 1) de cortes de pasta) como permita la cantidad de la pasta pasar por la máquina Fuller Machinery de acero inoxidable, con frente de 24 cm sin la manija, con un alto de 14 cm, profundo 18 cm, rodillos para hacer pasta de máximo 17 cm de ancho. Se corta con máquina los trechos según la longitud adecuada para su posterior secado.

Figura 12. Corte de láminas de pasta alimenticia.

n) **Secado.** Para un secado se utilizó un deshidratador de alimentos Cuisinar, se dejo por 3 horas a temperaturas de 45°C para obtener un producto estándar. Como se muestra en la figura 13, se enfría el producto luego en un lugar seco y fresco por 10 minutos antes de empacar o utilizar.

Figura 13. Secado de pasta alimenticia en forma de tallarín.

o) **Cocción de pasta.** Se coloca una olla pequeña a media con capacidad de 1.89 litros, llenando hasta la mitad de su capacidad 0.95 litros con agua potable y una pizca de sal, se deja de 7 a 15 minutos para su cocción.

6.4.1 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en un panel no entrenado o consumidores, quienes probaron la pasta alimenticia. Los participantes consumieron tallarín una vez a la semana o mes con el fin que conozcan sabores y características del tallarín. Las características de la población o consumidores fueron ambos sexos, edades mínimas de 15 años, sin distinción de estrato social, ni ciudad de residencia. Posterior, se proporcionó un instrumento de recolección para evaluar las pastas en forma de tallarín de mezcla farinácea de sorgo, maíz y trigo; Para la evaluación de las fórmulas a través de sus características organolépticas con respecto a una muestra comercial, calificaron por medio de escala numérica de 1 al 10 con un círculo para marcar el valor.

Se estableció un instrumento diseñado para conocer las preferencias de aceptabilidad de un público (Anexo A1), se utilizó las fórmulas evaluadas como muestra para tallarín preparado, en comparación con una comercial. Con esta información que identifica las muestras, los datos se analizaron para llegar a la elección de aquella muestra que presentó las mejores características organolépticas, procesando los datos de forma estadística y calculando teóricamente su contenido nutricional.

6.5 Metodología de laboratorio

6.5.1 Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico, se envió muestra de media libra en pasta alimenticia del 20% de sustitución parcial del trigo, al laboratorio LECC el control de calidad microbiológica en *Escherichia coli*. Se obtuvo un alimento aceptable microbiológicamente, ya que se presentó <3 NMP/g de *Escherichia coli.* en los análisis realizados como se muestra en anexo 2.

6.5.2 Determinación del aporte nutricional

Se evaluó el aporte nutricional de las mezclas farináceas por el método indirecto a partir de tabla de composición de alimentos (Cuadro 5). El tamaño de porción y la etiqueta nutricional con base a tablas CODEX, FDA, RTCA y MINSAL. Se buscó los alimentos que componen el tallarín, en este caso: sorgo, maíz, trigo, sal, achiote, aceite, agua. Se llenó cuadro 5 y 6 de información, teniendo los siguientes resultados.

Cuadro 5. Aporte nutricional en 100 g en pasta alimenticia comercial.

Energía Kcal	Proteína (g)	Grasas (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Magnesio (mg)	Zinc (mg)
374	15	1.1	75	258	3.6	143	73

Sodio (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B6 (mg)	Ácido fólico (ug)	Azúcares (g)	Fibra (g)
7	0.5	9	5.1	0.2	4	2.60	5

Fuente: (Infoalimentación s.f.).

Cuadro 6. Información de tabla nutricional de fórmula 20% de sustitución farinácea de trigo, maíz y sorgo.

Ingredientes	Energía Kcal	Proteína (g)	Grasa (g)	Saturada (g)	Trans (g)	Monoin (g)	Polins (g)	Colesterol (g)	Hidratos de carbono (g)	Sodio (mg)
Harina de trigo	288.80	9.58	1.33	0.19	0.00	0.11	0.58	0.00	58.02	1.60
Harina de maíz amarillo	18.05	0.35	0.19	0.03	0.00	0.05	0.09	0.00	3.84	0.25
harina de sorgo	17.10	0.44	0.16	0.02	0.00	0.05	0.07	0.00	3.82	0.30
Aceite de maíz	70.72	0.00	8.00	1.04	0.00	2.21	4.37	0.00	0.00	0.00
achiote	3.88	0.10	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
Sal común	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	387.58

Fuente: (Elaboración propia).

Cuadro 7. Información de tabla nutricional de fórmula 30% de sustitución farinácea de trigo, maíz y sorgo.

Ingredientes	Energía Kcal	Proteína (g)	Grasa (g)	Saturada (g)	Trans (g)	Monoin (g)	Polins (g)	Colesterol (g)	Hidratos de carbono (g)	Sodio (mg)
Harina de trigo	252.70	8.39	1.16	0.17	0.00	0.10	0.51	0.00	50.77	1.40
Harina de maíz amarillo	36.10	1.04	0.58	0.08	0.00	0.15	0.26	0.00	11.53	0.75
harina de sorgo	34.20	1.32	0.48	0.07	0.00	0.15	0.21	0.00	11.45	0.90
Aceite	70.72	0.00	8.00	1.04	0.00	2.21	4.37	0.00	0.00	0.00
achiote	3.88	0.10	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
Sal común	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	387.58

Fuente: (Elaboración propia).

Se tienen todo el peso utilizado para la creación de pasta en forma de tallarín y el peso total, teniendo en cuenta que es recomendado pesar los ingredientes al inicio y luego pesar el producto terminado. Para terminar con cálculos con regla de tres y conocer su contenido teórico aproximado de la pasta en forma de tallarín.

Según los resultados, se obtuvieron mejoras significativas al aporte nutricional de las fórmulas que más aceptaron los consumidores. Siendo más evidente en el aporte proteico.

6.7 Metodología estadística

En el análisis de las variables cualitativas y cuantitativas de campo y laboratorio (Cuadro 7) se hizo uso de estadística descriptiva y estadística estándar (Cuadro 8) teniendo al público de ambos géneros, con características de cualquier extracto social, con conocimiento y consumo de productos similares a los tallarines o pastas alimenticias sin distinción de edades, teniendo las características anteriores la muestra será de con 80 consumidoras finales; Sin embargo, se determinó por cuestiones de manejo realizar un muestreo en grupo focal con 5 catadores semi entrenados.

Cuadro 8. Operatización de la hipótesis.

Hipótesis	**Variables**	**Indicadores**
Se utiliza la mezcla farinácea de sorgo y maíz en sustitución parcial del trigo en la elaboración de pasta alimenticia; esto aportara mejores características organolépticas y nutricionales en relación a una marca comercial.	X=Fórmulas con mezclas de farináceas de cereales.	X_1= Formula 0= Testigo (Comercial). X_2= Fórmula 1 - 40% trigo y 50% mezcla (25% sorgo, 25% maíz y 10% otros ingredientes). X_3= Fórmula 2 – 50% trigo y 40% mezcla (20% sorgo, 20% maíz y 10% otros ingredientes). X_4= Fórmula 3 – 60% trigo y 30% mezcla (15% sorgo, 15% maíz y 10% otros ingredientes). X_5= Formula 4 – 70% trigo y 20% mezcla (10% sorgo, 10% maíz y 10% otros ingredientes). X_6= Formula 5 – 80% trigo y 10% mezcla (5% sorgo, 5% maíz y 10% otros ingredientes).
	Y=Características organolépticas. Y= Factores físicos externas.	Y_1= Aspecto. Y_2= Color. Y_3= Olor. Y_4= Sabor. Y_5= Humedad. Y_6= Dureza.

		Y_7=Tiempo de cocimiento. Y_8= Porcentaje de sedimento Y_9= Índice de tolerancia al cocimiento. Y_{10}= Ganancia de peso. Y_{11}= Grado de hinchamiento Y_{12}= *E. coli.*
	Y= Factor Microbiológico	

Para las variables cuantitativas se hará uso de estadística simple (pruebas de descremación por pares) la cual permitirá estimar y diferenciar el comportamiento de las diferentes fórmulas relacionadas a las características organolépticas se realizará con chi-cuadrado X^2. Dentro de las pruebas de discriminación por pares permitirá estimar, percibir diferencias y describir el comportamiento entre formulas relacionadas a las características organolépticas.

Cuadro 9. Estadística de prueba pareada o pares y prueba estadística chi-cuadrado X^2.

Prueba de comparación por pares	Tamaño de muestra	Prueba estadística
Se representan 2 muestras (marca comercial y propuesta) de forma aleatoria.	Para la muestra se define el error tipo alfa y beta, sucesivamente la diferencia que se desea encontrar del 0.05 es moderada.	$X^2cal= \left[\frac{(\lvert O_1-E_1\rvert)^2-0.5}{E_1}\right]+\left[\frac{(\lvert O_2-E_2\rvert)^2-0.5}{E_2}\right]$
Representación gráfica: AB BA	Error tipo α (5-100%) Error tipo β (5-10%) Nivel de significancia= 5%	Siendo: O_1= Cantidad de elecciones correctas observadas. E_1= Cantidad de elecciones correctas esperadas (np) P= 0.500 n= Total de observaciones recibidas por los panelistas o jueces. O_2= Cantidad de elecciones incorrectas observadas. E_2= Cantidad de elecciones incorrectas esperadas (nq) P=0.500 n= Total de observaciones recibidas por los panelistas o jueces.
Hipótesis nula= H_0: A=B Hipótesis alterna= H_1: A≠B Probabilidad= $P\alpha = \frac{1}{2} = 50\%$ $P\beta = \frac{1}{2} = 50\%$ (por azar) Significancia: 5%	$N = \frac{Z_\alpha\sqrt{Pq}+Z_\beta\sqrt{P_a q_a}}{P-Pa}$ Siendo: Z_α= 1.65 (5% de una cola) P= Probabilidad de aciertos en una prueba. q= Probabilidad de rechazo en la prueba. Z_β= 1.65 (5% de una cola) P_a= C + P(1-C) C= 25% esperados de aciertos. P= Probabilidad de aciertos q_a= 1-P_a	

6.8 Metodología socio-económica y ambiental

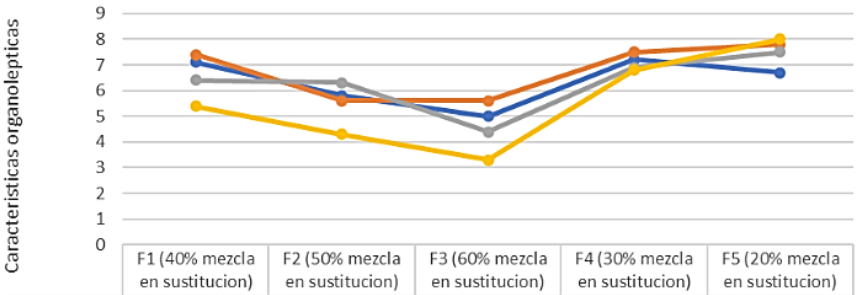
Para el análisis económico de los datos se realizó un análisis de costos, tomando en cuenta costos variables en producción de tallarines con sustitución parcial de harina trigo, en una mezcla de harina de maíz y sorgo. además de los ingredientes: aceite vegetal de maíz, achiote en polvo y sal común. estos con su respectiva presentación en paquete y papel poliestireno cómo envoltorio, para la elaboración de 1 libra de tallarines en húmedo para su respectivo secado posterior. Se compararon las fórmulas seleccionadas que mejor fueron aceptadas por el consumidor para encontrar aquella fórmula que sea de menor costo.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

7.1 Análisis de atributos sensoriales en prueba de aceptabilidad en consumidores

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se utilizó un instrumento (A1), en el cual se presentaron las fórmulas a ser evaluada en comparación a una marca comercial, en cuanto a características de: color, olor, sabor y textura, con el fin de determinar la formulación más aceptable.

Para ellos se necesitó 5 panelistas semi entrenados, los cuales fueron seleccionados entre los docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Dando como resultados las siguientes valorizaciones promedios:



	F1 (40% mezcla en sustitucion)	F2 (50% mezcla en sustitucion)	F3 (60% mezcla en sustitucion)	F4 (30% mezcla en sustitucion)	F5 (20% mezcla en sustitucion)
Color	7.1	5.8	5	7.2	6.7
Olor	7.4	5.6	5.6	7.5	7.8
Sabor	6.4	6.3	4.4	6.9	7.5
Textura	5.4	4.3	3.3	6.8	8

Figura 14. Evaluaciones sensoriales promedio de panelistas de las fórmulas con mezclas farináceas.

La figura 14, muestra que la sustitución parcial del 60% de harina de trigo, presenta menor calificación promedio en aceptación, mientras que las sustituciones de 20% y 30% presentan mayor calificación relativamente; siendo la de 20% la de mejor aceptación; Es decir que, a mayor sustitución del trigo, en las formulaciones, mayor es la perceptibilidad de sabores por la combinación de harinas de sorgo y maíz. También es evidente.

7.1.1 Análisis atributo color

Al realizar la prueba pareada con su respectiva prueba estadística chi-cuadrado X^2, para sustitución de 20% y 30% en color, con los respectivos datos siguientes presentados en el cuadro 9:

Cuadro 10. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo color.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para color			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	6 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1-p)} = \frac{((6 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 34.53$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el color en combinación de ambas harinas en fórmula de sustitución parcial al 20%, puede genera una pérdida de atractivo con respecto a una pasta comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

Cuadro 11. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo color.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para color			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	7 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((7 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 19.58$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el color en la sustitución de 30%, de ambas harinas se percibe cambios con respecto a una pasta comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

La característica organoléptica color, se encontró que, a mayor porcentaje de sustitución de harinas de trigo por sorgo y maíz, menor presencia de “amarillosidad”, ésta característica es dada por la presencia del trigo mezclado con un poco de achiote, siendo este último el menos favorable en formulaciones de mayor sustitución. Se contrasta (Azcona 2013), a mayores sustituciones, ciertas harinas predominar en su color por ser el trigo un “absorbente” y versátil en mezclas hasta la más leve variación de color.

7.1.2 Análisis atributo olor

En la prueba pareada o pares con su respectiva prueba estadística chi-cuadrado X^2, para sustitución de 20% y 30% en olor, en el cuadro 11 con los respectivos datos siguientes presentados:

-Cuadro 12. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo olor.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para olor			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	8 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((8 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 8.85$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el olor vario entre pasta comercial, a la de fórmula de 20% de sustitución parcial y los consumidores finales consideran cómo otra pasta alimenticia comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

Cuadro 13. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo olor.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para olor			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	7 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((7 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 19.58$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el olor en la sustitución de

30%, se encuentran diferencias con respecto a una pasta comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

Se puede decir de la característica organoléptica olor, existe una dominancia a maíz en sustituciones mayores a 30%; teniendo que la harina de maíz tiene un olor más profundo comparado la harina de trigo, ya que los panelistas percibieron un olor a "masa o tortilla de maíz", puesto que al momento de calificar la comparación con pasta comercial, era evidente que no se asociaba la pasta en prueba con una pasta comercial, dejando la posibilidad de no tener aceptación por un consumidor final si se lleva estas fórmulas superiores a 30% de sustitución con maíz y sorgo. La harina de trigo, tiene la facilidad de adaptarse con otras harinas (Azcona 2013) y esta a su vez puede tener efectos positivos como negativos en dar protagonismo a otros olores (Anzora et al 2019).

7.1.3 Análisis atributo sabor

En la prueba pareada con su respectiva prueba estadística chi-cuadrado X^2, en el cuadro 13 para sustitución de 20% y 30% en sabor, con los respectivos datos siguientes presentados:

Cuadro 14. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo sabor.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para sabor			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	8 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p(1-p)} = \frac{((8 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 8.85$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el sabor es diferente en fórmula de 20% de sustitución parcial, a una pasta comercial; se encuentran diferencias significativas en una pasta con sustitución parcial con respectos a una pasta alimenticia comercial, nivel de confianza del 95% en los resultados.

Cuadro 15.Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo sabor.

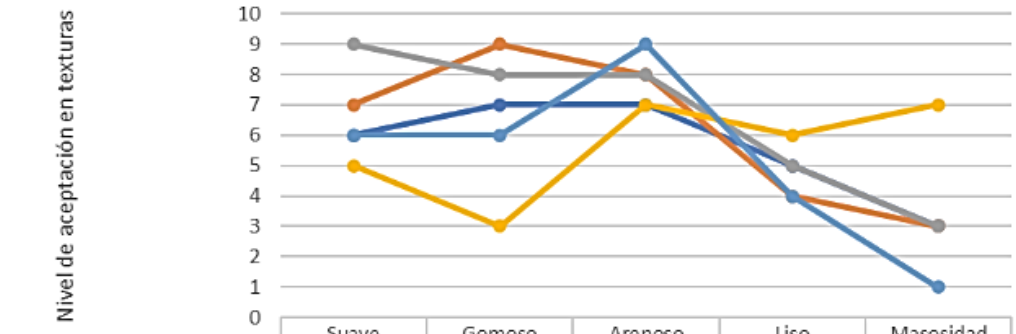
Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para sabor			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	7 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((7 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 19.58$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el sabor en la sustitución de 30%, es diferente a una pasta comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

Para la característica organoléptica sabor, resultó mayor evidente el cambio en aquellas fórmulas que tuvieran una sustitución mayor a 30% de harina de trigo; a su vez también se consideró evaluar grosores de pasta, obteniendo como resultado que, sí afectaron directamente en el sabor y la percepción del maíz y sorgo; ya que se observó a mayor grosor de pasta, mayor acentuaron el sabor o realce de los ingredientes sustitutos (Rodríguez 2017). Los panelistas encontraron mejor gusto en aquellas pastas con un grosor considerablemente fino para degustar y asociar la una pasta en evaluación respecto a una pasta comercial.

7.1.4 Análisis atributo textura



	Suave	Gomoso	Arenoso	Liso	Masosidad
F1 (40% en sustitución)	6	7	7	5	3
F2 (50% en sustitución)	7	9	8	4	3
F3 (60% en sustitución)	9	8	8	5	3
F4 (30% en sustitución)	5	3	7	6	7
F5 (20% en sustitución)	6	6	9	4	1

Figura 15. Evaluaciones de textura en pasta alimenticia en forma de tallarines.

Dentro de la característica organoléptica textura (Figura 5), se encontraron diferentes atributos, siendo el atributo más resaltante “arenosidad”, dureza y “masosidad”, siendo “lisa y suave” texturas variables en las muestras, pero no en un aspecto negativo para el paladar, sino más bien punto de referencia a la semejanza de una pasta alimenticia comercial.

En la prueba pareada con su respectiva prueba estadística chi-cuadrado X^2, en el cuadro 15 se muestra para sustitución de 20% y 30% en sabor, con los respectivos datos siguientes presentados:

Cuadro 16. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para atributo textura.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 20% con maíz y sorgo para textura			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	10 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)\text{^}2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((10 - 10 * 1) - 0.05)\text{^}2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 0.0053$$

Estadísticamente (X^2 exp) es menor que (X^2 tab), existe igualdad significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, textura en fórmula de 20% de sustitución parcial se percibió una diferencia con respecto pasta alimenticia comercial, nivel de confianza del 95% en los resultados.

Cuadro 17. Datos de la prueba estadística para tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para atributo textura.

Tallarines de harina de trigo con sustitución parcial de 30% con maíz y sorgo para textura			
Cantidad de panelistas	5	n=	10 (total de juicios)
% hombres	75	Xi=	6 (juicios correctos)
% mujeres	25	p=	0.05 (probabilidad de azar
Rango de edades	15 + años	Repeticiones=	2
Total de juicios	10	X^2 tabs=	3.84
Juicios correctos	6	GL=	1
Juicios incorrectos	4		
Probabilidad de azar	0.05		

$$X^2exp = \frac{((Xi - n * p) - 0.05)^2}{n * p\,(1 - p)} = \frac{((6 - 10 * 1) - 0.05)^2}{10 * 0.05 * (1 - 0.05)} = 34.53$$

Estadísticamente (X^2 exp) es mayor que (X^2 tab), existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05; es decir, el sabor en la sustitución de 30%, se nota la diferencia a una pasta comercial, tenemos un nivel de confianza del 95% en los resultados.

Se considera que existieron factores que influenciaron, como el grosor que permitió acentuar la dureza y arenosidad; otro fue la harina de maíz que entre mayor sea la sustitución, arriba del 20% dentro de la fórmula; mayor textura. La “masosidad” se obtuvo y se asemeja a una “tortilla de maíz” al masticar.

En cuanto a la textura se encontró evidencias que el grado de finura de la harina de sorgo puede haber influenciado en las formulaciones en general, teniendo en cuenta que la harina de sorgo fue la más similar en cuanto a finura de molienda a la harina de trigo que fue utilizada y por tanto se considera que contribuyo a obtener una pasta alimenticia similar a una comercial (Azcona 2013) (Azcona et al 2019)

Por otra parte, la harina de sorgo no se acentuó u resalto su sabor dentro de la pasta alimenticia, tampoco se observó un cambio de color grisaseo o similar característico a

su harina; Se encontró un olor leve dulce dentro de las formulaciones de mayor a 30% de sustitución y no fue percibido como invasivo o poco apetitoso al paladar.

7.1.5 Análisis de factores físicos externos

Para los factores de análisis: humedad y grosor en la pasta alimenticia, se midieron con diferentes grosores, misma temperatura y tiempo en todas las formulaciones; para evitar tener variaciones. La primera formulación fue un grosor de 4.5 mm aproximadamente a temperatura de 45°C por un tiempo de 3 horas; debido a que el grosor fue mayor a una presentación comercial, su parte interna no se secó por completo y tendía hacerse más "masosa" la pasta al cocerse. Posteriormente se fue reduciendo el grosor gradualmente, pasando por las medidas de 4.5 mm, 3 mm, 2 mm a 1.8 mm; teniendo cómo último grosor 1.8 a 2 mm aproximadamente a 45°C por 3 horas, teniendo mucho menos "crudos" o partes no secas. Sin embargo, todavía falta una buena transparencia del producto; por lo tanto, se consideró realizar nuevamente muestras con 6 horas de secado a una misma temperatura, obteniéndose favorables resultados en cuanto a cristalización correcta de la pasta, más parecida a pasta comercial en forma de tallarín.

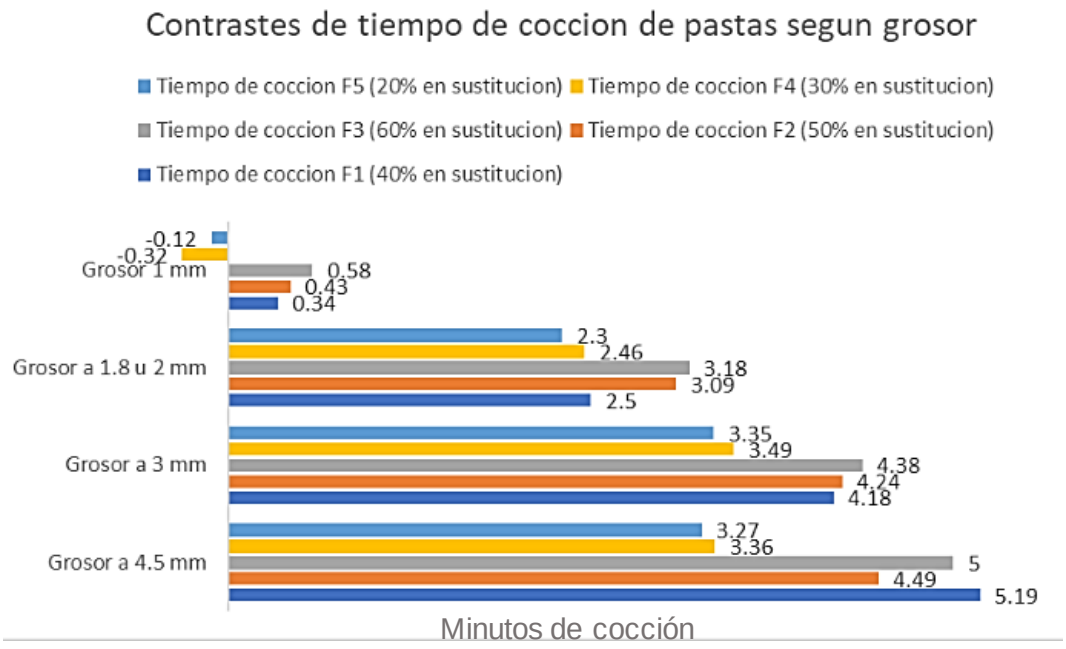


Figura 16. Contrastes de tiempo de cocción de pasta según grosor en fórmulas de mezcla farináceas de trigo, maíz y sorgo.

Se puede observar en la figura 6, que el tiempo de cocción según el grosor de la pasta y fórmula en estudio en pasta menores a 3 mm de grosor, se tardan en promedio de 4.32 min a 0.45 minutos, se tiene partiendo de 5 minutos aproximadamente que puede

tardar una pasta tipo tallarín normalmente en cocinarse, siempre y cuando mantenga la misma cantidad de agua y temperatura en la olla.

Al obtener una textura blanca, se observó un desprendimiento de partículas durante la cocción de la pasta; entre más tiempo permanecía en cocción, se observó mayor era la generación de sedimento por desprendimiento en la pasta.

Para aquellas fórmulas con mayor sustitución de harina de trigo por harina de sorgo y de maíz presentaron mayor turbidez en el agua durante la cocción, comparada con aquellas formulaciones de menor sustitución, es decir de 30%, 20% y sin sustitución.

Otro factor que se logró identificar, fue el índice de tolerancia al cocimiento, que se encontró correlacionada con el de tiempo de cocción; entre mayor sea el tiempo de cocción de una pasta, menor será su índice de tolerancia, es decir, entre más se exponga una pasta alimenticia en calor de agua, menor será su dureza cómo pasta y mayor será su facilidad de desmoronamiento.

A mayor tiempo de contacto entre las pastas y agua caliente, se observo el aumentado de su hidratación, generando ablandamientos y por ende mayor desmoronamiento y agua turbia por acumulación de sedimento por lo blando de la pasta realizada.

Cuadro 18. Ganancia de peso en pasta seca.

Pesos en humedo de formulas		20% SyM		30% SyM		40% SyM		50% SyM		60% SyM	
Peso en seco de formulas		Peso en pasta cocida									
20% SyM	Peso en seco (14% aprox humedad)	14%	2.80 gr								
		1.39 gr	1.40 gr								
30% SyM				14%	2.86 gr						
				1.42 gr	1.44 gr						
40% SyM						14%	2.88 gr				
						1.41 gr	1.47 gr				
50% SyM								14%	2.82 gr		
								1.38 gr	1.44 gr		
60% SyM										14%	2.85 gr
										1.39 gr	1.46 gr

En el cuadro 17, se observa la ganancia de peso en la pasta seca puesta en cocción, seleccionadas de modo aleatorio para su posterior pesaje, resultando en un aproximado de 1.44 gr de peso adicional en la pasta, es decir, casi el doble de peso; se toma en cuenta que estás pasta se dejaron el punto al dente (Sorba, 2021); para que fuera una muestra lo más homogénea posible y reducir el error de una sobre hidratación o

desprendimiento de pasta en su momento de cocción para tener una muestra más entera.

7.2 Análisis de costos variables

En cuadro 19, se aprecia la comparación de los costos variables entre las dos fórmulas seleccionadas que mejor fueron evaluadas por el consumidor, estos se basaron en la producción de 1 libra de tallarines de trigo con sustitución parcial con mezcla de harina de maíz y sorgo. Las fórmulas incluyen, aceite vegetal de maíz, achiote y sal común, se le adiciono el costo de la cantidad requerida para completar dichas fórmulas.

El costo variable para producir tallarines fue de $1.21 a $1.20 por paquete de presentaciones de 250 gramos en comparación de $1.45 de paquete comercial de tallarines en presentación de 250 gramos. Se observó una considerable reducción en los costos variables debido a la adición de harina de maíz y sorgo, reduciendo la cantidad de harina de trigo en el producto.

Cuadro 19. Costos variables de la elaboración de tallarines de harina de trigo, con sustitución parcial con mezcla de harina de maíz y sorgo.

Insumos	Unidad	Cto. Unitario ($)	Cantidad (1 libra)	Fórmulas		
				Comercial	F4 (30%)	F5(20%)
Harina de trigo fuerte	Libras	0.80	0.80	-	0.56	0.64
Harina de maíz amarillo	Libras	1.20	1.20	-	0.12	0.06
Harina de sorgo	Libras	0.60	0.60	-	0.06	0.03
Aceite vegetal de maíz	Botella	6.45	0.80	-	0.01	0.01
Achiote	Gramos	28.00	0.20	-	0.01	0.01
Sal común	Gramos	0.15	0.10	-	0.01	0.01
Paquete	Caja 25	5.00	0.20	-	0.40	0.40
Bolsa de polipropileno	Paquete 50	0.02	0.04	-	0.04	0.04
Total costo/ 2 paquetes con 250 g				**$2.90**	**$1.21**	**$1.20**
Total costo/ paquete con 250 g				**$1.45**	**$0.61**	**$0.60**

En la utilización de harina de maíz y sorgo, cómo sustituyente parcial del trigo en la elaboración de tallarines pudo reducir significativamente los costos de los tallarines, siendo este factor a considerar al momento de realizar las fórmulas. Pero se debe de tomar en cuenta que los tallarines de trigo tienen costos de producción, transporte y otros que generan ese valor final del paquete. En cambio, la sustitución parcial con la mezcla de harina de maíz y sorgo, es una alternativa para enriquecer y diversificar los productos en el mercado, puede llegar aumentar su precio para el consumidor final; Sin embargo, esto puede generar una mayor demanda en mercado y se produzcan a mayor escala para verse un beneficio mayor. La fórmula que representó menor costo fue F5: sustitución del 20% de harina de sorgo y maíz (US$ 1.20) y el de mayor costo fue F4: sustitución del 30% de harina de sorgo y maíz (US$ 1.21) y por unidad de 250 gramos (US$ 0.61).

8. CONCLUSIONES.

La pasta para tallarines con sustitución parcial del 20% y 30% de trigo, por la mezcla farinácea de sorgo y maíz, fueron mejor aceptadas como calificación mínima de 6 y bien calificada de 10 sensorialmente, en cuanto a su sabor, textura, color, olor y permitiendo ofrecer un producto semejante a una comercial.

El aporte nutricional de las formulas 20% y 30% seleccionadas, en comparación a una muestra de pasta comercial, se obtuvo una mejora significativa en cuanto a su contenido proteico.

Las diferentes fórmulas en sus cantidades de sustitución, si afectan el producto final y su nivel de aceptación; debido a que entre mayor sea la sustitución y el grosor se percibía más la mezcla de harinas y no era apetitoso para el consumidor. siendo estos factores a tomar en cuenta en la calidad y aceptación del alimento.

Dentro de las formulaciones la F5 con 20% de sustitución, tubo menor costo, en comparación a F4 con sustitución del 30%, dando una diferencia de US$0.01 entre ambas y US$0.61 de diferencia por unidad de 250 gramos.

En la formula elaborada con sustitución parcial de trigo aceptada, es un alimento aceptable microbiológicamente, presentando <3 NMP/g de *Escherichia coli*, teniendo un control de calidad microbiológico.

9. RECOMENDACIONES.

Evaluar el efecto de la mezcla farinácea de sorgo y maíz en la elaboración de pasta alimenticia, realizando un estudio de vida útil acelerado, con el fin de determinar cómo influyen estas harinas en la vida de anaquel.

Se recomienda evaluar la mezcla farinácea con variedades de sorgo más específicas; en la posibilidad utilizar maquinaria más especializada en elaboración de pasta alimenticia, para conocer su influencia en características organolépticas.

Se puede utilizar una fórmula de estudio, como fórmula testigo. Esto para tener punto de comparación, a posteriores investigaciones con sustituciones parciales de trigo en pasta alimenticia.

Usar una goma cómo aditivo viscoso en la pasta alimenticia con mezcla farinácea de sorgo y maíz en sustitución parcial del trigo, por haber presentado cierta reducción de viscosidad que negaba con cierta medida su estabilidad y elasticidad en sustituciones mayores a 30%.

Puede sustituirse la clase de aceite y el achiote de colorante en la pasta alimenticia, por otros según sea su elección y conveniencia.

Se recomienda a productores y cooperativas que al producir maíz amarillo y sorgo generan mayor diversidad en granos y no solo destinada alimentación en ganado. Generando mayor potencial de demanda de producción, comercio nacional y reducir la cantidad de importaciones.

Aplicar buenas prácticas de manufactura para obtener un producto inocuo y de calidad con o sin aditivos, que generen la reducción de la actividad del agua y evitar proliferación de microorganismos u hongos.

Determinar el contenido de humedad (aw) en las fórmulas de mezcla farináceas de sorgo y maíz para la sustitución parcial de trigo, que permita la comparación del comportamiento en relación al tiempo de almacenamiento y fórmula utilizada, la vida de anaquel.

10. BIBLIOGRAFÍA.

Angulo, O; O´ Mahony, M. 2009. Las pruebas de Preferencia en Alimentos Son Más Complejas de lo Imaginado (en línea). Caracas, Venezuela. Consultado 16 sep. 2019. Disponible en: ;ÑLÑL;;ÑLM Mhttp://www.redalyc.org/pdf/339/33911542006.pdf

Anzora. M; Mejia, L; Monge. S. 2019. Diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harina de yuca (*Manihot esculenta*), Arroz (*Oryza sativa*) y Moringa (*Moringa oleífera*). Ingeniero de Alimentos. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 1-342.

Araya, H; Pak, N; Alviña, M. 2003. Digestion rate of legume carbohydrates and glycemic index of legume-based meals. Jornal of Food Science. 54: 119-126 p.

Azcona, Á; Sierra, J; López, L; Ruperto, M. 2013. Manual de nutrición y dietética. La nutrición en la red (en línea). Madrid, España. Consultado 23 feb. 2021. Disponible en: https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/

Becerra, A. 1985. Estudio del efecto de la uniformización de tamaño de particular de la semolina sobre los atributos de calidad de la pasta alimenticia, forma spaguetti. Químico en Alimentos. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-129.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova"). 2011. CENTA DORADO: Variedad de maíz amarillo de alta calidad proteica, para grano o forraje) (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 21 jul. 2021. Disponible en http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/BROCHURE%20CENTA%20DORADO.pdf

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova"). 2018. Cultivo de Sorgo (*Sorghum bicolor,* L. Moench) (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 12 feb. 2021. Disponible en http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Sorgo%202019.pdf

CODEX (Código de alimentación). 2006. de Alimentos, Especificaciones (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pasta alimenticia). Organización Mundial de la Salud; Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Washington D.C., Estados Unidos. 3 p.

CODEX (Código de alimentación). 2006. Norma del CODEX para los fideos instantáneos.

CODEX (Código de alimentación, Roma). 2007. CODEX ALIMETARIUS: Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteicos Vegetales. Organización Mundial de la Salud; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 125 p.

Escamilla, E. 2001. Métodos para evaluar la calidad de trigo cristalinos (triticum durum) semolinas y pastas alimenticias. Química en Alimentos. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-222.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. Composición química y valor nutritivo (en línea). Roma, Italia. Consultado 16 feb. 2021. Disponible en http://www.fao.org/3/t0395s/t0395s03.htm#:~:text=Fuente%3A%20Poey%20et%20al.,1979.&text=El%20componente%20químico%20principal%20del,ciento%20del%20peso%20del%20grano.&text=El%20polímero%20amilopectina%20también%20consiste,75%20por%20ciento%20del%20almidón.

Flores, M; Vera, N; Lira, A; Martini, J. s.f. La sustitución parcial o total de sémola de trigo en las pastas y su valor nutricional (en línea). Estado de Hidalgo, México. Consultado 12 sep. 2019. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icap/n6/m1.html

FUNDE (Fundación Nacional para el Desarrollo, El Salvador). 2005. Alternativas para el desarrollo: El Salvador: Granos básicos en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 25 ago. 2019. Disponible en http://www.repo.funde.org/426/1/APD-93-I.pdf .

García, M. s.f. Tecnología de los Cereales (en línea). Granada, España. Consultado 27 feb. 2021. Disponible en: https://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf

Infoalimentación. s.f. Propiedades nutricionales de la pasta (en línea). Madrid, España. Consultado 22 jul. 2021. Disponible en: https://www.infoalimentacion.com/cereales/propiedades_nutricionales_pasta.htm

INE (Instituto Nacional del Emprendedor). s.f. Flujo del proceso Productivo y Escalas de Producción de Pasta Alimenticias (en línea). Ciudad de México, México. Consultado 23 feb. 2021. Disponible en: http://www.contactopyme.gob.mx/cpyme/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=40&giro=1&ins=833

Kulp, K. 2000. Handbook of Cereal Science and Technology. Segunda Edición. New York, Estados Unidos. Marcel Dekker. 1-762. 9.9.2.

Menchu, M.T., Méndez, H. 2018. Análisis de situación alimentaria en El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 23 jul. 2021. Disponible en: http://www.sdgfund.org/sites/default/files/ISAN_ESTUDIO_El%20Salvador_Analisis%20Situacion%20Alimentaria-INCAP.pdf

MINSAL (Ministerio de Salud, Chile). 2006. Cuaderno de ejercicios para desarrollar etiquetas nutricionales de alimentos (en línea). Santiago, Chile. Consultado 08 mar. 2021. Disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0E5D44E22B71773B05257C4A0021EE91/$FILE/Cuaderno_ejercicios_etiquetado.pdf

NMX (Normas Mexicanas). 1980. Normas Mexicanas: Pasta de Harina de Trigo y/o Semolina para Sopa y sus Variedades. NMX-F-023-S-1980. Ed. act. Ciudad de México, México. 6 p.

NTE (Norma Técnica Ecuatoriana). 2000. Norma Técnica Ecuatoriana: Pasta Alimenticia o Fideos. Requisitos. NTE INEN 1 375:2000. Quito, Ecuador. 11 p.

Quintero R. 06 may. 2019. La importancia de innovar en México (en línea, blog). Cuajimalpa, México, UAM. Consultado 26 ago. 2019. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=H7D2qwL5FYg&list=PL_tvojOXKXQIHluEpzoRq6ZddUh_TA_cLfw&index=3 .

Rodríguez, J. 19 oct 2017. Historia de la pasta (en línea). Estado Libre y Soberano Nayarit, México. Consultado 12 sep. 2019. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=jZiQ4Y0L8SI&t=26s

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2003. Reglamento Técnico Centroamericano: Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios generales. 4 Ed. rev. RTCA 67.01.33:06. Chimaltenango, Guatemala. 29 p.

RTS (Reglamento Técnico Salvadoreño). 2017. Reglamento Técnico Salvadoreño: Fortificación

RTS 67.06.01:13. San Salvador, El Salvador. 19 p.

Salazar, D; Acuario, L; Pérez, L; Valencia, A; Méndez, J. 2015. Efecto de la sustitución parcial de trigo por achogcha (*cyclanthera pedata*) en la elaboración de pastas tipo tallarín (en línea).

Salazar, Z. 2000. Calidad industrial del trigo para su comercialización. Licenciatura en Administración y Negocios. Estado de México, México. Universidad Autónoma Chapingo. 247-251.

Sánchez, P. 2018. ¿Qué es el sorgo y que beneficios tiene para la salud? (en línea). OKDIARIO, Valencia, España; 02 may. Consultado 10 sep. 2019. Disponible en https://okdiario.com/salud/descubre-que-sorgo-sus-beneficios-salud-2212024

SENESCYT (Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación). 2010. Proyecto: "Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales de trigo importado para la elaboración de pan y fideos" (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 27 ago. 2019. Disponible en http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/810

11. PRESUPUESTO.

Cuadro 20. Presupuesto de ingredientes, materiales, insumos y equipo para elaboración de pasta alimenticia.

Datos	Cantidad	Precios	SUBTOTAL
Equipos			
Molinillo de discos	**1**	**$34.32**	**$34.32**
Báscula digital*	**1**	**$10.00**	**$10.00**
Deshidratador de frutas	**1**	**$89.90**	**$89.90**
Mini selladora térmica	**1**	**$4.00**	**$4.00**
Máquina para pasta	**1**	**$25.00**	**$25.00**
Cocina a gas	**1**	**$25.00**	**$25.00**
Materiales e insumos			
Olla	**1**	**$2.50**	**$2.50**
Bolsas de polietileno	**1**	**$1.00**	**$1.00**
Regla plástica	**1**	**$0.50**	**$0.50**
Rollo de tirro	**1**	**$0.50**	**$0.50**
Folder tamaño carta	**30**	**$0.07**	**$2.10**
Cuaderno	**1**	**$0.60**	**$0.60**
Lapicero	**2**	**$0.25**	**$0.50**
Fastenes (caja)	**1**	**$1.60**	**$1.60**
Fotocopias	**500**	**$0.05**	**$25.00**
Análisis de laboratorio			
E. coli	**1 muestra**	**$40.68**	**$40.68**
Necesidades de Mano de obra			
Mano de obra/día	**30 días**	**$6.00**	**$180.00**
SUBTOTAL			**$443.20**
Necesidades de transporte			
Transporte público	**10 viajes**	**$3.00**	**$30.00**
Necesidad de alimentos			
Almuerzo	**30**	**$2.00**	**$60.00**
TOTAL			**$533.20**

Nota: Equipo señalizado con (*) es proporcionado a la Facultad de Ciencias Agronómicas, para la presente investigación.

12. CRONOGRAMA.

ACTIVIDADES	Año 2023 - 2024													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Entrega, observaciones y defensa del Proyecto de Investigación Científica.														
Asesoría con docente directores.														
Etapa I – Método de prueba.														
Fase I: Recolección y selección de materia prima.														
Compra de materiales e insumos														
Fase II: Ensayos en blanco. Elaboración de pasta alimenticia en forma de espagueti seco.														
Evaluación de características organolépticas.														
Toma de datos de prueba estadística.														
Elaboración formula identificada para pasta alimenticia en forma de espagueti seco														
Prueba de aceptabilidad.														
Análisis de datos (identificación en gabinete y método estadístico).														
Análisis proximal y microbiológico (laboratorio).														
Elaboración de informe final.														
Presentación del documento a los docentes directores.														
Correcciones del documento.														
Defensa final.														
Correcciones de la defensa.														
Aprobación de proyecto de investigación.														
Entrega de copias de proyecto de investigación y CD.														
Redacción del artículo científico.														

13. ANEXO

A - 1. Formato de recopilación de información en evaluaciones sensoriales.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ciencias Agronómica

Ingeniería Agroindustrial

Código de muestra:_____. Fecha:_____.

Objetivo: Evaluar las características organolépticas por medio de una evaluación sensorial y calificar las variables de color, olor y sabor de la pasta alimenticia en forma de tallarín.

Indicaciones: Pruebe la muestra que se presenta a continuación en orden de derecha a izquierda. Por favor encierre con un circulo uno de los valores mostrados en la escala que represente su valoración de la muestra que acaba de probar. Por favor, no pase las muestras sin antes enjuagarse la boca entre muestra y muestra.

Color

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No me gusta_____Me gusta mucho

Amarillo apetecible

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No me gusta_____Me gusta mucho

Olor

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Desagradable_____Agradable

Olor a "pasta de trigo o espagueti"

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No parece_____ Idéntico

Sabor

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Desagradable_____Agradable

Sabor a "pasta de trigo o espagueti"

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No parece_____ Idéntico

Textura a "macarrón"

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No parece_____ Idéntico

Muchas Gracias.

A - 2. Informe de análisis de pasta alimenticia de trigo, maíz sorgo para Escherichia coli como control de calidad microbiológica.

LECC®

Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador
www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv
PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AL-2306-00474 v1

Solicitado por: CLAUDIA STEFANY PEÑA TREJO

PASTA ALIMENTICIA DE TRIGO, MAIZ Y SORGO

Lote:	No disponible	**Fecha de fabricación:**	22-06-2023
Vence:	22-07-2023	**Ingreso de muestra:**	23-06-2023
Muestreó:	Cliente	**Emisión de informe:**	04-07-2023
Objetivo del análisis:	Control rutinario		
Observaciones:	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: 23-06-2023, 9:00		

RESULTADOS

Determinación	Método	Referencia[1]	Especificación[2]	Resultado	Unidades
Escherichia coli	Tubos Múltiples	BAM On Line, capítulo 4. octubre, 2020	<3	<3	NMP/g

NOTAS:

[1]: Cuando no se especifica versión de la referencia debe entenderse que es la edición vigente.

[2]: Especificaciones: PROPORCIONADA POR CLIENTE

ACLARACIONES:

- Los resultados corresponden a la muestra ensayada.
- Este informe no puede ser reproducido de forma parcial.
- Para consultar versión vigente del informe escanear el código QR. El usuario y contraseña es el número de control.
- Puede consultar el significado de las abreviaturas en: www.lecc.com.sv

Autorizado por:

Lic. Oscar David Guzmán Julián
QUÍMICO FARMACÉUTICO
Insc. JVPQF No. 1810

Signatario autorizado
Oscar Guzmán Julián (QF, Máster I+D+i, MBA)

Fecha: 04/07/2023

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CONTROL DE CALIDAD (LECC)
Inscripción: ESOLT0357
Propietario: ESEBESA, S.A. DE C.V.
Municipio: SAN SALVADOR
Departamento: SAN SALVADOR