



Escuela de Agronegocios

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronegocios

**“Elaboración de espaguetis a base de semolina y puntilla de
arroz generados en la industrialización del arroz por
empresas asociadas a CONARROZ.”**

Presentado por:
Fabiola Francini Chaves Montiel

II Semestre, 2022

Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación

“Elaboración de espaguetis a base de semolina y puntilla de arroz generados en la industrialización del arroz por empresas asociadas a CONARROZ.”

Proyecto Final de Graduación defendido públicamente por Fabiola Francini Chaves Montiel ante el Tribunal Evaluador de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Agronegocios con el grado de Licenciatura.

MedT Randall Chaves Abarca

Profesor Asesor

MAE. Diego Andrés Guzmán Rivera

Profesor Consultor

Ing. Giancarlo Sibaja Núñez

Profesor Lector

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a mi madre Grethel, esa mujer que desde siempre ha dado todo para que sus hijos puedan cumplir sus sueños. Lo dedico también a mi hermano Anthonny y mi hermana Francella, quienes, sin saberlo, me dan la fuerza para seguir adelante.

Agradecimientos

Agradezco a mi mamá, por ser siempre un apoyo incondicional durante toda mi vida y por darme palabras de aliento cuando más las necesitaba. Le doy gracias a mis hermanos, familiares y amigos que han estado conmigo durante todo el proceso y me han motivado a seguir adelante.

A mis profesores, agradezco por todo el apoyo académico brindado durante estos 5 años de universidad; especialmente al profesor M.Ed. Randall Chaves Abarca por todo el apoyo y paciencia brindada a mi persona, por ser quien me ayudó a creer en mí y seguir adelante con mi TFG. Por otro lado, agradezco a CONARROZ y al Ing. Giancarlo Sibaja Núñez por brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación. Un especial agradecimiento a todos los compañeros de la carrera con quienes compartía un mismo objetivo, graduarnos y a mi psicóloga, quien llegó en el momento justo y me dio toda la ayuda profesional para seguir adelante con mi carrera universitaria.

Finalmente, agradezco enormemente a Dios, quien puso en mi camino a todos esos ángeles disfrazados de personas y animalitos a lo largo de toda mi vida como un soporte para continuar y cumplir otra meta en mi vida.

Resumen

El arroz (*Oryza sativa L*) es uno de los granos más consumidos a nivel mundial, sin embargo, para que pueda estar en condiciones de consumo humano, debe pasar por una serie de procesos que generan grandes cantidades de subproductos, entre ellos se encuentran la cascarilla, puntilla y semolina. En la actualidad, las industrias arroceras nacionales venden los subproductos a precios muy bajos, ya sea para la alimentación animal, o bien, para la elaboración de abonos orgánicos.

Por esto, el objetivo de la presente investigación es desarrollar un producto, en este caso, espaguetis, como alternativa para darle un mayor aprovechamiento a la puntilla y semolina de arroz generadas por las empresas arroceras asociadas a CONARROZ, asimismo, darle una oportunidad de crecimiento y diversificación a dichas empresas.

Para cumplir con este objetivo, primeramente, se realizó una caracterización de la semolina y puntilla de arroz. Además, se elaboró una formulación base para fideos de semolina y puntilla de arroz, la cual cuenta con ingredientes como harinas de semolina y puntilla de arroz, almidón de tapioca, agua y aceite de oliva; así como aditivos y estabilizantes como goma Xanthan, lecitina de soya y carboximetilcelulosa (CMC). De igual forma, se diseñó un diagrama de flujo de proceso con la explicación detallada de cada etapa unitaria y los equipos necesarios.

Además, se determinó la composición nutricional y calidad de los fideos elaborados mediante un análisis proximal y pruebas físicas; dando como resultado unos fideos con una humedad de 11.71% y una actividad del agua (A_w) de 0.59. En cuanto al contenido nutricional, se obtuvieron datos de 3.68% de proteína, 5.40% de lípidos o grasas, 0.89% de fibra cruda y 1.78% de cenizas.

Finalmente, se determinó la aceptabilidad del producto mediante un análisis sensorial tipo Focus Group; donde se obtuvo una aceptación del producto por interés de compra del 88%, de un total de 32 jueces participantes.

Palabras clave: fideos, arroz, semolina de arroz, puntilla de arroz, subproductos, análisis proximal, grupos focales.

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L) is one of the most consumed grains worldwide, however, in order for it to be suitable for human consumption, it must go through a series of processes that generate large amounts of by-products, among them are the rice husks, rice tips and rice bran. At present, the national rice industries sell the by-products at very low prices, either for animal feed, or for the production of organic fertilizers.

For this reason, the objective of the present investigation is to develop a product, in this case, spaghetti, as an alternative to give a better use to the rice tips and rice bran generated by the rice companies associated with CONARROZ, likewise, to give it an opportunity for growth and diversification to these companies.

To meet this objective, firstly, a characterization of the rice bran and rice tips was carried out. In addition, a base formulation for rice bran and rice tips noodles was prepared, which has ingredients as rice bran and rice tips flour, tapioca starch, water and olive oil; as well as additives and stabilizers as Xanthan gum, soya lecithin and carboxymethylcellulose (CMC). Similarly, a process flow diagram was designed with a detailed explanation of each unit stage and the necessary equipment.

In addition, the nutritional composition and quality of the elaborated noodles were determined through a proximal analysis and physical tests; resulting in noodles with a humidity of 11.71% and a water activity (A_w) of 0.59. Regarding the nutritional content, data of 3.68% protein, 5.40% lipids or fats, 0.89% crude fiber and 1.78% ash were obtained.

Finally, the acceptability of the product was determined through a sensory analysis of the Focus Group type; where an acceptance of the product was obtained due to the purchase interest of 88%, from a total of 32 participating judges.

Keywords: noodles, rice, rice bran, rice tips, by-products, proximal analysis, focus groups.

Índice General

Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación.....	2
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Índice de Tablas.....	10
Índice de Figuras.....	14
Capítulo I. Introducción	16
1.1. Problema y su importancia.....	16
1.2. Antecedentes del problema	17
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.	19
Capítulo II. Marco Teórico	20
2.1. Generalidades del arroz	20
2.1.1. Producción de arroz en Costa Rica.....	20
2.1.2. Morfología del grano de arroz	20
2.1.3. Valor nutricional del arroz.....	21
2.1.4. Proceso de industrialización del arroz.....	22
2.2. Generalidades de los espaguetis.....	26
2.2.1. Proceso de elaboración de espaguetis de arroz	26
2.2.2. Requisitos nutricionales y fisicoquímicos de los espaguetis	27

2.3. Análisis fisicoquímico.....	28
2.3.1. Análisis proximal	28
2.3.2. Análisis físico	30
2.3.3. Actividad del agua (a_w).....	31
2.4. Métodos de aceptación de productos alimenticios	32
2.4.1. Análisis sensorial	32
2.4.2. Escala hedónica.....	34
Capítulo III. Metodología	35
3.1. Enfoque de investigación.....	35
3.2. Tipo de investigación	36
3.3. Marco Espacial y Temporal	36
3.4. Sujetos de información	38
3.5. Fuentes de información	38
3.6. Variables o categorías de análisis	39
3.7. Herramientas	41
3.8. Sistematización de los objetivos	42
3.8.1. Distinguir las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para la elaboración de fideos de arroz.	42
3.8.2. Establecer las etapas unitarias para la obtención de fideos de arroz tomando en cuenta requerimientos técnicos del proceso.	49
3.8.3. Caracterizar el producto final mediante un análisis proximal y físico que sirvan de base para su posterior industrialización.	50
3.8.4. Realizar un sondeo de aceptación de los fideos de arroz por parte de los consumidores aplicando un análisis sensorial al producto.....	50

Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados	52
4.1. Características fisicoquímicas de la materia prima.....	52
4.1.1. Semolina de arroz	52
4.1.2. Puntilla de arroz	66
4.2. Obtención de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.....	78
4.2.1. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de fideos de semolina y puntilla de arroz.....	78
4.2.2. Prototipos de formulaciones para fideos de semolina y puntilla de arroz.....	87
4.2.3. Formulación para los fideos de semolina y puntilla de arroz.....	92
4.3. Caracterización de los fideos de semolina y puntilla de arroz	94
4.3.1. Color	94
4.3.2. Actividad del agua (a_w).....	96
4.3.3. Humedad.....	96
4.3.4. Proteína.....	97
4.3.5. Lípidos.....	98
4.3.6. Fibra cruda	100
4.3.7. Cenizas	101
4.4. Aceptación de los fideos de semolina y puntilla de arroz	102
Capitulo V. Conclusiones y Recomendaciones.....	114
5.1. Conclusiones	114
5.2. Recomendaciones	116
Capítulo VI. Bibliografía.....	118
Capítulo VII. Apéndice y Anexos.....	124
7.1. Apéndices.....	124

Apéndice A. Fotografías de los análisis fisicoquímicos llevados a cabo en el laboratorio.	124
Apéndice B. Fotografías del proceso de prototipado de los fideos.	127
Apéndice C. Documentos y fotografías del Focus Group.	128

Índice de Tablas

Tabla 1 Composición química de la puntilla de arroz.....	24
Tabla 2 Composición química de la semolina de arroz.....	25
Tabla 3 Requisitos nutricionales y fisicoquímicos de los espaguetis de arroz.	27
Tabla 4 Actividad del agua y deterioro microbiano de los alimentos.	31
Tabla 5 Sujetos de información para el cumplimiento de los objetivos específicos.....	38
Tabla 6 Variables y atributos necesarios en la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.	39
Tabla 7 Escala hedónica de 5 puntos.	42
Tabla 8 Herramienta para Formulaciones de fideos de semolina y puntilla de arroz....	50
Tabla 9 Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M1.	52
Tabla 10 Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M2.	53
Tabla 11 Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M3.	53
Tabla 12 Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M1.	56
Tabla 13 Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M2.	56
Tabla 14 Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M3.	56

Tabla 15	Valores de Aw en muestras de semolina lote M1.	57
Tabla 16	Valores de Aw en muestras de semolina lote M2.	58
Tabla 17	Valores de Aw en muestras de semolina lote M3.	58
Tabla 18	Contenido de humedad en muestras de semolina lote M1.	59
Tabla 19	Contenido de humedad en muestras de semolina lote M2.	59
Tabla 20	Contenido de humedad en muestras de semolina lote M3.	60
Tabla 21	Contenido de proteína en muestras de semolina lote M1.	61
Tabla 22	Contenido de proteína en muestras de semolina lote M2.	61
Tabla 23	Contenido de proteína en muestras de semolina lote M3.	61
Tabla 24	Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M1.	62
Tabla 25	Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M2.	62
Tabla 26	Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M3.	63
Tabla 27	Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M1.	63
Tabla 28	Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M2.	64
Tabla 29	Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M3.	64
Tabla 30	Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M1.	65
Tabla 31	Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M2.	65
Tabla 32	Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M3.	65
Tabla 33	Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M1.	66
Tabla 34	Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M2.	66
Tabla 35	Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M3.	67
Tabla 36	Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M1.	68
Tabla 37	Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M2.	69

Tabla 38	Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M3.	69
Tabla 39	Valores de Aw en muestras de puntilla lote M1.	70
Tabla 40	Valores de Aw en muestras de puntilla lote M2.	70
Tabla 41	Valores de Aw en muestras de puntilla lote M3.	70
Tabla 42	Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M1.	71
Tabla 43	Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M2.	71
Tabla 44	Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M3.	72
Tabla 45	Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M1.	72
Tabla 46	Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M2.	73
Tabla 47	Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M3.	73
Tabla 48	Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M1.	74
Tabla 49	Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M2.	74
Tabla 50	Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M3.	74
Tabla 51	Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M1.	75
Tabla 52	Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M2.	75
Tabla 53	Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M3.	76
Tabla 54	Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M1.	76
Tabla 55	Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M2.	77
Tabla 56	Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M3.	77
Tabla 57	Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.	79
Tabla 58	Continuación de Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.	80

Tabla 59 Continuación de Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.	81
Tabla 60 Formulaci3n A para elaboraci3n de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.	88
Tabla 61 Formulaci3n B para elaboraci3n de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.	90
Tabla 62 Formulaci3n C para elaboraci3n de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.	90
Tabla 63 Formulaci3n D para elaboraci3n de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.	91
Tabla 64 Formulaci3n F de fideos de semolina y puntilla de arroz.	93
Tabla 65 Promedio del rango de color en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	94
Tabla 66 Promedio del rango de color para muestras de semolina, puntilla y fideos de arroz.	95
Tabla 67 Valores de Aw en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	96
Tabla 68 Contenido de humedad en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	97
Tabla 69 Contenido de prote3na en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	98
Tabla 70 Contenido de l3pidos en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	99
Tabla 71 Contenido de fibra cruda en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	100
Tabla 72 Contenido de cenizas en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.	101

Índice de Figuras

Figura 1 Producción nacional de arroz en toneladas métricas de granza seca y limpia.	20
Figura 2 Morfología del grano de arroz.	21
Figura 3 Escala hedónica gráfica de 7 puntos.....	34
Figura 4 Ubicación satelital de CONARROZ.....	36
Figura 5 Ubicación satelital del TEC.....	37
Figura 6 Ubicación satelital de Planta Piloto Agroindustrial.....	38
Figura 7 Granulometría en semolina de arroz.	55
Figura 8 Espacio de color CIE L*a*b*.....	57
Figura 9 Granulometría en puntilla de arroz molida.....	68
Figura 10 Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de fideos de semolina y puntilla de arroz.....	78
Figura 11 Puntilla de arroz y harina de puntilla de arroz.	83
Figura 12 Semolina de arroz y harina de semolina de arroz.	83
Figura 13 Etapa unitaria de laminado de la masa.	85
Figura 14 Etapa unitaria de cortado y moldeado.....	86
Figura 15 Etapa unitaria de secado.....	86
Figura 16 Etapa unitaria de empacado del producto final.	87
Figura 17 Fideos finales a base de semolina y puntilla de arroz.	93
Figura 18 Edad de los jueces participantes del Focus Group.	102
Figura 19 Género de los jueces participantes del Focus Group.....	103
Figura 20 Conocimiento de los jueces sobre fideos de arroz.	104

Figura 21 Consumo de fideos de arroz por parte de los jueces participantes en el Focus Group.	104
Figura 22 Aceptabilidad del color de los fideos.	106
Figura 23 Aceptabilidad del tamaño (largo y grosor) de los fideos.	107
Figura 24 Aceptabilidad del olor de los fideos.	108
Figura 25 Aceptabilidad del sabor de los fideos.	109
Figura 26 Aceptabilidad de la textura (masticabilidad) de los fideos.	111
Figura 27 Disposición de los jueces participantes para comprar los fideos.....	112
Figura A28 Resultados de la etapa de tamizado para las materias primas.....	124
Figura A29 Evidencia de determinación de Aw.....	124
Figura A30 Evidencia de determinación de contenido de Fibra Cruda y Grasas.	125
Figura A31 Evidencia de determinación de contenido de proteína.	125
Figura A32 Evidencia de determinación de contenido de cenizas.	126
Figura B33 Evidencia de pesado de ingredientes.	127
Figura B34 Evidencia de pruebas de cocción de los fideos.	127
Figura C35 Evidencia del análisis sensorial Focus Group.....	128
Figura C36 Evidencia del análisis sensorial Focus Group.....	128
Figura C37 Acuerdo de participación firmado por los jueces participantes del Focus Group.	129
Figura C38 Herramienta para la prueba de aceptación de los fideos (Lado derecho de la hoja).	129
Figura C39 Herramienta para la prueba de aceptación de los fideos (Lado reverso de la hoja).	129

Capítulo I. Introducción

Según la UNAM (2013) y González y Alonso (2016) el arroz (*Oryza sativa L*) pertenece a los tres cereales más consumidos a nivel mundial y toma el segundo lugar después del maíz. Se considera como un alimento básico para cerca de la mitad de la población mundial, particularmente en los países asiáticos y una serie de países de América Latina debido a su alto aporte nutritivo y energético.

Sin embargo, para que este grano pueda ser consumido por el ser humano, debe pasar por una lista de procesos industriales que permiten que el grano se encuentre en condiciones físicas para poder ser digerido, entre ellas, etapas unitarias como secado, descascarado, selección y pulido (Fasabi, 2019). En estos procesos se pueden generar subproductos, por lo que el presente anteproyecto pretende elaborar una formulación y diagrama de flujo de proceso para la elaboración de fideos a base de subproductos del arroz como la semolina y la puntilla.

1.1. Problema y su importancia

El grano de arroz durante los pasos requeridos para su acondicionamiento para consumo humano genera una serie de subproductos como cascarilla, salvado, puntilla, semolina; que, en la actualidad, sin bien tienen un valor comercial, no son aprovechados al máximo. Dentro de los usos de estos subproductos destacan, la semolina y la puntilla para el uso alimenticio ya sea de cerdos, pollos y bovinos (Barberena, 2020) (Dundur y otros, 2021). Por otro lado, la cascarilla es utilizada principalmente como sustrato para la siembra de almácigos (Peña y otros, 2013).

Si bien las cantidades generadas de estos subproductos son significativas, el precio por el cual son vendidas no representa un ingreso importante para las organizaciones arroceras, esto debido al uso al cual son destinadas. Aunque estos contribuyen a las necesidades de la organización, se podría sacar mayor provecho, no solo como un ingreso directo de dinero, sino como una oportunidad de mejora y expansión comercial al elaborar productos alimenticios derivados de estos subproductos y aprovechando así, el valor nutricional que pueden aportar al consumidor. Esta opción surge de una base de datos de propuestas de productos a base de arroz por parte del área de Fortalecimiento

Industrial de CONARROZ, como una forma de avanzar en el aprovechamiento de subproductos de la industrialización del arroz.

Es importante fomentar la diversificación de procesos a nivel industrial que permitan obtener nuevos productos de alto valor agregado a partir de los subproductos del arroz. De esta manera se tienen opciones para la diversificación de productos y se implementan también nuevos mercados de comercialización tanto a nivel nacional como internacional, abriendo así nuevas fronteras comerciales que le brindan a los productores e industrializadoras arroceras del país nuevos niveles de ingresos y, por ende, un fortalecimiento en la estructura económica de la organización.

Es por esto por lo que con el fin de aprovechar de mejor manera los subproductos del proceso industrial del arroz se pretende elaborar espaguetis, tomando como materia prima la semolina y la puntilla, como una opción para el valor agregado de dichos subproductos del arroz.

1.2. Antecedentes del problema

En el sector costarricense la producción de arroz se da en cinco regiones, como son la Chorotega, Brunca, Pacífico Central, Huetar Norte y Huetar Atlántica. Para el periodo de 2020-2021 la cantidad de productores de arroz en Costa Rica era de 518, los cuales obtuvieron una producción en conjunto de 152,721 toneladas métricas de arroz en granza seca y limpia, lo que equivale a 33,668 hectáreas, presentando así un aumento del 2,26% con respecto al periodo anterior. Asimismo, las exportaciones de arroz realizadas por Costa Rica son mayores cuando de arroz partido se habla, tomando un valor numérico de 18,483 toneladas, mientras que de arroz pilado se exportaron 1,007 toneladas. En el caso de las importaciones, para dicho periodo se recibió un total de 179,046 toneladas de arroz granza (CONARROZ, 2021).

Por otro lado, según el Informe Anual Estadístico de CONARROZ (2020-21) el sector arrocero cuenta con 12 plantas físicas, las cuales pertenecen a las 10 agroindustrias arroceras inscritas en CONARROZ, la gran mayoría ubicadas en la región Chorotega. Además, las ventas de arroz pilado realizadas por estas agroindustrias para el periodo 2020-2021 presentaron un descenso de un 1,94% respecto al periodo anterior. Por

consiguiente, del total de ventas, el arroz 80/20 (contenido de grano entero y quebrado) fue el más vendido. Sin embargo, otras presentaciones como la de 99/1 va tomando fuerza, posicionándose como el preferido de los consumidores, solo que, al aumentar el porcentaje de grano entero en esta presentación, se obtiene como resultado un aumento en el subproducto de puntilla.

Ahora bien, el sector arrocero industrial costarricense aplica distintos procesos que dan como resultado la semolina y la puntilla, los cuales representan un porcentaje del grano entero de arroz; mismo que cambia cuando este es importado. Tomando en cuenta que, del arroz en granza sembrado, el 9% equivale a semolina y un 2,5% representa la puntilla, en el periodo 2020-2021 se obtuvo 12,745 toneladas de semolina y 3,818 toneladas de puntilla. Mientras que para el arroz importado el 9,29% y el 3,69% representan la semolina y la puntilla respectivamente (Sibaja Nuñez, 2022), dando como resultado 16,633 toneladas de semolina y 6,607 toneladas de puntilla. Según los datos obtenidos de los documentos estadísticos de CONARROZ y los porcentajes suministrados por el Ing. Giancarlo Sibaja del área de Fortalecimiento Industrial de CONARROZ, en total, para el periodo de 2020-2021 en Costa Rica se obtuvieron 29,378 toneladas de semolina y 10,425 toneladas de puntilla.

Actualmente, el sector costarricense ofrece pocas opciones de productos derivados del arroz; sin embargo, la demanda de estos ha incrementado debido a la gama de alimentos importados que se han comercializado en zonas centrales como el Barrio Chino, donde existen productos más nativos de Asia como el licor, fideos y harina. Este tipo de productos ha despertado la inquietud y curiosidad de los consumidores. Por lo tanto, las cifras de toneladas generadas de semolina y puntilla en Costa Rica pueden ser utilizadas para la elaboración de productos que sean de interés para la población costarricense, entre ellos surgen opciones como mantequilla, aceite, vinagre, leche, fideos, pan, galletas, alfajor, rubores, cerveza, arroz con leche instantáneo, silicio y tortillas (Sibaja Nuñez, 2022).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar espaguetis como alternativa para el aprovechamiento de la puntilla y la semolina del arroz generados por las empresas arroceras asociadas a CONARROZ.

1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Distinguir las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para la elaboración de fideos de arroz.
2. Establecer las etapas unitarias para la obtención de fideos de arroz tomando en cuenta requerimientos técnicos del proceso.
3. Caracterizar el producto final mediante un análisis proximal y físico que sirvan de base para su posterior industrialización.
4. Realizar un sondeo de aceptación de los fideos de arroz por parte de los consumidores aplicando un análisis sensorial al producto.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Generalidades del arroz

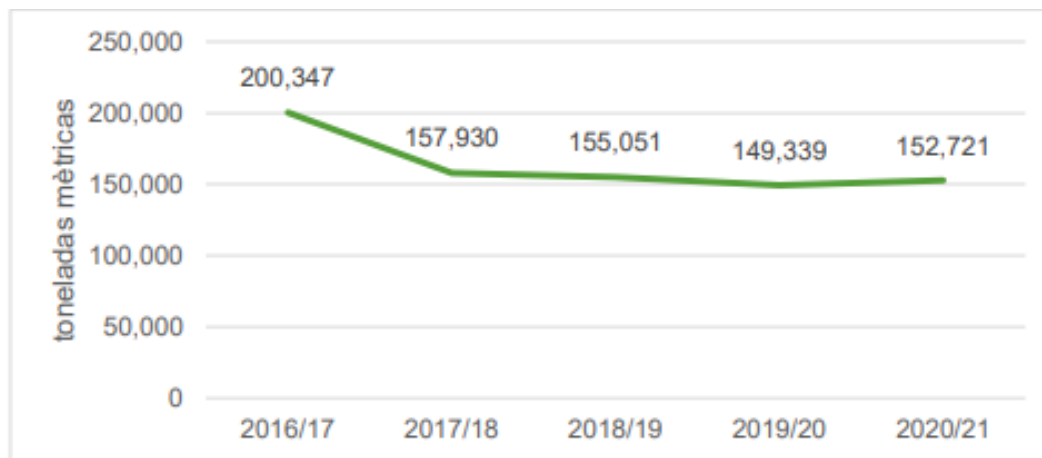
2.1.1. Producción de arroz en Costa Rica

En Costa Rica, la cadena de producción de arroz está formada por seis etapas distintas. Entre ellas se interrelacionan los actores del sector: producción e importación de insumos, producción de arroz granza, industrialización, comercialización y distribución, comercio exterior y consumo final (Sánchez Picado & Vega Solano, 2018).

La Figura 1 muestra el cambio que ha tenido la producción nacional de arroz durante los últimos cinco periodos arroceros. Se puede ver una tendencia decreciente en la cantidad de toneladas métricas producidas, siendo en el periodo de 2016/2017 en donde se muestra la mayor producción con 200,347 tm, mientras que la menor producción se da en el periodo de 2019/2020 con 149,339 tm. Sin embargo, se puede observar un aumento de 3,382 tm en el último periodo con respecto al periodo anterior.

Figura 1

Producción nacional de arroz en toneladas métricas de granza seca y limpia.



Tomado de *Informe Anual Estadístico 2020-2021*, por CONARROZ, 2021.

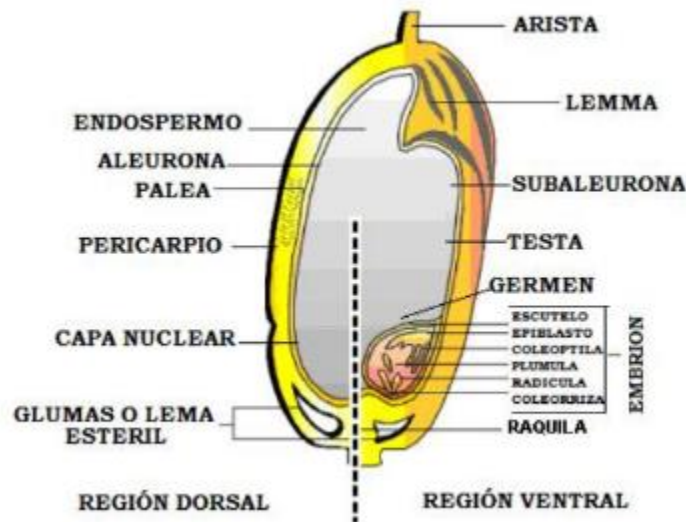
2.1.2. Morfología del grano de arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) pertenece a la familia de las gramíneas anuales de origen subtropical. Está formado por diferentes partes, entre ellas la raíz, tallo, hojas,

inflorescencia y fruto. Este último consta de dos partes principales, el grano como tal, que es la parte comestible y la cáscara que se encarga de protegerlo. La cáscara cuenta con una serie de capas compuestas por glumelas (palea y lema) y el grano se encuentra constituido por el embrión de la planta, capa de aleurona; la cual es rica en proteínas, tegumento; que se refiere a la cubierta seminal, el pericarpio; el cual es la cubierta del fruto y el endospermo. Este último consiste en células de parénquima que se componen de gránulos de almidón y cuerpos proteicos (Pincirolí y otros, 2015).

Figura 2

Morfología del grano de arroz.



Tomado de *Arroz (Oryza Sativa)*, por Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

2.1.3. Valor nutricional del arroz

El grano de arroz está compuesto por una alta cantidad de carbohidratos (85%), es por esto que se considera un alimento energético. Por el contrario, la cantidad de sustancias nitrogenadas (8%) y materia grasa (7%) es insignificante, pero constituye una buena fuente de diversas vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina. Por consiguiente, el arroz es un carbohidrato complejo que presentan altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, además de un nivel limitado de lisina y es libre de gluten, por lo que puede ser

tranquilamente consumido por personas celiacas (Jaramillo Burbano & Reinoso Silva, 2009).

Por otro lado, según Marice (2011) gracias al bajo contenido de sodio, este grano puede ser utilizado en la dieta de personas con hipertensión, patología renales y cardiacas. Por último, el arroz cuenta con 8 aminoácidos esenciales, por tanto, si este es combinado con leguminosas y otros alimentos en las dietas, se convierte en una fuente importante de proteína de buena calidad.

2.1.4. Proceso de industrialización del arroz

La industrialización del arroz cuenta con una serie de etapas unitarias que permiten llegar a obtener un grano apto para el consumo humano. Primero pasa por etapas iniciales, en donde el grano de arroz debe ser almacenado en silos con las condiciones de humedad adecuadas para evitar deterioro y contaminación de la materia prima. Por otro lado, cuando se va a iniciar el proceso de producción, es necesario que la materia prima almacenada en el silo pase por un molino de granza, el cual va a permitir realizar una separación de los granos de arroz de la granza y de todas las impurezas tales como piedras, tallos y semillas diferentes a la materia prima. Después de la limpieza, el grano se somete a una máquina de descascarado, la cual permite extraer la cáscara del grano y obtener como resultado el grano de arroz integral (Vallejos, 2016).

Si bien el proceso de descascarado se realiza con máquinas eficientes, muchas veces estas no logran eliminar la totalidad de la cáscara, por tanto, después de esta etapa, el grano pasa por una selección nuevamente en donde los que ya no cuentan con cáscara pueden pasar a la siguiente etapa, mientras que los granos que aún presentan restos de cáscara vuelven a pasar por el proceso de descascarado. Ahora bien, cuando los granos integrales se encuentran listos, estos pasan a los cilindros calibradores que permiten limpiar totalmente los granos, eliminando todo el resto de las impurezas que puedan contener y para llegar así a la etapa de pulido, donde los granos se pulen hasta eliminar la capa grasa, seguido de un pulido que logra que el grano se lave y finaliza con otro pulido en donde se logra alcanzar el brillo que da como resultado el grano blanco. Como etapa final del proceso, el grano blanco pasa por máquinas clasificadoras que permiten

separar los granos enteros de la puntilla, para luego ser almacenados como producto terminado (Vallejos, 2016).

El proceso de industrialización del grano de arroz en Costa Rica, según Sibaja (2022), inicia en el recibimiento de las tolvas de arroz, las cuales son transportadas a la etapa de pre-limpieza, donde por medio de agua y fricción, los granos de arroz provenientes del campo e importaciones son lavados para eliminar partículas de materia orgánica ajena a la materia prima. Una vez que termina el proceso de pre-limpieza, en el caso del arroz nacional, se dirige a la etapa de secado y luego a los silos, mientras que el arroz importado omite la etapa de secado y se almacena de una vez en silos. Dichos silos cuentan con un sistema de control de plagas y maduración mínima del arroz por un tiempo determinado; esto con el fin de obtener un grano de buena calidad de cocción y otras variables de laboratorio. Finalmente, el grano de arroz se somete a otra pre-limpieza y pasa por la molienda. El molino utilizado se encarga del descascarado, pulido y selección del grano de arroz; una vez finalizada esta etapa, el grano de arroz se encuentra listo para ser almacenado como producto terminado.

- **Puntilla de arroz**

La puntilla de arroz es un subproducto que se genera en la industrialización del arroz debido a daños causados por el procesamiento, fermentación, pulido o bien, contaminación por hongos. Son todos aquellos granos de arroz previamente pulidos que no se encuentran enteros, es decir, que están quebrados. Además, se caracterizan por tener un porcentaje entre 6 y 20% de partículas que le proporcionan un color oscuro que no permite que sea aceptado por el consumidor final (Vargas y otros, 2013).

También, es común que la puntilla de arroz se genere desde el campo en donde el arroz es cosechado, por tanto, la materia prima que se recibe en las industrias arroceras ya presenta un porcentaje de puntilla de arroz (Sibaja Nuñez, 2022).

En la Tabla 1 se puede observar la composición de la puntilla de arroz.

Tabla 1*Composición química de la puntilla de arroz.*

Nutriente		Promedio		C.V.*
		Base seca	Base fresca	
Materia seca	%	100,0	88,8	1,7
Proteína cruda	%	9,8	8,7	11,0
Extracto etéreo	%	1,8	1,6	57,0
Fibra cruda	%	0,48	0,43	65,0
Extracto libre de nitrógeno	%	86,0	78,0	3,6
Fibra neutro detergente	%	7,1	6,3	15,0
Fibra ácido detergente	%	1,2	1,1	33,0
Cenizas	%	0,88	0,78	57,0
Calcio	%	0,04	0,03	75,0
Fósforo	%	0,29	0,24	21,0
Magnesio	%	0,10	0,08	10,0
Hierro	mg/kg	23,0	20,0	25,0
Cobre	mg/kg	7,0	5,0	33,0
Manganeso	mg/kg	19,0	17,0	17,0
Zinc	mg/kg	19,0	17,0	14,0

Nota: *Coeficiente de variación. Ajustado de *Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales*, por Mata, Universidad de Costa Rica, 2011.

- **Harina de puntilla de arroz**

Se obtiene a partir de la molienda y el tamizado de los granos de arroz partido, sano, limpio, sin cáscara y libre de impurezas. La harina de puntilla de arroz se caracteriza por ser un polvo blanco y fino, el cual es utilizado como materia prima para la elaboración de

alimentos ya sea a nivel industrial o bien, al consumidor final (Bravo Rodríguez & Ortega Rojas, 2017).

La harina se puede obtener por tres métodos distintos, entre ellos, la molienda húmeda, semiseca y seca. La molienda húmeda se realiza al remojar los granos en agua, luego se escurren y son molidos con presencia de agua. La molienda semiseca consta de los mismos pasos que la anterior, pero la etapa de molienda se realiza sin presencia de agua. Por último, la molienda seca se omiten los pasos de remojo y escurrido, en esta solo se trituran los granos y se muelen hasta obtener la harina, todo esto sin presencia de agua (Pincirolí y otros, 2015).

- **Semolina de arroz**

La semolina de arroz es un subproducto que se genera en la industrialización del arroz debido a la fricción a la que es sometido el grano al pasar por las máquinas pulidoras. Este polvo fino está conformado por la capa externa o pericarpio, el cual se encuentra entre la cáscara y el endosperma del grano (Vargas y otros, 2013).

En la Tabla 2 se puede observar la composición de la semolina de arroz.

Tabla 2

Composición química de la semolina de arroz.

Nutriente		Promedio		C.V.*
		Base seca	Base fresca	
Materia seca	%	100,0	90,5	1,4
Proteína cruda	%	13,7	12,4	10,0
Extracto etéreo	%	17,4	15,8	18,0
Fibra cruda	%	8,5	7,5	25,5
Extracto libre de nitrógeno	%	52,1	47,0	11,0
Fibra neutro detergente	%	27,7	25,0	21,0

Fibra ácido detergente	%	14,8	13,5	30,0
Cenizas	%	8,7	7,9	17,0
Calcio	%	0,09	0,09	99,9
Fósforo	%	1,6	1,5	26,0
Magnesio	%	0,77	0,63	25,0
Potasio	%	1,0	0,93	0,0
Hierro	mg/kg	270	210	33,0
Cobre	mg/kg	14,0	12,0	36,0
Manganeso	mg/kg	176	153	17,0
Zinc	mg/kg	67,0	59,0	15,0

Nota: *Coeficiente de variación. Ajustado de *Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales*, por Mata, Universidad de Costa Rica, 2011.

2.2. Generalidades de los espaguetis

2.2.1. Proceso de elaboración de espaguetis de arroz

La pasta es el resultado del proceso de secado de una masa sin fermentar previamente mezclada con sémolas o harinas de trigo y agua; además de una serie de ingredientes que permiten brindarle sabor y crear diferentes tipos de pastas (Alban, 2013). Según Estrada (2019) el proceso de elaboración de fideos de arroz inicia en la recepción y acondicionamiento de las materias primas. La puntilla y semolina de arroz debe pasar por la molienda y tamizado, hasta obtener el tamaño de partícula necesario para ser considerado harina, según Dussán-Sarria, Hurtado-Hurtado, & Camacho-Tamayo (2019), 150 μm y 450 μm , es decir, entre tamices #100 y #40 respectivamente.

Después de su acondicionamiento, las harinas elaboradas (harina de puntilla y semolina) son mezcladas con los demás ingredientes, principalmente agua y sal y en este caso almidón de yuca. Una vez esté lista la masa, esta se somete al proceso de extrusión a 100°C, seguido del moldeado y su posterior deshidratación durante 24 horas a una temperatura de 50 °C hasta que la pasta alcance una humedad de 10-12% (Estrada León, 2019). El autor menciona que la formulación con mejores resultados sensoriales y

de rendimiento es cuando se utiliza un 75,71% de harina de puntilla de arroz, 10% de harina de semolina de arroz, 4,28% de almidón de yuca, 8,57% de agua y 1,42% de sal.

Otro proceso de elaboración de espaguetis de arroz es mediante el mezclado de las harinas a utilizar (harina de puntilla y semolina) junto con fécula de maíz, Carboximetilcelulosa (CMC), sal y aceite. Luego se amasa de forma manual durante 5 minutos y se lamina la pasta, seguidamente se lleva a cocción en agua con sal durante 2 min. La formulación propuesta es de un 65% de harina de arroz, donde un 10% equivale a harina de semolina de arroz y el otro 55% equivale a harina de puntilla de arroz. Además de otros ingredientes como un 25% de huevo, 6% de fécula de maíz, 1% de CMC, 1% de sal y 3% de aceite vegetal (Romero y otros, 2018).

2.2.2. Requisitos nutricionales y fisicoquímicos de los espaguetis

Para la elaboración de fideos es importante cumplir con ciertos requisitos ya sea nutricionales y fisicoquímicos que permitan garantizar un producto de calidad para el consumidor.

En la Tabla 3 se puede observar los requerimientos nutricionales y fisicoquímicos de los fideos elaborados a base de harina de arroz.

Tabla 3

Requisitos nutricionales y fisicoquímicos de los espaguetis de arroz.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Proteína	%	8	-
Acidez		-	0,20
Ceniza	%	-	0,40
Fibra	%	-	0,80

Tomado de *Uso de salvado de arroz (Oryza sativa L.) en la elaboración de fideos de arrocillo*, por Estrada, 2019.

Dentro de los requisitos nutricionales y fisicoquímicos de los espaguetis se encuentra la actividad del agua, la cual según LabPocess (2022), las harinas deben tener un a_w entre

0,85 y 0,60, donde las bacterias patógenas no crecen. El producto final, es decir, los fideos, deben tener un a_w inferior a 0,60, por debajo de este valor los microorganismos no se multiplican, pero sí pueden permanecer latentes durante mucho tiempo. En el caso de la humedad requerida para los fideos, inicialmente, la masa utilizada para la elaboración de los mismo debe contener un valor de 30% de humedad, el cual va a pasar a ser de un 12-14% después de someterse a un secado (Subsecretaría de Alimentos y Bebidas, 2017).

2.3. Análisis fisicoquímico

2.3.1. Análisis proximal

Los análisis proximales constan de una determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos y proteínas presentes en los alimentos. Con el fin de obtener resultados confiables, este tipo de análisis se debe realizar de una manera minuciosa, eligiendo de manera correcta la muestra y el método analítico. Estos estudios se pueden realizar ya sea a la materia prima que vaya a utilizar en la elaboración de un producto, o bien en el producto final; esto con el fin de determinar el valor alimenticio del alimento (FAO, 2020).

Para el caso de la determinación de la proteína cruda, este se realiza por medio del método de Kjeldahl, obteniendo también el contenido de nitrógeno total. Por otro lado, para los lípidos crudos, se extrae la grasa con éter de petróleo y mediante la diferencia de peso después de evaporar el solvente, se obtiene el resultado. En el caso de la fibra cruda, la muestra se digiere con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, seguidamente se calcina el residuo, obteniendo el resultado por diferencia de pesos después de la calcinación. Ahora bien, utilizando el mismo método de calcinación, se obtiene las cenizas del producto, dando como resultado el contenido de minerales totales o material inorgánico. Por último, el Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) contiene el total de carbohidratos digeribles, vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados. Por tanto, este resultado se obtiene al restarle a 100 los porcentos calculados en los análisis anteriores (FAO, 2020).

Ahora bien, la determinación de la humedad de los alimentos es de suma importancia ya que gracias a este parámetro se logra conseguir un mejor control y seguimiento de la calidad e inocuidad de los alimentos, evitando así cualquier daño en la salud del consumidor y logrando un aumento de la vida útil del mismo (ACP, 2022).

En el caso de las proteínas alimentarias, estas poseen propiedades nutricionales, permiten establecer la estructura y propiedades finales de los alimentos. Además, este tipo de proteínas son fácilmente digeribles, sin ningún grado de toxicidad, aptas nutricionalmente y se encuentran en abundancia (Badui Dergal, 2006, p.120).

Los lípidos son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos tales como cloroformo, hexano y éter de petróleo. Este compuesto desempeña muchas funciones en los tejidos, sin embargo, su función principal está relacionada a que toman el papel de fuente de energía más importante en la nutrición. Además, las grasas y los aceites son los principales lípidos que se encuentran en los alimentos, tomando funciones que contribuyen a la textura, propiedades sensoriales y de nutrición (Badui Dergal, 2006, p.245-246).

Cuando se habla de fibra, se refiere a un grupo muy amplio de polisacáridos considerados estructurales que provienen del tejido vegetal y que cumplen una función muy importante en el organismo del individuo que beneficia el bienestar del mismo. Es decir, este compuesto puede absorber agua e hincharse, lo que hace que aumente el volumen de materia fecal aumentando así los movimientos peristálticos del intestino y favoreciendo la evacuación de materia fecal del individuo. Sin embargo, el consumo excesivo de fibra puede provocar problemas estomacales como diarrea. También, es importante diferenciar la fibra cruda de la fibra dietética. La primera es la que normalmente se utiliza en las tablas de composición nutricional y corresponde a un porcentaje inferior que el de la fibra dietética del alimento. Lo anterior debido al proceso que es sometida la muestra para determinar el valor de fibra cruda, donde se desintegran una fracción significativa de polisacáridos, los cuales sí son contemplados en el porcentaje total de fibra dietética (Badui Dergal, 2006, p.107-108).

Finalmente, las cenizas se refiere al análisis químico al cual son sometidos los alimentos para determinar la cantidad de materia inorgánica presente en el mismo, hablese de minerales y microelementos necesarios para la correcta nutrición, entre ellos calcio, fósforo, zinc, hierro, etc. (Badui Dergal, 2006, p.395-396). Según Márquez Siguas (2014), los alimentos deben contener un porcentaje de cenizas o materia inorgánica de menos del 5% de la materia seca del alimento.

2.3.2. Análisis físico

Según Torres et al. (2015), cuando se habla de análisis físico, se contempla todos aquellos parámetros o características evaluadas dentro del factor de textura del producto. La textura de un alimento es un atributo que se asocia directamente a la calidad y aceptabilidad del producto.

Otros factores que se pueden evaluar en un análisis físico es el color del producto y en el caso de harinas o polvos, la granulometría del mismo. En el caso de la granulometría, esta consiste en la evaluación del tamaño de partículas del alimento, las cuales se expresan en porcentajes de material retenido o que pase por los tamices US-ASTM específicos. En cuanto al color, este puede ser evaluado por el método de colorimetría por espectrometría, el cual consiste en chocar un haz de luz sobre un producto, la luz que se refleja de la muestra pasa por un dispersor y llega a un detector, donde este analiza la intensidad a diferentes longitudes de onda del espectro visible (400 nm a 700 nm) y muestra un resultado en la escala de color definida. (Universidad de Costa Rica, s.f.).

Hunter desarrolló un sistema L, a, b que consiste en una superficie de color definida por tres coordenadas rectangulares. La primera, L (luminosidad) que abarca números de 0 a 100, donde 0 representa el negro y 100 el blanco. a puede presentar valores negativos identificados con el color verde, valores positivos representando el color rojo y valores neutros de 0. Y, finalmente, el b identifica el color amarillo con valores positivos, el azul con valores negativos y neutro con el valor de 0 (Ah-Hen & Mathias-Retting, 2014).

2.3.3. Actividad del agua (a_w)

Cuando se habla de actividad del agua en un producto, se refiere al contenido de agua disponible o no ligada al soluto del alimento. Este parámetro está directamente relacionado con la vida útil y calidad del alimento, ya que, gracias a la determinación del agua disponible, se puede establecer la cantidad y el tipo de microorganismos que se pueden presentar en el alimento, al igual que la actividad química y enzimática de los mismos durante la conservación del alimento. En cuanto a la calidad, esta se ve afectada por la actividad biológica del alimento, la cual puede influir en la textura, sabor, color, gusto y valor nutricional del mismo (Cardona Serrate, 2019).

La actividad del agua se conoce como la presión parcial de vapor de agua en equilibrio con el alimento dividido por la presión parcial de vapor de agua en condiciones estándar, (presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura). Puede tomar valores entre 0 y 1, y cuanto más se aleje de 1, menos actividad biológica se detecta; haciendo que el alimento tenga una mejor conservación y una vida útil más larga. Por tanto, es importante determinar este parámetro para someter el producto a un método y tiempo de conservación específico que permitan mantener en mejores condiciones el alimento, entre ellos se encuentra la deshidratación, liofilización, adición de azúcares o sales, evaporación o congelación (Cardona Serrate, 2019).

En la Tabla 4 se puede observar el intervalo de a_w en el cual se logra inhibir el deterioro microbiano en los alimentos.

Tabla 4

Actividad del agua y deterioro microbiano de los alimentos.

Intervalo de a_w	Microorganismos inhibidos
1,00-0,95	Algunas levaduras, bacilos Gram negativos, esporas bacterianas
0,95-0,91	Mayoría de cocos, lactobacilos, células vegetativas de bacilos, algunos mohos
0,94	Crecimiento y producción de toxinas por todos los tipos de <i>Clostridium botulinum</i>
0,91-0,87	Mayoría de las levaduras
0,87-0,80	<i>Staphylococcus aureus</i> , mayoría de los mohos

0,86	Crecimiento aeróbico de <i>S. aureus</i>
0,80-0,75	Mayoría de las bacterias halofílicas
0,75-0,65	Mohos xerófilos
0,68	Límite práctico para mohos
0,65-0,60	Levaduras osmofílicas

Tomado de *Contribución al Concepto de Actividad del Agua (Aw) y su Aplicación en la Ciencia y Tecnología de Alimentos en Latinoamérica y Venezuela*, por Tapia, 2020.

2.4. Métodos de aceptación de productos alimenticios

2.4.1. Análisis sensorial

Gracias a este método se puede evaluar, medir, analizar e interpretar todas las características sensoriales de un alimento; hállese de color, olor, sabor y textura. Este análisis corresponde al más subjetivo de todos, esto debido a que el instrumento de medición es el ser humano mediante sus órganos de los sentidos, sin embargo, es de gran ayuda ya que define el grado de aceptación o rechazo de un producto. Siendo esto último uno de los factores más importantes en la industria alimentaria, esto debido a que un producto puede contener todos los estándares nutritivos y microbiológicos, pero si este no es aceptado por el consumidor, no podrá ser vendido (Méndez Ventura, 2020).

Las pruebas sensoriales si bien pueden ser determinadas de una forma más numérica y objetiva, por ejemplo, las pruebas por medio de escalas hedónicas donde no es necesario panelistas experimentados, también se pueden realizar por medio de métodos más cualitativas y subjetivos, como lo son los grupos focales (Ramírez-Navas, 2012). Además, también pueden realizarse con una cantidad de muestras variadas, según Ramírez-Navas (2012), las pruebas de preferencia son aquellas en donde al panelista se le presentan dos o más opciones de productos relacionados, con el fin de que este exprese su opción favorita. Sin embargo, estas pruebas también pueden ser solo pareadas, es decir, el panelista solo debe evaluar dos opciones de productos y mencionar cuál es la preferida, incluso si estas muestras le parecen idénticas.

Ahora bien, los grupos focales se caracterizan por una reunión máximo de dos horas con 6-12 personas expertas o con conocimientos del producto a evaluar. En esa reunión existe un moderador experimentado que se encarga de guiar la reunión, la cual es

grabada y vista por individuos externos. De esta forma se logra generar discusión de las preferencias y motivaciones, así como una opinión subjetiva de todos los atributos a evaluar del producto (Ramírez-Navas, 2012). Las personas que participen en los grupos focales deben cumplir con ciertos criterios específicos, los cuales pueden estar relacionados al producto como tal, o bien, a características tanto socioculturales, como demográficas (Tomat, 2012).

Las sesiones de grupo focal se dividen en tres, el inicio, el durante y el final. Dentro de las recomendaciones para llevar a cabo cada una de estas etapas se encuentran, primeramente, en la etapa inicial, empezar con una presentación por parte del moderador, donde se explica el motivo de la sesión y se enfatice en la confidencialidad de la información que se brinde, así como el permiso para ser grabados por medio de audio o video, como lo amerite la situación (IBERTIC, 2013).

Durante la sesión, es importante fomentar la intimidad y comodidad entre los entrevistados y el moderador, de manera que cada uno pueda dar su opinión sin omitir algún comentario, es decir, sin censura. También, es importante que el moderador profundice en la conversación, de esta manera se podrá obtener más opiniones con respecto al producto que se esté evaluado. De igual manera, es necesario que el entrevistador pueda llevar el ritmo de la conversación y que permita que todos los participantes puedan hablar sin ser interrumpidos y sin perder el tema de finalidad de la sesión (IBERTIC, 2013).

Por último, se encuentra la etapa final de la sesión, la cual empieza cuando el moderador decida que se han abarcado todos los temas necesarios, o bien, cuando los entrevistados no tengan nada más que aportar. Es importante que, en esta etapa, el moderador pueda ofrecer una vez más la opción de emitir cualquier comentario o ampliar cualquier tema en particular, además de agradecer el tiempo brindado a cada uno de los participantes, así como hacerles saber la importancia de las opiniones brindadas (IBERTIC, 2013).

2.4.2. Escala hedónica

La escala hedónica se considera una herramienta de investigación cuantitativa convencional, siendo este método el más utilizado en los últimos 60 años. Gracias a esta escala se logra determinar el agrado con respecto un producto en cuanto a gusto y disgusto. Existen escalas de 5, 7, 9, 10, 15 y hasta 20 puntos, sin embargo, las más utilizadas son las de 7 y 9 puntos (Jara Solís, 2018).

En el caso de la escala hedónica de 9 puntos, esta es considerada bipolar, ya que presenta un valor central neutral con cuatro categorías de agrado y cuatro de desagrado. Esta escala puede ser verbal si solo utiliza palabras para cada categoría, o bien numérica si cada categoría consta de un número. Dentro de las 9 categorías de la escala se encuentran: (1) Me gusta muchísimo, (2) Me gusta mucho, (3) Me gusta bastante, (4) Me gusta ligeramente, (5) Ni me gusta, ni me disgusta, (6) Me disgusta ligeramente, (7) Me disgusta bastante, (8) Me disgusta mucho y (9) Me disgusta muchísimo (Jara Solís, 2018).

Además, esta escala presenta una versión gráfica, donde se muestra cada nivel de agrado con una ilustración de cara sonriente, marcando el nivel de la sonrisa el agrado o desagrado del producto al consumidor, Por lo general, este tipo de escala es utilizada para niños, ya que es de mayor facilidad clasificar el agrado al guiarse con los dibujos, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Escala hedónica gráfica de 7 puntos.



Tomado de *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor* por Ramírez-Navas, 2012.

Capítulo III. Metodología

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es mixto; el cual se refiere a una serie de procesos tanto sistemáticos, como empíricos y críticos de investigación que tienen como objetivo la búsqueda de información cuantitativa y cualitativa con el fin de realizar una integración y discusión conjunta de la información recolectada para lograr un mayor entendimiento del fenómeno en estudio (Hernández Sampieri, 2014). Sin embargo, al analizar los objetivos, se pudo notar que el enfoque de la investigación está dirigido en una mayor parte a lo cuantitativo, mientras que el enfoque cualitativo se realizó con el fin de poder complementar el estudio cuantitativo.

Ahora bien, el enfoque cuantitativo está relacionado al conjunto de procesos que se deben realizar de una forma secuencial, es decir, es necesario cumplir con un paso para poder seguir con el siguiente, además, el tipo de información recolectada por este enfoque es con base en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández Sampieri, 2014). De esta manera, se logró caracterizar tanto la materia prima como el producto final al poder analizar el contenido de humedad, grasa, cenizas, carbohidratos, proteínas, granulometría y a_w presentes en ellos, los cuales se analizaron por medio de comparaciones y promedios de variables medidas en diversas repeticiones. Además, este enfoque permitió realizar una serie de cálculos que dieron como resultado la obtención de una formulación final para poder elaborar el producto.

Por otro lado, el enfoque cualitativo está centrado en la recolección y análisis de datos con el fin de conocer y revelar interrogantes a lo largo de la investigación. De esta manera se pueden hacer estudios más profundos que permitan la recolección de más información y la respuesta a todas esas preguntas generadas (Hernández Sampieri, 2014). En esta investigación, el enfoque cualitativo está asociado al estudio de los atributos pertenecientes al producto final, los cuales están relacionados al color, sabor, olor y textura y se evaluaron de una manera subjetiva por medio de un análisis sensorial.

3.2. Tipo de investigación

El proyecto se caracteriza por tener un tipo de investigación descriptivo, este se define según Hernández Sampieri (2014) como *“Especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.”* (pp. 92). Por tanto, en esta investigación lo que se realizó fue una medición de ciertas características del producto final y su proceso y una recolección de datos que permitieron posteriormente realizar una descripción del trabajo realizado.

3.3. Marco Espacial y Temporal

El proyecto fue desarrollado para la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ), esta se encuentra ubicada en González Lahmann en la provincia de San José, bajo las siguientes coordenadas: 9°55'46"N 84°04'03"W. En la Figura 4 se puede observar una imagen satelital de la ubicación de las instalaciones de CONARROZ.

Figura 4

Ubicación satelital de CONARROZ.



Nota: El punto rojo de la imagen indica la ubicación exacta de la instalación CONARROZ. Tomado de Google Earth, 26 de abril de 2022.

Debido a la naturaleza del producto y a la facilidad para cumplir con el objetivo de este, el proyecto se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Por tanto, se utilizó la Planta Piloto Agroindustrial y todos los equipos necesarios dentro de la instalación. En el caso del TEC, este se encuentra ubicado en Cartago en la provincia de Cartago, bajo las siguientes coordenadas: 9°51'26"N 83°54'43"W. En la Figura 5 se puede observar una imagen satelital de la ubicación de las instalaciones del TEC.

Figura 5

Ubicación satelital del TEC.



Nota: El punto rojo de la imagen indica la ubicación exacta de la instalación del TEC. Tomado de Google Earth, 26 de abril de 2022.

En la Figura 6 se puede observar la ubicación satelital de la Planta Piloto Agroindustrial, la cual se encuentra en el TEC en las siguientes coordenadas: 9°51'14"N 83°54'31"W.

Figura 6

Ubicación satelital de Planta Piloto Agroindustrial.



Nota: El punto rojo de la imagen indica la ubicación exacta de la instalación de Planta Piloto Agroindustrial. Tomado de Google Earth, 26 de abril de 2022.

Además, el proyecto se desarrolló en el segundo semestre del año 2022, abarcando los meses de julio-noviembre.

3.4. Sujetos de información

En la Tabla 5 se muestra los sujetos de información relacionados a CONARROZ para el desarrollo de los objetivos del trabajo de investigación.

Tabla 5

Sujetos de información para el cumplimiento de los objetivos específicos.

Puesto	Cantidad
Encargado de Fortalecimiento Industrial	1
Participantes del sondeo de aceptación del producto mediante grupos focales	32

3.5. Fuentes de información

Para cumplir con el primer y tercer objetivo del trabajo de investigación relacionado a la caracterización de la materia prima para la elaboración de fideos y al producto final, se

utilizaron diversas fuentes de información como la revisión bibliográfica de documentos, informes, tesis e investigaciones de otros autores referentes a la elaboración de análisis proximal y fisicoquímicos; esto con el fin de realizar de manera correcta los análisis de laboratorio requeridos.

En el caso del segundo objetivo, de igual forma se procedió a realizar una investigación bibliográfica de documentos relacionados a formulaciones para la elaboración de fideos de arroz, así como documentos con información de las etapas unitarias y los equipos necesarios para lograr obtener como producto final fideos de semolina y puntilla de arroz.

Finalmente, para lograr el cuarto objetivo sobre determinar la aceptación del producto final por parte del consumidor, se realizó una investigación de los tipos de análisis sensoriales existentes y la forma en la que estos se realizan, para finalmente elegir uno en específico y aplicarlo. Para poder aplicar el análisis sensorial seleccionado, se realizó una elección de personas por medio de la técnica de grupos focales.

3.6. Variables o categorías de análisis

En la Tabla 6 se muestran las variables o categorías de análisis necesarias para el cumplimiento de los objetivos específicos del trabajo de investigación.

Tabla 6

Variables y atributos necesarios en la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Objetivo específico	Variable/Atributo	Análisis de datos	Indicador/Unidad
Distinguir las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para la elaboración de fideos de arroz.	1.Humedad 2.Lípidos crudos 3.Fibra cruda 4.Cenizas 5.Carbohidratos 6.Proteína cruda 7.Tamaño de partícula 8.Color	Los datos se recolectaron mediante métodos como 1. Horno de secado 2. Extracción Soxhlet 3. Mufla y 6. Método Kjeldahl, Tamices y Colorimetría, estos datos se tabularon en	1. % humedad 2. % lípidos crudos 3. % fibra cruda 4. % cenizas 5. % ELN 6. % proteína cruda 7. Tamaño de partícula (µm) 8. L*a*b*

			Excel y se aplicó una estadística básica descriptiva con medidas de tendencia central y de dispersión de datos.	
Establecer una secuencia de operaciones para la obtención de fideos de arroz tomando en cuenta requerimientos técnicos del proceso.	1.Peso de materia prima 2.Granulometría 3.Humedad 4.Tiempo de secado 5.Temperatura de secado	Se realizaron varias mediciones mediante 1. Balanza 2. Tamices 3. Horno de secado 4. Cronómetro y 5. Termómetro. Luego estos datos se tabularon en Excel y se promediaron.	1. Gramos y kilogramos 2. Tamaño de partícula (µm) 3. % humedad 4. Segundos, minutos, horas 5. Grados Celsius (°C)	
Caracterizar el producto final mediante un análisis proximal y físico que sirvan de base para su posterior industrialización.	1.Humedad 2.Lípidos crudos 3.Fibra cruda 4.Cenizas 5.Carbohidratos 6.Proteína cruda 7.Tamaño de partícula 8.Color	Los datos se recolectaron mediante métodos como 1. Horno de secado 2. Extracción Soxhlet 3. Mufla y 6. Método Kjeldahl, 7. Tamices y 8. Colorimetría, estos datos se tabularon en Excel y se aplicó una estadística básica descriptiva con medidas de tendencia central y de dispersión de datos.	1. % humedad 2. % lípidos crudos 3. % fibra cruda 4. % cenizas 5. % ELN 6. % proteína cruda 7. Tamaño de partícula (µm) 8. L*a*b*	
Determinar la aceptación de los fideos de arroz por parte de los consumidores	1.Color 2.Olor 3.Tamaño 4.Sabor 5.Textura	Se seleccionó una cantidad estratégica de personas y luego se preparó el	Nivel de aceptación de los consumidores.	

<p>mediante un análisis sensorial del producto.</p>	<p>producto final. Las personas probaron, observaron y evaluaron el producto, dando sus resultados por escrito mediante la herramienta de Escala hedónica y de manera oral. Los datos obtenidos de la herramienta se promediaron para determinar la aceptación del producto.</p>
---	--

3.7. Herramientas

Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del trabajo se necesitaron diversas herramientas como las que se detallan a continuación. Para el primer y tercer objetivo relacionados a caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la puntilla, semolina y fideos de arroz se utilizaron equipos específicos de laboratorio como molino para preparación de muestras Grindomix GM200, tamizador Cole-Parmer, balanza analítica Ohaus, colorímetro ColorTec-PCM, Medidor de a_w AquaLab 4TEV, estufa Lab Companion, sistema de digestión de proteína Gerhardt Turbotherm, neutralizador Gerhardt Turbosog y un destilador Gerhardt Vapodest 20s, equipo extractor de grasa ANKOM XT10, selladora de calor Impulse Foot Sealer, analizador de fibra Ankom Delta, muflas (Thermolyne y Fisher Isotemp 184^a) y equipo analizador de textura Stable Micro Systems.

En el caso del segundo objetivo de establecer las etapas unitarias para la obtención de fideos de arroz se utilizaron una serie de utensilios de cocina para dosificar (cucharas,

tazas medidoras, ollas), moldear y cortar (máquina manual de pasta CucinaPro, cuchillos, bandejas) y cocción (horno de convección HF 45-65/5G, cocina de gas Vegga).

En el cuarto objetivo relacionado al sondeo de aceptación de los fideos, se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, la cual se muestra en la Tabla 7. En el Apéndice C38 se muestra la herramienta completa utilizada para obtener la información de aceptación de los fideos por parte de los participantes. Finalmente, para la recolección, cálculo y análisis de todos los datos necesarios de los cuatro objetivos específicos, se utilizó una hoja electrónica de cálculos de Excel.

Tabla 7

Escala hedónica de 5 puntos.

Nivel de agrado	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Ni me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta moderadamente	4
Me gusta mucho	5

3.8. Sistematización de los objetivos

3.8.1. Distinguir las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para la elaboración de fideos de arroz.

Para este objetivo se procedió a recibir primeramente la materia prima, la cual fue brindada por CONARROZ. Se recibieron tres entregas de 5 kg de semolina y 5 kg de puntilla, las cuales provenían de tres industrias diferentes. Se recolectó información de procedencia, peso y fecha de entrega. Seguidamente, con ayuda de la información recolectada previamente gracias a la revisión bibliográfica, se procedió a realizar las pruebas de laboratorio necesarias para la caracterización de la materia prima, las cuales fueron realizadas en el laboratorio de la Planta Piloto Agroindustrial de la Escuela de Agronegocios en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El primer paso realizado fue la selección de la muestra, la cual fue escogida de manera aleatoria dentro de la materia prima aportada por CONARROZ. Este procedimiento se realizó repetidamente para la elaboración de todos los análisis de laboratorio los cuales serán explicados a continuación.

Granulometría: Esta prueba se realizó en el tamizador Cole-Parmer y se utilizó una balanza analítica Ohaus para el pesaje de la muestra y los tamices utilizados, además se utilizó el molino para preparación de muestras Grindomix GM200.

Procedimiento: Se realizó la selección de los tamices a utilizar y se colocaron en orden descendiente de arriba hacia abajo, es decir, la muestra se añadió al tamiz con mayor tamaño (850 µm, 425 µm, 300 µm, 250 µm, 150 µm, 106 µm). Una vez seleccionado y colocado los tamices, se procedió a pesar y anotar 200 gramos de muestra, la cual se añadió al tamizador y luego se puso a funcionar durante 10 minutos a una fuerza nivel 4. Mediante la vibración del equipo, la materia prima se fue separando según su tamaño en cada uno de los tamices. Finalmente, cuando el equipo culminó su función, se procedió a pesar el contenido de materia prima retenida en cada tamiz y por medio de la Ecuación (1) se determinó el porcentaje de cada tamaño de partícula de la materia prima.

En el caso de la puntilla, esta recibió un tratamiento previo a ser tamizada. Se sometió a un molido en el Grindomix GM200; el cual se ajustó a 8 000 rpm durante 30 segundos con 3 repeticiones.

$$\% \text{ tamaño partícula} = \frac{(100 \times \text{cantidad muestra de tamaño } x)}{\text{cantidad total de muestra tamizada}} \quad 1$$

Color: Se utilizó un colorímetro ColorTec-PCM y espátula.

Procedimiento: En una caja Petri se colocó una capa gruesa de muestra con ayuda de una espátula. Se tomó el colorímetro y se acercó a la muestra sin ser rozada por el equipo, manteniendo una posición cercana a los 0,5 mm, una vez a esta altura sobre la

superficie de la muestra, se presionó el botón correspondiente y se anotaron los datos lanzados por el mismo ($L \cdot a \cdot b^*$).

Actividad del agua (a_w): Se utilizó en el equipo AquaLab 4TEV, los porta muestra del mismo equipo, pinzas y espátula.

Procedimiento: Con ayuda de las pinzas, se colocó el porta muestra AquaLab en el equipo y con una espátula se le añadió muestra hasta llegar a la mitad de la capacidad de la cápsula, se cerró la tapa del equipo y se puso a funcionar.

Después de obtener la información principal, se procedió a realizar muestras de los subproductos de arroz para realizar las pruebas de análisis proximal, las cuales toman en cuenta 6 parámetros que se explicarán a continuación según FAO (2020).

Humedad: La humedad se valoró por medio de análisis gravimétrico y se utilizaron equipos como estufa Lab Companion, balanza analítica Ohaus, cápsulas de aluminio, pinzas y espátula.

Procedimiento: Primeramente, se seleccionaron las cápsulas de aluminio y se sometieron a la estufa a 105 °C durante 1 hora. Seguidamente, se colocaron en el desecador durante 5 minutos para que las mismas alcanzaran una temperatura ambiente. Una vez frías, con ayuda de las pinzas, se tomó una cápsula y se determinó el peso, el cual fue tarado y con ayuda de una espátula se añadió una cantidad de muestra hasta cubrir el fondo de la cápsula, este peso fue anotado y la cápsula fue trasladada a la estufa con ayuda de las pinzas. El procedimiento se repitió con 4 muestras más de cada materia prima y se sometieron a una temperatura de 105 °C durante 12 horas.

Una vez transcurrido el tiempo, las cápsulas fueron trasladadas con ayuda de las pinzas al desecador y una vez frías, fueron pesadas para finalmente, mediante la Ecuación (2) determinar el porcentaje de humedad.

$$\text{Humedad (\%)} = 100 * (B - A) - \frac{(C - A)}{(B - A)}$$

2

A=Peso del porta muestra seco y limpio (g)

B=Peso del porta muestras + muestra húmeda (g)

C=Peso del porta muestras + muestra seca (g)

Proteína: Se determinó por medio del método Kjeldahl y se utilizaron equipos como balanza analítica Ohaus, un sistema de digestión de laboratorio Gerhardt Turbotherm y el neutralizador Gerhardt Turbosog y un destilador Gerhardt Vapodest 20s, vidrios reloj, pipetas de 25 ml, peras de succión, probetas de 50 ml, buretas de 50 ml, soportes de hierro, prensas para bureta, Erlenmeyer 500 ml, espátulas.

Procedimiento: Primeramente, para la digestión se pesó aproximadamente 1 g de muestra homogénea y se introdujo en el matraz de digestión, esto se repitió tres veces. Se añadió 3,58 g de K₂SO₄ y 0,41 g de CuSO₄.5H₂ a cada matraz, posteriormente se le añadió 20 ml de ácido sulfúrico al 98% y se agitó suavemente. Se colocaron los matraces en la unidad de digestión y en el bloque calefactor y se calentó a 350-380°C hasta observar humos blancos; cuando estos humos aparecieron, fue necesario dejar las muestras durante más tiempo hasta que se observó que las mismas presentaron un color traslúcido (alrededor de 80 minutos). Las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante 10 minutos y luego se le añadieron 50 ml de agua destilada de manera sutil y delicada.

Para el caso de la destilación, cada matraz recibió 50 ml de solución de hidróxido de sodio al 50% para neutralizar el pH de la muestra y convertir el NH₄⁺ en NH₃. Este último fue capturado gracias al equipo en una solución de 50 ml de ácido bórico al 4% con 10 gotas de indicador de Tashiro (azul de metileno-rojo de metilo) que se preparó durante la etapa de digestión. En la solución de ácido bórico se capturó el condensado, tardando así alrededor de 5 minutos cada muestra.

Finalmente, para la valoración se tituló con disolución de H₂SO₄ hasta que la solución alcanzó un ligero color violeta. El porcentaje de proteína cruda se calculó según la Ecuación (4), después de realizar la Ecuación (3).

$$\text{Nitrógeno de la muestra} = \frac{(A - B) \times C \times 1,4007}{D} \quad 3$$

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \text{Nitrógeno de la muestra} \times 5,95 \quad 4$$

A= H₂SO₄ usado en la titulación (ml)

B= H₂SO₄ usado en la titulación del blanco (ml)

C=Normalidad del H₂SO₄

D=Peso de la muestra (g)

Lípidos: Este componente se realizó por medio del método de extracción continua con éter de petróleo como solvente de extracción en equipo ANKOM XT10 y diferencias de pesos. Se utilizaron equipos como ANKOM XT10, bolsas filtrantes XT4, balanza analítica Ohaus, pinzas, guantes y selladora de calor Impulse Foot Sealer.

Procedimiento: Primeramente, se tomó una bolsa de filtro XT4, se identificó con un código con lápiz y se determinó la masa en balanza analítica. Seguidamente, se le agregó a la bolsa aproximadamente 2 gramos de muestra, determinando la masa en balanza analítica. Una vez anotada la masa, se selló la bolsa con selladora. El procedimiento se realizó de manera triplicada. Una vez selladas las bolsas, se colocaron en estufa a una temperatura de 102 °C y se dejaron en secado durante toda la noche. Una vez cumplido el tiempo, se colocaron las muestras en un desecador durante 5 minutos para enfriar. Cuando terminó el tiempo de espera, se determinó el peso de cada una de las muestras en balanza analítica.

En consiguiente, se encendió el equipo Ankom XT10, se retiró el soporte y se colocaron las muestras (aproximadamente 15 bolsas) y después se introdujeron en el equipo nuevamente. Se añadió 350 ml de disolvente; 200 ml directamente en el recipiente calefactor y 150 ml en la cápsula de teflón, después de que la cápsula es colocada en el recipiente y cerrado se puso a funcionar el equipo. Cuando la extracción se completó, se retiraron las muestras del equipo y se dejaron enfriar en el desecador para finalmente

ser pesadas en balanza analítica. El contenido de lípidos crudos se determinó mediante la Ecuación (5).

$$\text{Lípidos crudos (\%)} = 100 \times \frac{B - A}{C} \quad 5$$

A=Peso de muestra residual + peso bolsa filtro (g)

B=Peso de muestra seca + peso bolsa filtro (g)

C=Peso de la muestra (g)

Fibra cruda: Esta prueba se obtuvo por medio de diferencia de peso al ser digerida por soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinación el residuo. Se utilizaron equipos como el analizador de fibra Ankom Delta, estufa, muflas (Thermolyne y Fisher Isotemp 184^a), bolsas filtrantes F57, balanza analítica Ohaus selladora de calor Impulse Foot Sealer, pinzas, espátula, Beakers, crisoles de porcelana y desecador.

Procedimiento: Se enumeró cada una de las bolsas filtrantes para las muestras, incluido las dos del blanco, se pesaron, se registró el peso y se sellaron las dos bolsas del blanco. Se pesó de 0,95 a 1 g de muestra en cada bolsa, se registró el peso y se sellaron las bolsas filtrantes para luego ser agitados para esparcir la muestra dentro de ellas. Es necesario desengrasar las muestras para ello se colocaron en un beaker las bolsas y se añadió éter de petróleo hasta cubrir todas las bolsas, se dejó remojando 10 minutos. Se sacaron las bolsas y se coloraron en una toalla de cocina para que se volatilizara el éter de petróleo aproximadamente por 15 minutos. Fue colocada cada una de las bolsas en el rack del equipo, para luego introducirlo dentro del equipo analizador de fibra, al cual fue verificado el agua, el desagüe y la manguera de los reactivos correctamente colocados. Se encendió el equipo, se seleccionó el método de fibra cruda para ponerlo a accionar.

Una vez terminado el proceso de extracción del equipo, fue sacado el rack con las bolsas filtrantes, se escurrió el agua presionando un poco las bolsas y se dejó secar por 5 minutos, nuevamente se colocaron las bolsas filtrantes dentro de un beaker, se le agregó acetona hasta cubrir las bolsas y se dejó durante 5 minutos. Se sacaron las bolsas del

beaker y se colocaron en una toalla de cocina para que se volatilizara la acetona. Se colocaron dentro de otro beaker seco y luego se introdujo dentro de una estufa a una temperatura de 105 °C durante 2 horas. Pasado el tiempo se sacó y se introdujeron dentro de un desecador para dejar enfriar a temperatura ambiente durante 15 minutos. Las bolsas filtrantes fueron pesadas y se registró el peso. Por último, se pesaron cada uno de los crisoles y se registró la masa, se colocó en cada crisol una de las bolsas filtrantes donde fue necesario doblarlas, se calcinó en las muflas a 600 °C durante 12 horas, pasado el tiempo, se sacaron los crisoles y se colocaron en un desecador para dejar enfriar a temperatura ambiente durante 15 minutos y se pesó cada crisol para calcular la pérdida de materia orgánica. En la Ecuación (6) se muestra la forma de determinar la fibra cruda (%).

$$Fibra\ cruda\ (\%) = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2} \quad 6$$

W1=Masa de la bolsa vacía (g)

W2=Masa de la muestra (g)

W3=Masa de la materia orgánica (g)

C1=Factor del blanco (es el promedio de la pérdida de masa al calcinar de las bolsas del blanco dividido por la masa de las bolsas del blanco al inicio)

Cenizas: El contenido de cenizas se determinó mediante la calcinación de la muestra y diferencia de pesos. Se utilizaron equipos como Muflas (Thermolyne y Fisher Isotemp 184^a), estufa, quemador, trípode, cedazos de asbesto, balanza analítica OHAUS, crisoles de porcelana, desecador, pinzas y espátula.

Procedimiento: Inicialmente, se pesó el crisol previamente secado en estufa, luego se le añadió aproximadamente 5 g de muestra. Con la ayuda de un quemador, trípode y cedazo de asbesto se carbonizó la muestra, posteriormente se colocó cada crisol en la mufla a una temperatura de 600°C durante 12 horas. Una vez acabado el tiempo, se colocaron los crisoles de porcelana en el desecador durante 20 minutos para dejar enfriar a temperatura ambiente y cuando ya estaban frías se pesaron. Con la ayuda de la Ecuación (7) se determinó las cenizas (%).

$$\text{Cenizas (\%)} = 100 \times \frac{A - B}{C} \quad 7$$

A=Peso del crisol con muestra (g)
 B=Peso del crisol con la ceniza (g)
 C=Peso de la muestra (g)

Media o Promedio: Se calcula empleando la Ecuación (8).

$$\bar{X} = \frac{x_1n_1 + x_2n_2 + x_3n_3 + \dots + x_n n_n}{N} \quad 8$$

\bar{x} =Media o promedio
 x =Valor de la variable x
 n =Frecuencia correspondiente a cada valor

Desviación Estándar: Se calcula empleando la Ecuación (9)

$$S = \sqrt{S^2} \quad 9$$

S=Desviación estándar
 S²=Varianza

3.8.2. Establecer las etapas unitarias para la obtención de fideos de arroz tomando en cuenta requerimientos técnicos del proceso.

Para cumplir con este objetivo, primeramente, se tomó como base la investigación bibliográfica, la cual permitió obtener información de procedimiento y datos técnicos para estructurar la elaboración de fideos. Una vez realizada la revisión, se prosiguió con la creación de un diagrama de flujo de proceso, en donde se colocaron todas las etapas unitarias de manera ordenadas, además de colocar otros datos técnicos en cada etapa, tales como tiempo, temperaturas, granulometría y demás.

La estandarización de la formulación se realizó mediante varias pruebas de aproximadamente 75 g, tomando como variables factores técnicos de porcentajes de semolina y puntilla de arroz y demás ingredientes, así como el tiempo y temperatura de secado. Para este paso, fue necesario una herramienta (Tabla 8) con la Ecuación (10) en la cual se pudieron generar variaciones en la proporción de ingredientes a partir de formulaciones identificadas, una de estas fue 75,71% de harina de puntilla de arroz, 10% de harina de semolina de arroz, 4,28% de almidón de yuca, 8,57% de agua y 1,42% de

sal. Una vez realizadas las pruebas, se eligió la opción que mejor se adaptó a los parámetros de la revisión bibliográfica previamente realizada o bien, a criterio del investigador.

Tabla 8

Herramienta para Formulaciones de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Ingredientes	Porcentaje (%)	Peso (g)
Ingrediente 1		
Ingrediente 2		
Ingrediente n		
Total	100%	XX g

$$\text{Peso ingrediente (g)} = \text{Cantidad final (g)} \times \text{Porcentaje (\%)} \quad 10$$

3.8.3. Caracterizar el producto final mediante un análisis proximal y físico que sirvan de base para su posterior industrialización.

Para poder cumplir con este objetivo, fue necesario seguir una serie de pasos. Primeramente, se procedió a realizar muestras del producto terminado de fideos de arroz para realizar las pruebas de análisis proximal. Para cumplir con este análisis, fue necesario seguir detalladamente los pasos para cada una de las pruebas que se explican en el apartado de sistematización de datos del objetivo 1 (3.8.1).

3.8.4. Realizar un sondeo de aceptación de los fideos de arroz por parte de los consumidores aplicando un análisis sensorial al producto.

Para cumplir con este objetivo, primeramente, se buscó y seleccionó una cantidad aceptable de personas según la teoría para que probaran el producto final, esto mediante la técnica de grupos focales. Seguidamente, se preparó el producto final, es decir, se cocinaron los fideos, los cuales se sometieron a un tiempo de cocción de 4 minutos en una salmuera de 1% de sal, en donde predominó el sabor como tal de los fideos. Por otro lado, con el fin de poder realizar una comparación de los atributos de la pasta elaborada, se incluyó en el análisis sensorial otra muestra de fideos de una marca conocida a nivel nacional, Roma; estos fideos fueron cocinados en una salmuera de 1%

de sal durante 8 minutos. Además, se preparó un documento en donde la persona realizó la evaluación sensorial, es decir, donde pudo evaluar cada atributo del producto, tales como color, tamaño, olor, sabor, textura y demás. En el Apéndice C38 se muestra un ejemplo de la información que cada persona que formó parte del panel sensorial llenó. Asimismo, se muestra en el Apéndice C37 la hoja de consentimiento que firmaron cada uno de los participantes. El sondeo de aceptación se realizó por medio de 4 grupos focales, en total participaron 32 personas, divididos en 4 eventos de 7, 9, 6 y 10 personas, quienes tenían conocimiento acerca de pastas y experiencia cocinando las mismas. Una vez que las personas evaluaron las muestras de manera escrita, se procedió a comentar de manera grupal sobre algunas observaciones y recomendaciones para con las muestras.

El análisis sensorial de 3 focus group se realizó en el aula G1-02 de la Escuela de Agronegocios, la cual previamente se adecuó a la situación, es decir, se colocaron solo 12 espacios con cierta distancia. También, el lugar se encontraba en pleno silencio y debidamente ventilado. El último focus group se realizó en la zona de Guápiles, Cascadas, en el salón comunal de la comunidad. De igual manera, el lugar fue previamente preparado para que se encontrara en todas las condiciones necesarias para realizar la degustación de las muestras,

Con los datos obtenidos de la prueba de agrado, se separaron por producto final, es decir, el fideo de arroz elaborado en el proyecto y fideos de marca Roma. Seguidamente se promediaron los datos por atributo evaluado como resultado del panel sensorial y se analizaron los resultados para obtener el nivel de agrado de los fideos de semolina y puntilla de arroz.

Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados

4.1. Características fisicoquímicas de la materia prima

Para caracterizar la puntilla y la semolina de arroz, materia prima para la elaboración de fideos, se realizaron una serie de análisis de laboratorio como granulometría, color, actividad del agua, contenido de humedad, proteína, lípidos, fibra cruda y cenizas.

Se tomaron 5 muestras de tres lotes de semolina y puntilla de arroz producidos por industrias arroceras asociadas a CONARROZ para las pruebas de granulometría, color, actividad del agua, contenido de cenizas y humedad. En el caso de las pruebas de contenido de fibra cruda, proteínas y lípidos, se realizó por medio de muestra por triplicado. El lote M1 provenía de INTERGLO, El Roble de Puntarenas el día 11 de agosto de 2022. El lote M2 también tenía como procedencia de INTERGLO, El Roble de Puntarenas el día 18 de agosto de 2022 y, finalmente, el lote M3 tenía una procedencia de COOPARROZ, Parrita el día 25 de agosto de 2022.

4.1.1. Semolina de arroz

Granulometría

En las Tablas 9, 10 y 11 se puede observar un promedio del porcentaje de tamaño de partícula de una muestra por triplicado de tamizado de semolina del lote M1, M2 y M3, respectivamente.

Tabla 9

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M1.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	22,0060	24,2032	24,2273	23,4788
0,425	32,0858	42,4801	52,1436	42,2365
0,300	29,2914	16,8825	11,8146	19,3295
0,250	11,6766	13,0478	11,0668	11,9304
0,150	4,6906	3,2371	0,7478	2,8918
0,106	0,2495	0,1494	0,0000	0,1330

≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
---------------	--------	--------	--------	--------

Tabla 10

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M2.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	25,4355	22,6887	24,2258	24,1167
0,425	40,2190	40,2299	45,9540	42,1343
0,300	22,8472	28,3858	16,8332	22,6887
0,250	8,6112	7,3463	11,8881	9,2819
0,150	2,7875	1,2994	1,0490	1,7119
0,106	0,0996	0,0500	0,0500	0,0665
≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 11

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de semolina lote M3.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	14,5500	17,4888	17,4065	16,4818
0,425	59,7500	65,0224	59,0025	61,2583
0,300	15,9500	13,5027	16,6584	15,3704
0,250	8,6500	3,2885	5,4863	5,8083
0,150	1,0000	0,6477	1,3965	1,0147
0,106	0,1000	0,0498	0,0499	0,0666
≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Al observar los resultados del tamaño de partícula de la semolina de arroz, se puede determinar que para el caso del lote M1 la mayor cantidad del producto queda retenida en el tamiz de 0.425 mm, con un 42.24%. Lo mismo se observa en los lotes M2 y M3, con un porcentaje de semolina de 42.13% y 61.26% respectivamente. Además, la cantidad de semolina con un tamaño menor se encuentra en el tamiz de 0.106 mm, sin

embargo, la cantidad existente es mínima, de un 0.13%, 0.07% y 0.07% para la M1, M2 y M3 respectivamente.

Dussán-Sarria, Hurtado-Hurtado, & Camacho-Tamayo (2019), mencionan que el tamaño de partícula aceptado para las harinas se encuentra entre 0.425 mm y 0.150mm. Por lo tanto, para la elaboración de la harina de semolina y puntilla de arroz en el proyecto actual se tomó como base un intermedio de tamaño de partícula y se trabajó con harinas de 0.250 mm. Esto como resultado de observar con detenimiento la materia prima con cada uno de los tamaños mencionados en la teoría, ya que en el tamiz de 0.425 mm la semolina contaba aún con un tamaño muy grueso, además de presencia de cascarilla y puntilla de arroz.

En el caso del tamiz de 0.300 mm la puntilla desapareció, pero se notaba presencia de restos de cascarilla. En los siguientes tamices no se presencié ningún material ajeno a la semolina, sin embargo, se eligió utilizar la semolina de un tamaño de 0.250 mm ya que el grosor de esta se veía agradable a la vista y la cantidad aprovechada sería mayor en comparación con la semolina de 0.150 mm y 0.106 mm. De esta manera y tomando en cuenta los datos arrojados en el análisis de granulometría de la semolina, se aprovecha de un 5-12% de esta materia prima. Sin embargo, en caso de una posterior industrialización del proceso, se debe someter la materia prima a equipos para molienda más especializados que permitan obtener un mayor rendimiento en la granulometría deseada.

Por otro lado, al realizar una comparación de la granulometría entre los 3 lotes, se pudo observar una diferencia entre los lotes provenientes de El Roble de Puntarenas (M1 y M2) y Parrita (M3). A manera general, en los lotes M1 y M2 se encontró mayor presencia de partículas grandes de tamaños mayores o iguales a 0.850 mm, como por ejemplo puntilla de arroz y ciertas cascarillas. Mientras que en el M3 la cantidad de puntilla de tamaño de 0.850 mm disminuyó, pero al contrario de las muestras anteriores, aumentó la materia en el tamiz de 0.425 mm, presenciando diferencias de aproximadamente 2%. También se notó una disminución en la cantidad de semolina de tamaños entre 0.300 mm y 0.106 mm en el M3.

Estas diferencias pueden estar asociadas a cada una de las empresas que se encargan de procesar el grano de arroz, en este caso INTERGLO y COOPARROZ, esto debido a que dependiendo de los equipos que se utilicen para el descascarillado, molienda y selección y las Buenas Prácticas de Manufactura en las industrias, puede que se generen más fracturas en los granos, o bien que el limado del grano sea más fino o más grueso o que la separación de subproductos se haga con más detenimiento y precisión.

Figura 7

Granulometría en semolina de arroz.



Nota: Las bolsas están acomodadas de mayor a menor tamaño de partícula de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo. El tamaño de partícula escrito en las bolsas se encuentra en micrómetros.

Color

En las Tablas 12, 13 y 14 se puede observar el promedio de las tres coordenadas rectangulares del sistema de Hunter (L^* a^* b^*) obtenidas de la muestra por quintuplicado realizada a la semolina de lotes M1, M2 y M3, respectivamente.

Tabla 12*Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M1.*

Dato	Media	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	24,042	1,062	95%	1,202
a*	4,376	0,702		0,794
b*	11,180	1,187		1,343

Tabla 13*Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M2.*

Dato	Media	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	25,418	2,2558	95%	2,5526
a*	4,326	0,7662		0,8671
b*	13,014	1,6335		1,8485

Tabla 14*Promedio del rango de color en muestras de semolina lote M3.*

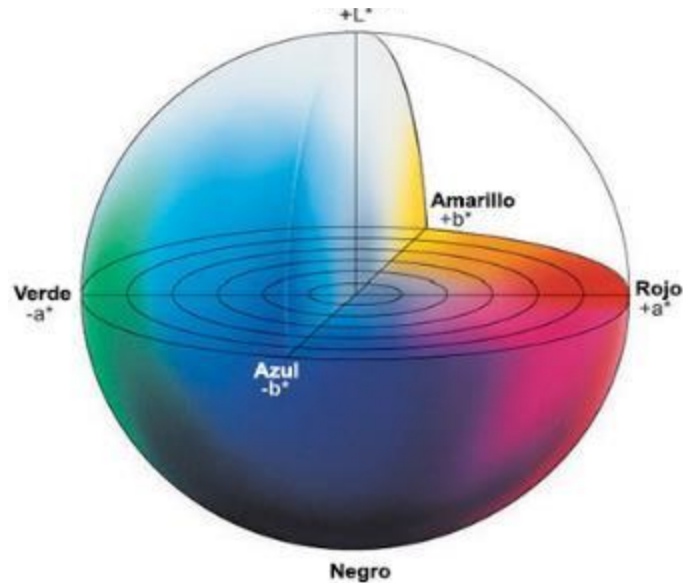
Dato	Media	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	29,336	2,3269	95%	2,6331
a*	5,908	0,6757		0,7646
b*	14,316	0,9105		1,0304

Al realizar una comparación con los promedios de las coordenadas de color de cada lote, se logra observar que no existe una diferencia significativa entre los lotes M1, M2 y M3. Según Ah-Hen & Mathias-Retting (2014), la *L* significa luminosidad y entre mayor sea el número en una escala del 0-100, más blanco es el color, siendo el otro extremo el color negro. En el caso de la semolina, la luminosidad se encuentra entre rangos de 24-29.5, lo que se interpreta como un color oscuro. En el caso de la *a**, los valores son positivos en un rango de 4-6, por lo tanto, la muestra va tomando un color rojizo, mientras que los

valores de b^* se encuentran entre 11-14.5, dirigiéndose a una tonalidad amarilla, tal como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Espacio de color CIE $L^*a^*b^*$.



Tomado de *Konica Minolta Sensing Americas*, 2022.

Actividad del agua (a_w)

En las Tablas 15, 16 y 17 se presenta el valor de a_w y la temperatura de cada una de las muestras por quintuplicado realizadas a los lotes de semolina M1, M2 y M3. Además, se presenta el promedio por lote, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 15

Valores de A_w en muestras de semolina lote M1.

Repetición	Temperatura (°C)	Valor A_w	Media ($\pm 0,0051$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	24,82	0,6649			
2	24,86	0,6735			
3	24,58	0,6742	0,6726	0,0045	95%
4	24,81	0,6769			
5	24,67	0,6733			

Tabla 16*Valores de Aw en muestras de semolina lote M2.*

Repetición	Temperatura (°C)	Valor Aw	Media (±0,0015)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	25,03	0,6490			
2	25,00	0,6478			
3	25,09	0,6497	0,6480	0,0013	95%
4	25,01	0,6469			
5	25,07	0,6467			

Tabla 17*Valores de Aw en muestras de semolina lote M3.*

Repetición	Temperatura (°C)	Valor Aw	Media (±0,0125)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	25,12	0,5829			
2	25,15	0,5813			
3	25,07	0,5756	0,5731	0,0111	95%
4	25,15	0,5554			
5	25,16	0,5701			

Al analizar los resultados, se puede observar que los lotes M1 y M2 cuentan con promedios de Aw de 0.6726 y 0.6480 respectivamente, mientras que el lote M3 tiene un promedio de 0.5731. Según Tapia (2020), cuando los alimentos presentan un Aw inferior a 0,60 no hay crecimiento microbiano, sin embargo, pueden existir microorganismos en el alimento durante largos periodos sin dañar al mismo.

Tomando en cuenta lo anterior, los lotes M1 y M2 están más propensos a tener una contaminación por microorganismos, ya que su valor de Aw se encuentra por encima del límite inferior. Mientras que el lote M3 sí se encuentra por debajo del límite. De igual manera, Cardona Serrate (2019) menciona que el Aw está relacionado a la vida útil y calidad del alimento, por tanto, entre mayor sea el Aw, mayor probabilidad de

contaminación por microorganismos va a tener, y, por ende, su tiempo útil va a disminuir al igual que su calidad, como lo es en el caso de los lotes M1 y M2.

Humedad

En las Tablas 18, 19 y 20 se observa el porcentaje de humedad presente en una muestra por quintuplicado de semolina de lotes M1, M2 y M3. Además, se puede observar la media de porcentajes de humedad, así como la desviación estándar de la muestra y el intervalo de confianza.

Tabla 18

Contenido de humedad en muestras de semolina lote M1.

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,1595$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	J4	9,4099			
2	F5	9,5722			
3	J1	9,3755	9,3765	0,1409	95%
4	H5	9,3459			
5	J5	9,1788			

Tabla 19

Contenido de humedad en muestras de semolina lote M2.

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,0423$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	F1	10,0468			
2	J7	10,1292			
3	J6	10,1043	10,0860	0,0374	95%
4	O7	10,1033			
5	H1	10,0464			

Tabla 20*Contenido de humedad en muestras de semolina lote M3.*

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,1625$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	J5	9,0308			
2	O5	8,8478			
3	H9	8,7655	8,9468	0,1436	95%
4	F4	9,1272			
5	J9	8,9628			

Los lotes M1, M2 y M3 cuentan con un promedio de humedad de 9.38%, 10.09% y 8.95% respectivamente. Se puede observar una diferencia entre los lotes M1 y M2 con respecto al lote M3, siendo este último el que presenta menor humedad. Dichos datos pueden estar relacionados al tiempo de almacenamiento, o bien, al empaque en el cual fueron almacenados. Ya que, en el caso de los dos primeros lotes, antes del análisis estuvieron más tiempo almacenados en comparación con el lote M3. En relación con el empaque, el lote M3 se encontraba almacenado en una bolsa plástica de material de alta densidad, mientras que los lotes M1 y M2 se encontraban en sacos; por lo que estos últimos pudieron haber absorbido más humedad durante el tiempo en el que estuvieron almacenados.

Según Mata (2011), la cantidad de humedad presente en la semolina de arroz es de 9.5%. Por tanto, se puede decir que los datos de humedad obtenidos para cada lote son muy cercanos al dato teórico. De igual manera, ACP (2022) menciona que la humedad del producto va en relación con el A_w del mismo, así que se puede ver la relación existente entre estos dos parámetros, donde el lote M3 que presenta un A_w menor, también cuenta con una humedad menor, mientras que los lotes M1 y M2 presentan una humedad mayor en relación con el A_w . De esta manera, el lote que presenta mayor estabilidad en cuanto a vida útil y calidad es el lote M3.

Proteína

En las Tablas 21, 22 y 23 se tabula el porcentaje de nitrógeno y proteína presente en la semolina de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se

puede observar la media de porcentaje de proteína de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 21

Contenido de proteína en muestras de semolina lote M1.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,1154$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M1.1S	1,4512	8,6346			
2	M1.2S	1,4654	8,7192	8,7305	0,1020	95%
3	M1.3S	1,4853	8,8376			

Tabla 22

Contenido de proteína en muestras de semolina lote M2.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,0560$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1S	1,4631	8,7053			
2	M2.2S	1,6867	10,0358	8,9927	0,9332	95%
3	M2.3S	1,3844	8,2370			

Tabla 23

Contenido de proteína en muestras de semolina lote M3.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 1,2852$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1S	2,0047	11,9282			
2	M3.2S	1,6859	10,0313	11,3405	1,1358	95%
3	M3.3S	2,0272	12,0621			

Como se puede observar, el contenido de proteína en los lotes M1 y M2 no presenta diferencias significativas, siendo 8.73% y 8.99% respectivamente, sin embargo, en el lote M3 se logra ver un aumento de un 2% aproximadamente con un valor de proteína de 11.34%. Este cambio, sin duda alguna, está relacionado a la procedencia de la materia prima, ya que los lotes M1 y M2 son de El Roble y el M3 de Parrita. Por lo tanto, el cambio

puede estar relacionado al tipo de siembra del arroz, así como el contenido de materia orgánica de la tierra, o bien, la cantidad y calidad de nutrientes que recibió el cultivo durante su desarrollo y crecimiento.

Tomando en cuenta la información brindada por Mata (2011), la semolina en base húmeda presenta un contenido de proteína de 12.4%. Dicho valor no se aleja mucho del contenido de proteína del lote M3, pero sí de los lotes M1 y M2.

Lípidos

En las Tablas 24, 25 y 26 se tabula el porcentaje de lípidos presente en la semolina de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se puede observar la media de porcentaje de lípidos de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 24

Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M1.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,7655$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M1.1S	10,6507			
2	M1.2S	10,2078	10,0602	0,6765	95%
3	M1.3S	9,3221			

Tabla 25

Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M2.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,7695$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1S	10,3292			
2	M2.2S	9,1717	9,5443	0,6800	95%
3	M2.3S	9,1319			

Tabla 26*Contenido de lípidos en muestras de semolina lote M3.*

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,8507$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1S	9,5678			
2	M3.2S	10,4281	10,3539	0,7518	95%
3	M3.3S	11,0659			

Mata (2011) menciona que la semolina en base húmeda presenta un contenido de lípidos de 15.8%. En este caso, se puede observar valores de 10.06%, 9.54% y 10.35% para los lotes M1, M2 y M3 respectivamente. Estos valores presentan una diferencia significativa de un 6% aproximadamente, lo que puede estar relacionado a la procedencia de la semolina, hállese de la variedad del arroz, así como el tipo de método utilizado para determinar el porcentaje de lípidos en las muestras.

Fibra cruda

En las Tablas 27, 28 y 29 se tabula el porcentaje de fibra cruda presente en la semolina de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se puede observar la media de porcentaje de fibra cruda de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 27*Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M1.*

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,2704$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M1.1S	13,7128			
2	M1.2S	13,6613	13,5499	0,2389	95%
3	M1.3S	13,2756			

Tabla 28*Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M2.*

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,9205$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1S	14,1681			
2	M2.2S	13,9279	13,5835	0,8134	95%
3	M2.3S	12,6545			

Tabla 29*Contenido de fibra cruda en muestras de semolina lote M3.*

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 1,6648$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1S	9,7938			
2	M3.2S	9,5902	10,5394	1,4712	95%
3	M3.3S	12,2342			

El contenido de fibra cruda determinado para la semolina de arroz se encuentra por encima del valor reportado por Mata (2011) de 7.5%, ya que para el caso del lote M1 el valor de fibra cruda es de 13.55%. Para el lote M2, el cual tiene la misma procedencia que el lote M1, tiene un 13.58% de fibra cruda; pero para el lote M3 su valor de fibra cruda es menor, con un 10.54%. Como se evidencia una vez más, existe diferencias en el contenido químico de la semolina que proviene de El Roble, en comparación con la semolina de Parrita.

Aun así, si bien los valores no son cercanos al dato teórico, el contenido de fibra cruda presente en el subproducto de semolina de arroz es de gran beneficio debido al uso o aprovechamiento que se le da actualmente, es decir, alimentación animal.

Cenizas

En las Tablas 30, 31 y 32 se observa el porcentaje de cenizas en una muestra por quintuplicado de semolina de tres lotes distintos: M1, M2 y M3. También se puede ver el

promedio de porcentaje de cenizas de la muestra en general, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 30

Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M1.

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 1,1036$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	S1	9,9367			
2	S2	8,5300			
3	S3	8,8159	8,4960	0,9752	95%
4	S4	7,5131			
5	S5	7,6841			

Tabla 31

Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M2.

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,1955$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	S1	8,9079			
2	S2	9,0863			
3	S3	8,6509	8,8777	0,1728	95%
4	S4	8,9801			
5	S5	8,7634			

Tabla 32

Contenido de cenizas en muestras de semolina lote M3.

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,7099$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	S1	5,8892			
2	S2	5,1604			
3	S3	6,7218	5,7174	0,6274	0,9500
4	S4	5,2774			
5	S5	5,5381			

La semolina de arroz presenta datos de contenido de cenizas de 8.50%, 8.88% y 5.72% para los lotes M1, M2 y M3 respectivamente. Al hacer la comparación con el dato teórico de 7.9% (Mata Arias, 2011), se puede observar que la diferencia en el caso del lote M1 y M2 no es mucha, mientras que en el caso del lote M3 la diferencia es mayor.

4.1.2. Puntilla de arroz

Granulometría

En las Tablas 33, 34 y 35 se puede observar un promedio del porcentaje de tamaño de partícula de una muestra por triplicado de tamizado de puntilla previamente molida del lote M1, M2 y M3, respectivamente.

Tabla 33

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M1.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	5,1269	7,2032	5,3892	5,9064
0,425	89,5968	86,4382	75,8483	83,9611
0,300	2,5884	2,7819	12,7246	6,0316
0,250	1,5928	2,4839	3,4930	2,5232
0,150	1,0951	0,8942	2,4451	1,4781
0,106	0,0000	0,1987	0,0998	0,0995
≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 34

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M2.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	9,5952	5,9263	7,6500	7,7238
0,425	67,0165	72,0120	59,9500	66,3261
0,300	12,2939	7,7689	15,2500	11,7709

0,250	3,9980	6,8725	9,9500	6,9402
0,150	6,6467	7,1713	7,0500	6,9560
0,106	0,4498	0,2490	0,1500	0,2829
≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 35

Promedio de porcentajes de granulometría en muestras de puntilla lote M3.

Tamaño del tamiz (mm)	Repeticiones (%)			Promedio (%)
	1	2	3	
≥0,850	8,0339	6,1347	8,1309	7,4332
0,425	62,8743	64,2893	55,5966	60,9200
0,300	16,6168	15,6608	20,3273	17,5350
0,250	3,2934	4,3890	5,9134	4,5320
0,150	8,3333	8,8279	9,5037	8,8883
0,106	0,8483	0,6983	0,5280	0,6915
≤0,106	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Para poder determinar el tamaño de partícula de la puntilla de arroz, se procedió a realizar una molienda seca según Pincirolí, Ponzio & Sasamendi (2015), donde se molió la puntilla de arroz sin presencia de agua con ayuda de un molino para preparación de muestras Grindomix GM200. Una vez realizado este proceso, se logró determinar que el tamaño de mayor presencia en la puntilla de arroz molida fue de 0.425 mm, al igual que la semolina, con un 60-84% de materia retenida en ese tamiz.

Ahora bien, la elección del tamaño de partícula de la puntilla se dio en relación con el tamaño elegido para la semolina, por lo tanto, también fue de 0.250 mm; esto con el fin de tener una harina final con el mismo tamaño de partícula. De igual manera, se revisó con detenimiento la demás materia retenida en los otros tamices, donde se pudo observar la presencia de cascarilla en el tamiz de mayor tamaño (0.850 mm) y en los demás solamente puntilla de arroz en diferentes tamaños. La cantidad aprovechada en el caso de la puntilla de arroz fue de un 2-7% de la materia prima

Por otro lado, al realizar una comparación de la granulometría entre los 3 lotes, se puede observar que no hay mayor diferencia de porcentaje de materia retenida en cada tamiz

entre cada lote. Sin embargo, el cambio que se presenta, puede estar relacionado al proceso de molienda de la muestra, es decir, la cantidad de materia por tanda utilizada en molino, ya que entre más muestra se añada al equipo, más difícil se hará la molienda.

Figura 9

Granulometría en puntilla de arroz molida.



Nota: Las bolsas están acomodadas de mayor a menor tamaño de partícula de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo. El tamaño de partícula escrito en las bolsas se encuentra en micrómetros.

Color

En las Tablas 36, 37 y 38 se puede observar el promedio de las tres coordenadas rectangulares del sistema de Hunter (L* a* b*) obtenidas de la muestra por quintuplicado realizada a la puntilla de lotes M1, M2 y M3, respectivamente.

Tabla 36

Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M1.

Dato	Media (±0,01)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	24,778	1,7853	95%	2,0202
a*	4,444	0,9335		1,0563

b*	10,928	1,0764	1,2180
----	--------	--------	--------

Tabla 37

Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M2.

Dato	Media ($\pm 0,01$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	27,526	1,4747		1,6688
a*	5,804	0,6305	95%	0,7135
b*	12,626	1,7345		1,9627

Tabla 38

Promedio del rango de color en muestras de puntilla lote M3.

Dato	Media ($\pm 0,01$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L*	29,268	1,7924		2,0283
a*	6,914	0,9324	95%	1,0551
b*	12,710	1,3752		1,5562

El promedio de la coordenada de L (luminosidad) tiene valores de 24.78, 27.53 y 29.27 para los lotes de M1, M2 y M3 respectivamente, lo que le da una ubicación en el espacio de color muy cercana al negro, es decir, un color oscuro. En el caso de la coordenada a^* tiene valores para el lote M1, M2 y M3 de 4.44, 5.80 y 6.91 respectivamente, lo que lo ubica en el área del color rojo, mientras que los valores de b^* son de 10.93, 12.63 y 12.71 para los lotes M1, M2 y M3 respectivamente, acercándose al color amarillo (Konica Minolta Sensing Americas, 2022).

Actividad del agua (a_w)

En las Tablas 39, 40 y 41 se presenta el valor de a_w y la temperatura de cada una de las muestras por quintuplicado realizadas a los lotes de puntilla M1, M2 y M3. Además, se presenta el promedio por lote, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 39*Valores de Aw en muestras de puntilla lote M1.*

Repetición	Temperatura (°C)	Valor Aw	Media ($\pm 0,0055$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	24,22	0,6640			
2	24,00	0,6719			
3	23,94	0,6710	0,6662	0,0049	95%
4	23,97	0,6624			
5	24,22	0,6618			

Tabla 40*Valores de Aw en muestras de puntilla lote M2.*

Repetición	Temperatura (°C)	Valor Aw	Media ($\pm 0,0012$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	24,87	0,6385			
2	24,98	0,6367			
3	24,96	0,6370	0,6379	0,0010	95%
4	24,98	0,6381			
5	24,99	0,6392			

Tabla 41*Valores de Aw en muestras de puntilla lote M3.*

Repetición	Temperatura (°C)	Valor Aw	Media ($\pm 0,0043$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	25,23	0,5970			
2	25,33	0,5987			
3	25,08	0,6011	0,6015	0,0038	0,9500
4	25,02	0,6048			
5	25,00	0,6058			

Se puede observar que los promedios de Aw en los 3 lotes presentan un valor de Aw por encima del límite inferior, con valores de 0.67, 0.64 y 0.60 para los lotes M1, M2 y M3 respectivamente. Por tanto, según Tapia (2020), en los tres lotes de puntilla de arroz hay

probabilidad de que se desarrollen microorganismos que puedan disminuir la vida útil y la calidad del producto, entre ellos levaduras osmofílicas y mohos xerófilos.

Humedad

En las Tablas 42, 43 y 44 se observa el porcentaje de humedad presente en una muestra por quintuplicado de puntilla de lotes M1, M2 y M3. Además, se puede observar la media de porcentajes de humedad, así como la desviación estándar de la muestra y el intervalo de confianza.

Tabla 42

Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M1.

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,0877$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	B5	11,5515			
2	F7	11,6579			
3	H1	11,7533	11,6580	0,0775	95%
4	J9	11,7058			
5	A7	11,6216			

Tabla 43

Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M2.

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,0601$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	F2	11,9442			
2	K2	11,9024			
3	H3	11,8864	11,9436	0,0531	95%
4	H6	11,9648			
5	O1	12,0201			

Tabla 44*Contenido de humedad en muestras de puntilla lote M3.*

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,0542$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	I2	11,4925			
2	F3	11,4729			
3	F1	11,3913	11,4394	0,0479	95%
4	J3	11,4532			
5	F6	11,3870			

La puntilla de arroz contiene un 11.2% de humedad (Mata Arias, 2011), y según los resultados prácticos, los datos de humedad para la puntilla estudiada son de 11.66%, 11.94% y 11.44%. Se puede observar que los valores obtenidos son muy cercanos al dato teórico. Además, también se logra apreciar que no hay una diferencia significativa entre los porcentajes de humedad de cada lote de materia prima. Sin embargo, sí se puede ver la relación proporcional entre la humedad y el Aw en cada lote, ya que el lote M3 es el que presenta menor porcentaje de humedad y menor Aw, mientras que el lote M2 cuenta con la mayor humedad, pero con el Aw intermedio, y finalmente, el lote M1 con la humedad intermedia, pero el Aw más alto. Estos últimos cambios pueden estar asociadas a la manipulación de la muestra a la hora de realizar cada procedimiento de medición, aun así, su comportamiento es muy parecido, pero sigue siendo el lote M3 quien lleva ventaja en razón a mayor vida útil y calidad del alimento.

Proteína

En las Tablas 45, 46 y 47 se tabula el porcentaje de nitrógeno y proteína presente en la puntilla de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se puede observar la media de porcentaje de proteína de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 45*Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M1.*

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,1417$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
------------	----	----------------	---------------	------------------------	---------------------------	--------------------

1	M1.1P	1,0413	6,1960			
2	M1.2P	1,0143	6,0352	6,1710	0,1252	95%
3	M1.3P	1,0558	6,2819			

Tabla 46

Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M2.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,1826$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1P	1,1329	6,7409			
2	M2.2P	1,0875	6,4704	6,6565	0,1614	95%
3	M2.3P	1,1358	6,7582			

Tabla 47

Contenido de proteína en muestras de puntilla lote M3.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,4175$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1P	1,1662	6,9392			
2	M3.2P	1,0685	6,3579	6,5173	0,3690	95%
3	M3.3P	1,0512	6,2548			

El contenido de proteína cruda de los lotes M1, M2 y M3 de puntilla de arroz es de 6.17%, 6.66% y 6.52% respectivamente. Al hacer una comparación con datos teóricos, Mata (2011) menciona que la puntilla de arroz contiene un 8.7% de proteína cruda. De esta manera se puede observar que los valores prácticos están por debajo del valor teórico, con una diferencia de 2% aproximadamente, sin embargo, son valores que siguen siendo próximos al dato de referencia y con mucha similitud entre las muestras estudiadas, lo cual, inicialmente indica un contenido posiblemente asociado a las condiciones de producción del grano, así como se indicó con el caso de la semolina.

Particularmente, estas variaciones en la cantidad de proteína entre cada lote y el dato teórico pueden ser debido a la variedad de arroz, así como el suelo en el que el mismo fue cultivado. O bien, el mantenimiento que recibió el cultivo durante toda su etapa de desarrollo y crecimiento.

Lípidos

En las Tablas 48, 49 y 50 se tabula el porcentaje de lípidos presente en la puntilla de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se puede observar la media de porcentaje de lípidos de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 48

Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M1.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,0146$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M1.1P	0,3601			
2	M1.2P	0,3803	0,3656	0,0129	95%
3	M1.3P	0,3564			

Tabla 49

Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M2.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,3147$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1P	1,0040			
2	M2.2P	0,6262	0,9329	0,2781	95%
3	M2.3P	1,1686			

Tabla 50

Contenido de lípidos en muestras de puntilla lote M3.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,0919$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1P	0,4476			
2	M3.2P	0,4182	0,3868	0,0812	95%
3	M3.3P	0,2945			

El dato de contenido de lípidos reportado por Mata (2011) es de un 1.6%, mientras que los valores obtenidos al determinar el contenido de lípidos de los lotes M1, M2 y M3 fueron de 0.37%, 0.93% y 0.39% respectivamente. Se logra observar una diferencia significativa entre datos prácticos y teóricos, la cual puede estar asociada a un tema nutricional de cada lote analizado.

Fibra cruda

En las Tablas 51, 52 y 53 se tabula el porcentaje de fibra cruda presente en la puntilla de lotes M1, M2 y M3, la muestra se realizó de manera triplicada. También se puede observar la media de porcentaje de fibra cruda de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 51

Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M1.

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,2381$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M1.1P	0,4189			
2	M1.2P	0,6719	0,4483	0,2105	95%
3	M1.3P	0,2540			

Tabla 52

Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M2.

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,4758$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M2.1P	2,1397			
2	M2.2P	2,1106	2,3678	0,4205	95%
3	M2.3P	2,8530			

Tabla 53*Contenido de fibra cruda en muestras de puntilla lote M3.*

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,2984$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	M3.1P	2,0803			
2	M3.2P	2,1826	1,9821	0,2637	95%
3	M3.3P	1,6833			

La fibra cruda reportada en cada uno de los lotes presenta una variación significativa entre ellas, sin embargo, se puede ver que son datos confiables debido a su desviación estándar. Por tanto, esta diferencia puede estar asociada a la irregularidad de los granos de arroz de cada lote analizado, arrojando así datos muy variables.

De igual manera, al comparar los valores de fibra cruda de los lotes con el dato teórico reportado por Mata (2011) de 0.43%, se logra observar que los valores prácticos están por encima del teórico, es decir, en la puntilla analizada se encontró más contenido de fibra cruda.

Cenizas

En las Tablas 54, 55 y 56 se observa el porcentaje de cenizas en una muestra por quintuplicado de puntilla de tres lotes distintos: M1, M2 y M3. También se puede ver el promedio de porcentaje de cenizas de la muestra en general, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 54*Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M1.*

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,1814$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	P1	0,9765			
2	P2	0,9802			
3	P3	0,8961	0,9113	0,1603	95%
4	P4	0,6438			
5	P5	1,0598			

Tabla 55*Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M2.*

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,0892$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	P1	1,0862			
2	P2	1,1826			
3	P3	1,1688	1,1731	0,0788	95%
4	P4	1,1307			
5	P5	1,2970			

Tabla 56*Contenido de cenizas en muestras de puntilla lote M3.*

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,0491$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	P1	0,5185			
2	P2	0,5708			
3	P3	0,4962	0,5479	0,0434	95%
4	P4	0,6068			
5	P5	0,5471			

El valor de cenizas en puntilla de arroz reportado por Mata (2011) es de 0.78%, mientras que los valores obtenidos para los lotes M1, M2 y M3 son de 0.91%, 1.17% y 0.55% respectivamente. Se puede distinguir una clara variabilidad entre los datos reportados, así como con el dato teórico, sin embargo, son valores no muy lejanos al dato de referencia.

Por otro lado, al hacer una comparación entre los valores de porcentaje de cenizas en cada uno de los lotes analizados, se puede hacer una diferenciación entre los lotes M1 y M2, con el lote M3. Este cambio puede estar relacionado, como en las demás ocasiones, al lugar de procedencia del lote de puntilla de arroz, ya que los dos primeros provienen de El Roble de Puntarenas, mientras que el último es de Parrita. Por tanto, la diferencia entre datos puede verse asociada a los nutrientes que recibió el cultivo durante

su desarrollo y crecimiento, lo cual está asociado al suelo en el que se cultivó y a la cantidad y calidad de nutrientes aportados por el agricultor.

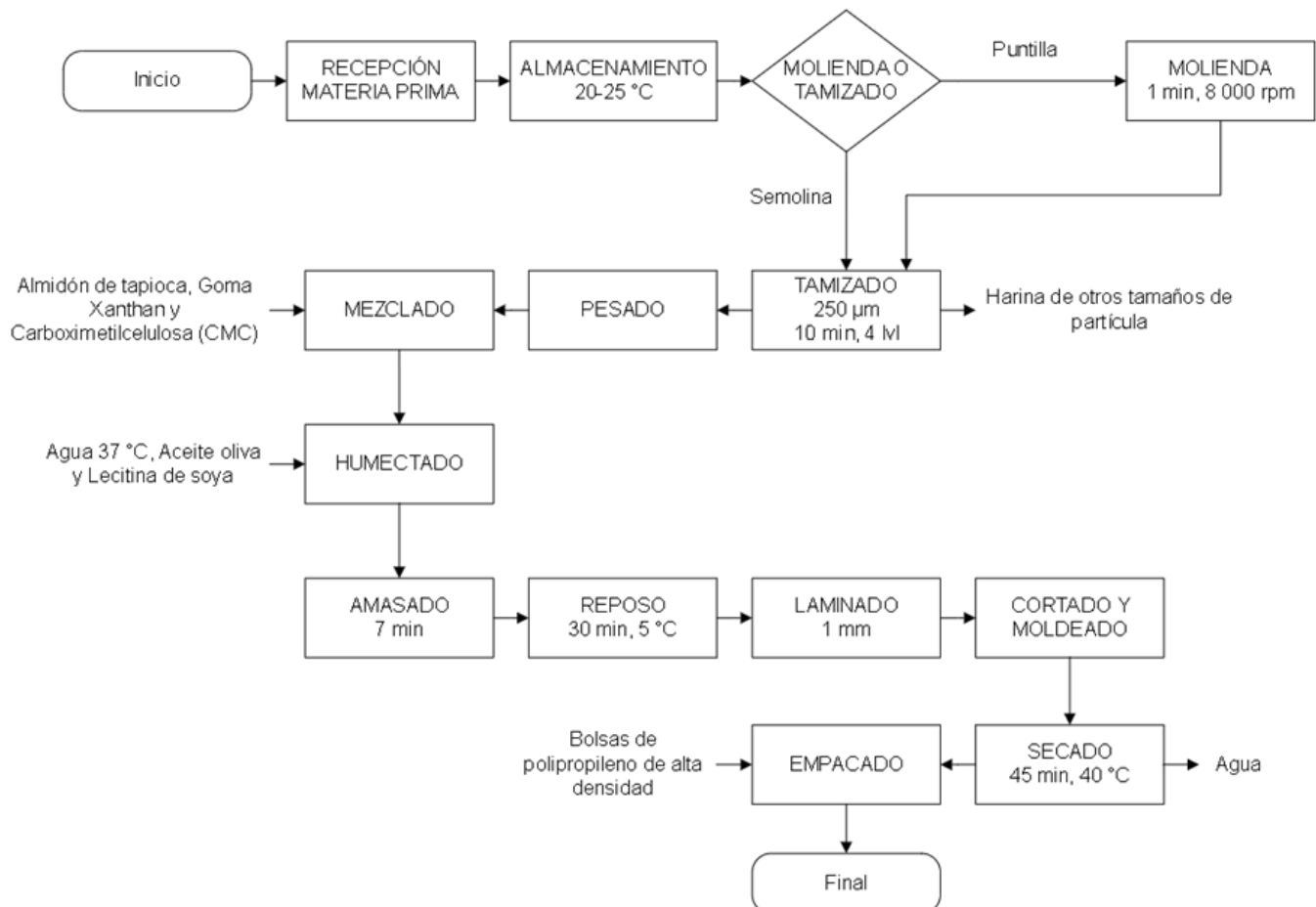
4.2. Obtención de fideos a base de semolina y puntilla de arroz

4.2.1. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de fideos de semolina y puntilla de arroz

En la Figura 10 se muestra el proceso a manera de esquema, es decir, diagrama de flujo de proceso, que se lleva a cabo para obtener como producto final los fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Figura 10

Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de fideos de semolina y puntilla de arroz.



En las Tablas 57, 58 y 59 se presenta cada una de las etapas unitarias necesarias para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz. Asimismo, se muestra una breve descripción sobre qué consiste cada etapa y los equipos que fueron utilizados para lograr finalizar con la etapa unitaria. De igual manera, se muestra una recomendación de equipos o maquinarias a mayor escala.

Tabla 57

Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Etapas Unitarias	Equipo	Descripción	Recomendación de equipos para escalamiento
Recepción materia prima	-	Se recibe la semolina y puntilla de arroz en sacos de 5 kg en la Planta Piloto Agroindustrial de la Escuela de Agronegocios.	-
Almacenamiento	-	La materia prima recibida es almacenada en la bodega de insumos en Planta Piloto Agroindustrial de la Escuela de Agronegocios.	-
Molienda	Molino para preparación de muestras Grindomix GM200.	La puntilla de arroz se somete a una molienda para reducir su tamaño de partícula.	Molino de martillos con tamices
Tamizado	Tamizador Cole-Parmer	La puntilla previamente molida y la semolina se tamizan para obtener el tamaño de partícula deseado de 0.250 mm.	
Pesado	Balanza analítica Ohaus	Una vez que se tiene la harina del tamaño de partícula deseado, se pesan todos los ingredientes utilizados para la elaboración de los fideos.	Balanza digital

Tabla 58

Continuación de Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Etapas Unitarias	Equipo	Descripción	Recomendación de equipos para escalamiento
Mezclado	-	En un recipiente hondo se añaden todos los ingredientes que se encuentren en estado sólido y que no tengan demasiada humedad y se mezclan con ayuda de una cuchara.	Batidora industrial
Humectado	-	A los ingredientes previamente mezclados se les añade los ingredientes restantes, los cuales se encuentran en estado líquido y contienen abundante humedad.	
Amasado	-	Cuando todos los ingredientes se encuentran en el mismo recipiente, se procede a mezclarlos amasando, hasta lograr tener una masa homogénea.	
Reposo	Cámaras de refrigeración	Cuando se tiene la masa homogénea, se procede a tapar la misma con plástico e introducirla en la refrigeradora durante 30 minutos para darle el periodo de reposo.	Cámaras de refrigeración
Laminado	Rodillo de amasar / Máquina para hacer pasta CucinaPro	Trascurrido el tiempo de reposo, se debe volver a amasar la masa y con ayuda del rodillo manual y mecánico se debe crear una lámina fina de masa.	Extrusora de espaguetis y pasta larga

Tabla 59

Continuación de Cuadro de resumen de las etapas unitarias y los equipos necesarios para la elaboración de fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Etapas Unitarias	Equipo	Descripción	Recomendación de equipos para escalamiento
Cortado y moldeado	Cuchillo / Máquina para hacer pasta CucinaPro	En esta etapa, después de obtener una lámina de masa, esta se debe pasar por el molde de corte de la máquina para hacer pasta, obteniendo así los fideos. Cuando estos salen de la máquina se deben colgar en una parrilla para horno.	Extrusora de espaguetis y pasta larga
Secado	Horno de convección HF 45-65/5G	Cuando ya se tengan todos los fideos colgados en la parrilla, se debe colocar la parrilla en el horno previamente calentado a una temperatura de 40 °C, durante 45 minutos. Cuando el tiempo finalice, se debe sacar la parrilla y colocarla a temperatura ambiente para que los fideos se enfríen.	Horno de secado industrial
Empacado	Selladora de calor Impulse Foot Sealer	Cuando los fideos estén fríos, se deben empacar en bolsas de polipropileno de alta densidad y se deben sellar, eliminando cualquier entrada de aire y humedad.	Envasadora de espaguetis industrial

Recepción de materia prima

Esta es la primera etapa unitaria de todo el proceso, la cual es de suma importancia ya que permite contar con la materia prima en condiciones ideales para realizar los fideos. La semolina y puntilla de arroz son aportadas por parte de CONARROZ y se reciben en sacos o bolsas de plástico en la Planta Piloto Agroindustrial. Cada saco o bolsa contiene

5 kg de materia prima, la cual es revisada en el momento de la entrega, esto con el fin de evitar el recibimiento de otra materia ajena a la que se pide.

Almacenamiento

Los sacos de semolina y puntilla recibidos y previamente revisados, se almacenan en cajas de plástico y con tapa en el área de insumos de la Planta Piloto Agroindustrial de la Escuela de Agronegocios. Es almacenada de manera que reciba la menor exposición a la humedad para evitar cualquier tipo de contaminación.

Molienda

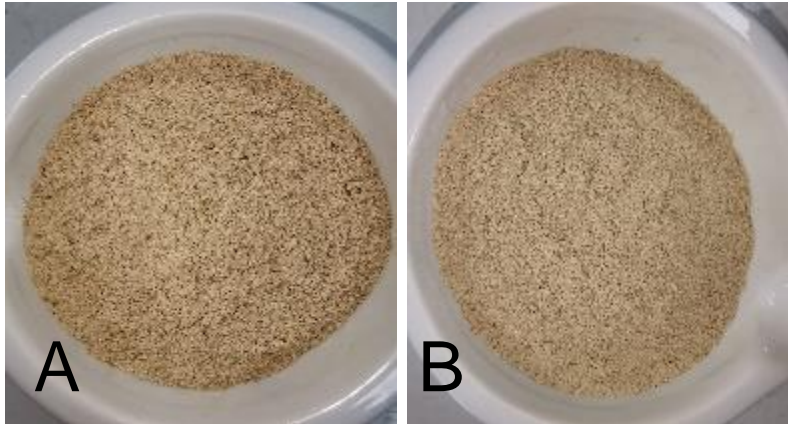
La etapa de molienda fue aplicada únicamente para la puntilla de arroz, esto debido a que se necesitaba reducir el tamaño de partícula de la materia prima, por tanto, se aplicó una molienda en seco (Pincioli y otros, 2015). Se utilizó un molino para preparación de muestras Grindomix GM200, donde se iba añadiendo cantidades de aproximadamente 150 g de puntilla de arroz. Por cada muestra añadida, el molino iniciaba su función durante 30 segundos a 8 000 revoluciones por minuto (rpm), esto se realizó dos veces por muestra.

Tamizado

Una vez que la puntilla se encuentre molida, esta pasa a la etapa de tamizado. En esta etapa se coloca el tamizador Cole-Parmer con seis de sus tamices en orden ascendente (0.106 mm, 0.150 mm, 0.250 mm, 0.300 mm, 0.425 mm, 0.850 mm) durante 10 minutos y un nivel de fuerza de 04. Una vez que finaliza el proceso, se recolecta únicamente la harina con un tamaño de partícula de 0.250 mm. El mismo procedimiento se repite, pero en este caso con la semolina de arroz.

Figura 12

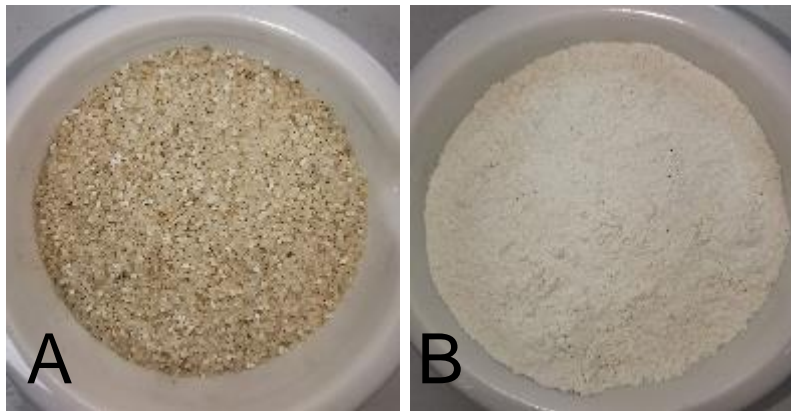
Semolina de arroz y harina de semolina de arroz.



Nota: La fotografía A se muestra la semolina de arroz sin tamizar y en la B la semolina tamizada con un tamaño de partícula de 0.250 mm.

Figura 11

Puntilla de arroz y harina de puntilla de arroz.



Nota: La fotografía A se muestra la puntilla de arroz sin moler ni tamizar y en la B la puntilla tamizada con un tamaño de partícula de 0.250 mm.

Pesado

En esta etapa se debe pesar todos los ingredientes necesarios para la elaboración de los fideos. El peso necesario va a depender de la cantidad de masa final que se desea realizar y de la formulación que se utilice.

Mezclado

En un recipiente se añade las harinas, el almidón de tapioca, la goma Xanthan y la carboximetilcelulosa, se mezclan hasta obtener una premezcla totalmente homogénea.

Humectado

A esta etapa se le llama humectado debido a que se añade todos los ingredientes que aporten humedad a la mezcla. En este caso se añade a la premezcla el agua caliente, aceite y la lecitina de soya y con ayuda de las manos se mezclan todos los ingredientes.

Amasado

Los ingredientes se siguen mezclando con ayuda de las manos de manera envolvente hasta que se logre crear una masa de consistencia homogénea y con elasticidad, el proceso de amasado debe durar alrededor de 7 min. Esta etapa unitaria es de gran importancia, ya que, gracias al amasado, las proteínas de la harina y los demás ingredientes pueden desarrollarse de cierta forma que permitan aportar elasticidad, ligazón y tenacidad a la masa por la absorción de agua (SV, 2020).

Reposo

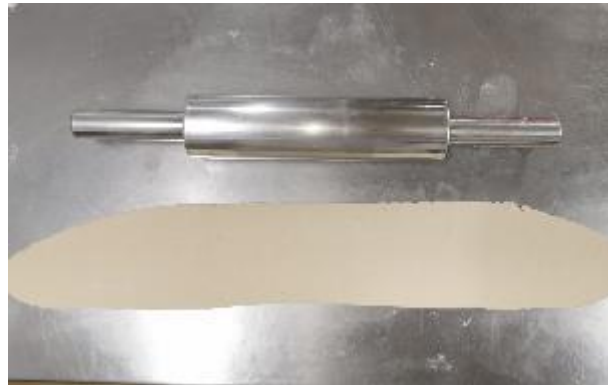
Una vez que la masa esté totalmente homogénea, se procede a envolverla en papel plástico y se deposita en un recipiente, el cual se guarda en la refrigeradora a una temperatura de 1-5°C durante 30 minutos. La principal función del reposo es darles tiempo a las proteínas de la harina para que absorban el agua y puedan eliminar cualquier tipo de aire que se cree en la fase de amasado de la masa; de esta forma, el secado de los fideos se hará de una manera más uniforme (SV, 2020).

Laminado

La masa previamente reposada se procede a volver a amasar de manera rápida y con ayuda del rodillo se estira hasta lograr una lámina de un grosor aproximado de 1 mm. De igual manera, con ayuda de la máquina para hacer fideos se puede realizar el estiramiento de la masa.

Figura 13

Etapa unitaria de laminado de la masa.

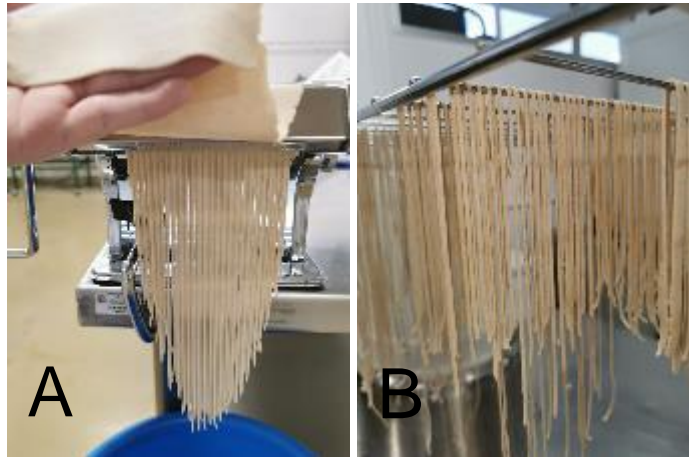


Cortado y moldeado

Una vez que se tiene la masa estirada y con el grosor adecuado, la misma se pasa por el molde de corte de la máquina para hacer fideos y se van acomodando en la parrilla de horno de manera que queden colgados ordenadamente y separados entre ellos. Es importante que esta etapa se realice en la menor cantidad de tiempo posible, de esta manera se evita que la masa pierda humedad y elasticidad, y, por ende, los fideos empiecen a quebrarse antes de ser secados.

Figura 14

Etapa unitaria de cortado y moldeado.



Nota: La fotografía A muestra el corte de los fideos, mientras que la B muestra los fideos colgados en la parrilla para horno.

Secado

Cuando los fideos se encuentran colgados en la parrilla, esta es introducida al horno de convección a una temperatura de 40°C durante 45 minutos. Es importante que el horno esté previamente calentado. Una vez que el tiempo finalice, el horno se apaga y se procede a determinar la humedad de los fideos mediante una balanza de humedad halógena Mettler Toledo, la cual debe encontrarse entre un 12%-14% (Subsecretaría de Alimentos y Bebidas, 2017).

Figura 15

Etapa unitaria de secado.

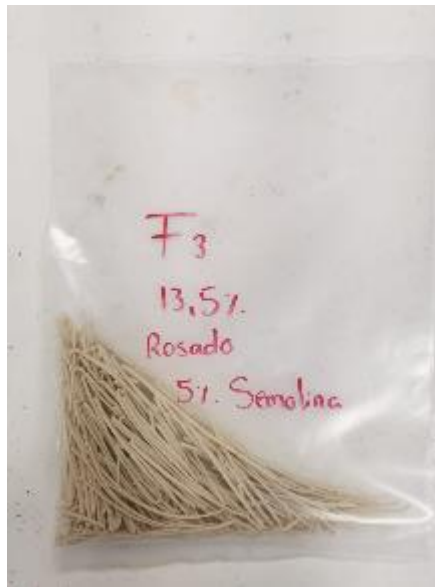


Empacado

Una vez que los fideos se encuentren totalmente fríos, se procede a empacarlos de manera cuidadosa en bolsas de polipropileno de alta densidad, las cuales son selladas con la selladora de calor Impulse Foot Sealer para evitar cualquier filtración de aire o humedad que pueda permitir crecimiento de microorganismos en el producto.

Figura 16

Etapa unitaria de empacado del producto final.



4.2.2. Prototipos de formulaciones para fideos de semolina y puntilla de arroz

En las Tablas 60, 61 y 62 se puede observar las tres principales formulaciones utilizadas para elaborar prototipos de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Inicialmente, para poder llegar a una formulación aceptable para fideos de semolina y puntilla de arroz se tomó como base formulaciones teóricas según varios autores, entre ellas 75.71% de harina de puntilla de arroz, 10% de harina de semolina de arroz, 4,28% de almidón de yuca, 8.57% de agua y 1.42% de sal según Estrada León (2019). Otra fórmula utilizada fue 65% de harina de arroz, donde un 10% equivale a harina de semolina de arroz y el otro 55% equivale a harina de puntilla de arroz. Además de otros

ingredientes como un 25% de huevo, 6% de fécula de maíz, 1% de CMC, 1% de sal y 3% de aceite vegetal (Romero y otros, 2018).

Sin embargo, al realizar las formulaciones, no se logró obtener una masa con la textura idónea para el desarrollo de fideos, por tanto, esas formulaciones bases se fueron ajustando y también por medio de investigación adicional como recetas en línea o videos de YouTube se realizaron más formulaciones. Es decir, se fue creando una formulación nueva a base de pruebas según el efecto esperado de los ingredientes agregados.

En las formulaciones iniciales se estaba obteniendo una masa en ocasiones muy húmeda, lo que causaba que no se uniera y fuera demasiado pegajosa, o bien, masas muy secas, creando así una mezcla dura y sin elasticidad. Con la investigación adicional se identificó el uso del almidón de tapioca como unos de los ingredientes principales en los fideos de arroz, por tanto, se decidió probar con este ingrediente. Al añadirlo, se logró ver un cambio significativo ya que la masa no quedaba tan húmeda, además de que aportó un poco de elasticidad. Después de todos esos ajustes, se logró llegar a la Formulación A, la cual se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60

Formulación A para elaboración de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina puntilla	14,44%
Harina semolina	9,63%
Almidón de tapioca	24,07%
Agua caliente	46,30%
Aceite	5,56%
TOTAL	100,00%

Si bien la masa tuvo una mejora significativa, aún no se encontraba en condiciones para hacer fideos, por lo que se decidió agregar algún aditivo a la formulación, en este caso, goma Xanthan, la cual funciona como un estabilizante y espesante. Al añadir este aditivo

a la mezcla, esta adquirió más elasticidad, permitiendo así lograr el estiramiento de la masa y por primera vez, formar fideos. La fórmula utilizada fue la B, la cual se muestra en la Tabla 61.

Una vez que los fideos estuvieron secos, se pudo analizar el producto y se determinó que el fideo estaba muy frágil y se quebraba con mucha facilidad. Por tanto, se le atribuyó la responsabilidad, primeramente, al grosor del fideo, ya que estaba muy fino y esto ocasionaba que se quebrara de una manera muy rápida. Y, en segundo lugar, a la formulación del producto, ya que esa fragilidad también podía estar asociada a la falta de algún estabilizante o una mala proporción de ingredientes.

Se procedió a hacer otra prueba con la misma formulación, pero con un fideo de mayor grosor, pero la fragilidad siguió siendo la misma. Por tanto, se trataba de un tema de formulación, así que se hicieron varias pruebas más en donde se añadió lecitina de soya, la cual tiene una función emulsificante y estructural en los productos (Badui Dergal, 2006). Al añadir este aditivo, se hicieron cambios en los porcentajes de la formulación, principalmente en la semolina, aceite y goma Xanthan.

En el caso de la semolina, debido a la cantidad de proteína y fibra que tiene, la función es más estructural, además de que la naturaleza de esta es la cobertura del grano de arroz. Por estas razones se consideró que la harina de semolina en la formulación estaba ocasionando algún efecto que no permitía que la masa tuviera un agarre mayor y ocasionara fracturas con más facilidad; fue por esto que se disminuyó la cantidad de este ingrediente. Sin embargo, no se mostró ningún efecto a simple vista en cuanto a textura.

Por otro lado, al añadir la lecitina de soya se hicieron ajustes, primeramente, en el porcentaje de aceite, ya que la lecitina también aporta un porcentaje de grasa según su naturaleza; este se disminuyó en un 1.41% para añadir la misma cantidad de lecitina. Se pudo observar una leve mejora, por lo que se realizó otra prueba, en este caso disminuyendo un 0.41% de goma Xanthan y un 1.00% de aceite, para añadir así, un 1.41% de lecitina de soya. En esta prueba se pudo observar un cambio importante, ya que, si bien los fideos se podían formar, a la hora de manipularlos para colgarlos en las parrillas, estos se partían con mucha facilidad, por tanto, se determinó que el porcentaje

de goma Xanthan no se puede disminuir en la formulación, debe mantenerse para que la elasticidad de la masa también lo haga. Con todas estas observaciones, llegó a una nueva formulación la cual se muestra en la Tabla 62.

Tabla 61

Formulación B para elaboración de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina puntilla	20,66%
Harina semolina	15,02%
Almidón de tapioca	26,39%
Agua caliente	32,58%
Aceite	3,94%
Goma Xanthan	1,41%
TOTAL	100,00%

Tabla 62

Formulación C para elaboración de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina puntilla	20,66%
Harina semolina	15,02%
Almidón de tapioca	26,39%
Agua caliente	32,58%
Aceite	2,53%
Goma Xanthan	1,41%
Lecitina de soya	1,41%
TOTAL	100,00%

Una vez que se realizó la formulación C, con los porcentajes de lecitina de soya, aceite y goma Xanthan corregidos, se pudo identificar que aún persistía mucha fragilidad en los fideos ya secos, por lo que se procedió a consultar a expertos en el tema como lo son proveedores de aditivos, quienes recomendaron el uso de Carboximetilcelulosa (CMC), ya que este aditivo tiene funciones de espesante, estabilizante y ligante, además que se trata del único aditivo de una de las formulaciones base que no se había agregado, básicamente por un tema de disponibilidad.

De esta manera, se tomó como base la formulación C y se realizaron varias pruebas añadiendo CMC. Una de ellas fue disminuyendo el porcentaje de goma Xanthan para añadir CMC, ya que cuentan con funciones similares, sin embargo, no dio buenos resultados. También se probó eliminando la lecitina y añadiendo el CMC, pero de igual manera, los resultados no mejoraron. Por tanto, al analizar los demás porcentajes de los ingredientes de la formulación, se vio la oportunidad de disminuir la cantidad de almidón de tapioca para añadir el porcentaje recomendado de CMC; de esta manera, ningún otro aditivo se vio afectado. Finalmente, se obtuvo como resultado la formulación D que se encuentra en la Tabla 63.

Tabla 63

Formulación D para elaboración de prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina puntilla	20,66%
Harina semolina	15,02%
Almidón de tapioca	25,59%
Agua caliente	32,58%
Aceite	2,53%
Goma Xanthan	1,41%
Lecitina de soya	1,41%
Carboximetilcelulosa (CMC)	0,80%
TOTAL	100,00%

4.2.3. Formulación para los fideos de semolina y puntilla de arroz

En la Tabla 64 se puede observar la formulación final para fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Si se hace una comparación de la formulación que se presenta en la Tabla 63 y la de la Tabla 64, se puede observar que ambas son muy parecidas, lo único que cambia es el porcentaje de puntilla y semolina de arroz; se puede ver que en la Formulación D el porcentaje de semolina es mucho mayor que en la formulación F, lo cual se explica a continuación.

Una vez que se obtuvo la formulación D, se procedió a realizar las pruebas de cocción de los fideos. En este caso, los fideos fueron sometidos a una salmuera de 1% de sal a una temperatura de 100 °C (ebullición) durante 4 minutos. Al finalizar este tiempo, los fideos se extrajeron de la salmuera y se probaron, dando como resultado un fideo con una masticabilidad al dente. Sin embargo, al probar el fideo después de la cocción, se pudo detectar un sabor amargo en el mismo, este sabor se presenció de manera fuerte al final de la degustación. Una vez que se detectó dicho sabor, se procedió a investigar de dónde podía venir el mismo, de manera que se probaron cada una de las materias primas utilizadas y se logró identificar que el amargo provenía de la semolina de arroz.

En consiguiente, debido a la alta presencia del sabor amargo de los fideos, se procedió a ajustar nuevamente la formulación, disminuyendo la cantidad de harina de semolina y aumentando la cantidad de harina de puntilla. Se realizaron tres ajustes, en el primero la semolina se disminuyó a un 10.02% y la puntilla aumentó a un 25.66%, en el segundo la semolina disminuyó a un 7.07% y la puntilla aumentó a un 28.66% y en la última opción, la semolina disminuyó a 5.02% y la puntilla aumentó a 30.66%. Cuando se tuvieron los fideos de las tres formulaciones se procedió nuevamente a realizar las pruebas de cocción.

Los fideos ya cocinados fueron degustados por varias personas a manera de una valoración inmediata para determinar si existía algún cambio, y de ser así, cuál muestra era la de mayor agrado. O más bien, si era necesario realizar una disminución más en la formulación. Una vez analizadas las tres muestras, se confirmó que sí era la semolina

que aportaba el sabor amargo. Además, los fideos de mayor agrado al paladar de quienes degustaron los productos fueron los fideos realizados con la formulación tres, es decir la que se puede observar en la Tabla 64, donde el porcentaje de semolina es de 5.02% y el de puntilla de 30.66%, llegando así a la formulación final de los fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

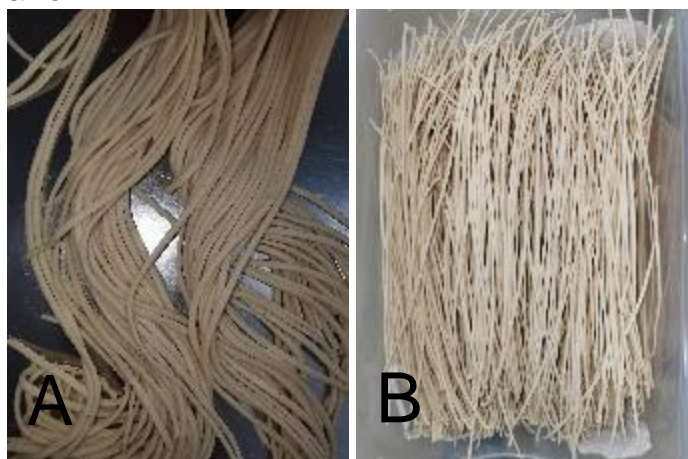
Tabla 64

Formulación F de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina puntilla	30,66%
Harina semolina	5,02%
Almidón de tapioca	25,59%
Agua caliente	32,58%
Aceite	2,53%
Goma Xanthan	1,41%
Lecitina de soya	1,41%
Carboximetilcelulosa (CMC)	0,80%
TOTAL	100,00%

Figura 17

Fideos finales a base de semolina y puntilla de arroz.



Nota: La fotografía A muestra los fideos antes del secado, mientras que la B muestra los fideos después del secado.

4.3. Caracterización de los fideos de semolina y puntilla de arroz

Una vez obtenidos los fideos con mejoras en diferentes aspectos como textura y sabor perceptibles durante el desarrollo de los productos, se procedió a la caracterización de los fideos elaborados.

4.3.1. Color

En la Tabla 65 se puede observar el promedio de las tres coordenadas rectangulares del sistema de Hunter (L^* a^* b^*) obtenidas de la muestra por quintuplicado realizada a los fideos a base de semolina y puntilla de arroz.

Tabla 65

Promedio del rango de color en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Dato	Media ($\pm 0,01$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza	Intervalo de confianza
L^*	29,7720	0,6380	95%	0,7219
a^*	-5,7120	0,3599		0,4072
b^*	12,0880	1,0162		1,1499

Al analizar los valores de las coordenadas de color de los fideos, se puede ver que la luminosidad (L) tiene un valor de 29.77, por tanto, se encuentra según el Espacio de color CIELAB en los tonos cercanos a negro, en este caso se puede decir que es un gris oscuro, ya que según Konica Minolta (2022), la L tiene dos extremos, el primero en el valor 0, el cual representa el color negro, y el otro extremo con un valor máximo de 100 representando el color blanco.

Por otro lado, la coordenada a^* presenta un valor promedio de -5.71. Analizándolo desde la teoría, Ah-Hen & Mathias-Retting (2014) mencionan que la coordenada a^* puede tomar valores negativos con colores en tonalidades verdes, y positivos con tonalidades rojas; por tanto, el color de los fideos al presentar un valor negativo en a^* presenta tonalidades

que se acercan al verde. En el caso de la coordenada b^* también pueden existir valores negativos y positivos, donde los primeros se acercan a tonos azules y los segundos, es decir, los positivos, son colores amarillos. De esta manera se puede ver que el valor de b^* para los fideos es de 12.09, valor que se encuentra en los tonos amarillos.

Sin embargo, al hacer una comparación del color presentado por los fideos, y el color de las materias primas, es decir, semolina y puntilla de arroz, se puede resaltar un cambio en una de las coordenadas de color (Ver Tabla 66). Sin bien las coordenadas L y b^* presentan valores similares con poca variación, la coordenada a^* presentó una disminución, llegando a valores negativos y ubicándose en el Espacio de color de CIELAB en las tonalidades verdes. Estos cambios están relacionados a la adición de diferentes ingredientes para poder cumplir con la formulación y elaborar los fideos. El color de los fideos no tuvo cambios significativos visualmente, esto puede deberse a que los ingredientes que se añadieron en su gran mayoría presentaban colores blancos y solo dos de ellos tenían colores amarillos oscuros. Por tanto, se puede explicar que el cambio mínimo de color de rojo a verde que se presencié fue debido a la mezcla de todos los ingredientes utilizados para la formulación de fideos a base de semolina y puntilla de arroz, además de condiciones como la deshidratación a la que se somete. Sin embargo, en esencia, los fideos mantienen un color similar al de la puntilla y semolina.

Tabla 66

Promedio del rango de color para muestras de semolina, puntilla y fideos de arroz.

Coordenadas de color	Semolina	Puntilla	Fideos
L*	26,2653	27,1907	29,7720
a*	4,8700	5,7207	-5,7120
b*	12,8367	12,0880	12,0880

Nota: El promedio de la semolina y puntilla de arroz se determinó al promediar los datos de los tres lotes de cada materia prima (M1, M2 y M3).

4.3.2. Actividad del agua (a_w)

En la Tabla 67 se presenta el valor de a_w y la temperatura de cada una de las muestras por quintuplicado realizadas a los fideos de semolina y puntilla de arroz. Además, se presenta el promedio, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 67

Valores de A_w en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	Temperatura (°C)	Valor A_w	Media ($\pm 0,0031$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	25,35	0,5941			
2	24,24	0,5886			
3	25,25	0,5878	0,5892	0,0028	95%
4	25,12	0,5879			
5	25,12	0,5877			

Al analizar los datos, se puede ver que el valor de A_w de los fideos está por debajo de 0.60, valor mínimo de A_w permitido para los alimentos según la Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017). El valor promedio de A_w obtenido para los fideos es de 0.59, si bien está por debajo del límite, es un valor sumamente cercano, por lo que es importante que se pueda disminuir para evitar cualquier tipo de contaminación, ya que dentro del rango de un A_w de 0.60-0.65, los alimentos se encuentran en una alta exposición al desarrollo de levaduras osmofílicas.

4.3.3. Humedad

En la Tabla 67 se observa el porcentaje de humedad presente en una muestra por quintuplicado de fideos de semolina y puntilla de arroz. Además, se puede observar la media de porcentajes de humedad, así como la desviación estándar de la muestra y el intervalo de confianza.

Tabla 68

Contenido de humedad en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	ID cápsula	% de humedad	Media ($\pm 0,1156$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	J8	11,5662			
2	F5	11,7861			
3	O6	11,6981	11,7068	0,1022	95%
4	J1	11,6606			
5	J6	11,8229			

Según Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2017) los fideos deben someterse a un secado, procedimiento que va a permitir disminuir la humedad del mismo, esto con el fin de hacer llegar al fideo a porcentajes de humedad entre 12-14%. En la Tabla 68 se puede observar que la humedad promedio de los fideos a base de semolina y puntilla de arroz es de 11.71%, valor que se ubica por debajo de los porcentajes teóricos. Sin embargo, la humedad es un factor que está asociado a la vida útil y calidad del alimento, en el caso las pastas, es importante que la humedad tenga valores bajos para evitar el desarrollo de microorganismos que puedan dañar el alimento, o bien, reducirle la vida útil. Además, el Aw y la humedad son dos parámetros que se encuentran asociados, ya que ambos simbolizan la cantidad de agua que tiene un alimento.

En este caso, se puede observar que, si bien la humedad de los fideos está por debajo del rango teórico, el Aw aún se encuentra en un valor crítico, por tanto, es necesario que la disponibilidad del agua se reduzca, de esta manera la humedad se verá disminuida al igual que el Aw, desplazando así el producto a la zona segura en cuanto a contaminación por microorganismos. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el porcentaje de humedad de los fideos muestra una condición estable en aspectos de textura y manejo para cocción.

4.3.4. Proteína

En la Tabla 69 se tabula el porcentaje de nitrógeno y proteína presente en los fideos de semolina y puntilla de arroz, la muestra se realizó de manera quintuplicada. También se

puede observar la media de porcentaje de proteína de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 69

Contenido de proteína en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	ID	% de nitrógeno	% de proteína	Media ($\pm 0,1058$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	F1	0,5915	3,5197			
2	F2	0,6265	3,7277			
3	F3	0,6289	3,7420	3,6774	0,0935	95%
4	F4	0,6157	3,6637			
5	F5	0,6275	3,7338			

Al observar el porcentaje de proteína de los fideos de arroz, se puede ver que el valor es de 3.68%. Si se realiza una comparación con datos teóricos, se puede ver que los fideos de semolina y puntilla de arroz presentan una menor cantidad de proteína que el indicado para fideos de arroz en general, ya que según Estrada (2019), el porcentaje de proteína mínimo en los fideos de arroz debe ser de 8%.

Este valor de proteína en los fideos elaborados en la investigación está relacionado a la formulación utilizada, ya que las materias primas son la principal fuente de proteína. En este caso, se puede observar que el porcentaje de puntilla en la formulación es de un 30.66% y el de semolina de un 5.02% (Ver Tabla 64) y la cantidad promedio de proteína que tiene cada materia prima es de 6.45% y 9.69% para puntilla y semolina respectivamente. Por tanto, el dato de proteína de los fideos elaborados en la investigación, si bien es menor al mínimo indicado en otras investigaciones, es un dato coincidente tomando en cuenta la cantidad de proteína de las materias primas y la proporción en las que estas fueron utilizadas en la formulación; además del porcentaje adicional que pueden aportar otros ingredientes como la lecitina de soya.

4.3.5. Lípidos

En la Tabla 70 se tabula el porcentaje de lípidos presente en los fideos de semolina y puntilla de arroz, la muestra se realizó de manera quintuplicada. También se puede

observar la media de porcentaje de lípidos de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 70

Contenido de lípidos en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	ID	% de lípidos	Media ($\pm 0,3722$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	F1	5,6896			
2	F2	5,8035			
3	F3	5,0192	5,4051	0,3289	95%
4	F4	5,2625			
5	F5	5,2508			

El valor promedio de grasa en los fideos de semolina y puntilla de arroz es de 5.40%. Al realizar una comparación con los porcentajes de lípidos en las materias primas, se puede ver un aumento significativo, ya que la semolina contiene un aproximado de 0.65% mientras que la puntilla presenta un valor promedio de 0.40%. Sin embargo, se debe tener en cuenta la adición de otros ingredientes en la formulación. Por tanto, la cantidad de lípidos en los fideos está asociado al 2.53% y 1.41% de aceite y lecitina de soya respectivamente, ya que ambos ingredientes cuentan con un perfil lipídico elevado.

Según Badui (2006), los lípidos son la fuente de energía más importante en la nutrición, por tanto, una cantidad más elevada de grasas indican un aporte energético mayor, sin embargo, se debe evitar el exceso de este nutriente ya que cantidades elevadas en el organismo pueden provocar alteraciones en la salud humana. Tomando en cuenta lo anterior, los fideos de semolina y puntilla de arroz cuentan con un gran aporte energético debido a la cantidad de lípidos que presenta. De igual forma, dicha cantidad no puede ser reducida debido a que el aporte viene del aceite y la lecitina de soya, ingredientes que, por su naturaleza lipídica, cuentan con funciones que contribuyen a la textura y propiedades sensoriales de los alimentos, ayudando en este caso, a la firmeza, elasticidad y adhesividad de los fideos; por tanto, si el porcentaje de alguno de ellos se

reduce o se elimina del todo, es muy probable que los fideos no queden con la textura deseada.

4.3.6. Fibra cruda

En la Tabla 71 se tabula el porcentaje de fibra cruda presente en los fideos de semolina y puntilla de arroz, la muestra se realizó de manera quintuplicada. También se puede observar la media de porcentaje de fibra cruda de la muestra, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 71

Contenido de fibra cruda en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	ID	% Fibra cruda	Media ($\pm 0,6351$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	F1	0,4011			
2	F2	0,7509			
3	F3	0,6418	0,8855	0,5613	95%
4	F4	1,8534			
5	F5	0,7803			

Badui (2006) menciona que la importancia de la fibra cruda radica en los beneficios que tiene para con el organismo, ya que, dicho nutriente favorece los movimientos peristálticos del intestino y evita así problemas de evacuación. Los fideos de semolina y puntilla de arroz cuentan con un valor promedio de fibra cruda de 0.89%.

Si se compara con datos teóricos, Estrada (2019) menciona que el valor máximo de fibra que deberían tener los fideos es de 0.80%, sin embargo, se puede observar que la diferencia entre el dato teórico y el práctico es poca, es decir, la cantidad de fibra presente en los fideos realizados se acerca bastante a la cantidad máxima descrita por Estrada (2019).

Dicha cantidad de fibra en los fideos puede estar asociada en gran medida al aporte de las materias primas, en especial, la semolina, ya que esta cuenta con un valor promedio de fibra cruda de 13%. Aun así, el consumo de los fideos de semolina y puntilla de arroz

pueden tener un aporte significativo en la dieta y nutrición del consumidor, esto debido a su porcentaje de fibra cruda.

4.3.7. Cenizas

En la Tabla 72 se observa el porcentaje de cenizas en una muestra por quintuplicado de fideos de semolina y puntilla de arroz. También se puede ver el promedio de porcentaje de cenizas de la muestra en general, así como la desviación estándar y el intervalo de confianza.

Tabla 72

Contenido de humedad en muestras de fideos de semolina y puntilla de arroz.

Repetición	ID crisol	% de cenizas	Media ($\pm 0,0161$)	Desviación estándar de m.	Nivel de Confianza
1	A1	1,7962			
2	A2	1,7679			
3	A3	1,7949	1,7802	0,0142	95%
4	A4	1,7745			
5	A5	1,7676			

El contenido de cenizas reportado para los fideos de semolina y puntilla de arroz es de 1.78%. Se realiza una comparación con el valor mínimo reportado en los fideos de arroz, se puede ver un aumento significativo, ya que según Estrada (2019) es de 0.40%. Sin embargo, este aumento puede estar relacionado con el hecho que los datos teóricos contemplan fideos elaborados con arroz únicamente, mientras que los fideos realizados en la investigación contienen no solo arroz (puntilla), sino que también semolina de arroz. Según Badui (2006), las cenizas de un alimento son todos esos microelementos y minerales considerados materia inorgánica, tales como fósforo, calcio, hierro, entre otros, que son necesarios para una buena nutrición. Por tanto, las cenizas pudieron verse aumentadas por la cantidad de minerales y microelementos adicionales presentes en la semolina, que no se encuentran en el arroz previamente pulido. Además, si bien Estrada (2019) reporta un valor de cenizas en fideos de arroz de 0.40%, Márquez Sigvas (2014)

dice que los alimentos no deberían contener cenizas de más del 5% de la materia seca del mismo. Con los datos anteriores, se puede determinar que el porcentaje de cenizas de los fideos de semolina y puntilla de arroz sí es aceptable, ya que es menor que el 5% de su materia seca.

4.4. Aceptación de los fideos de semolina y puntilla de arroz

La aceptación de los fideos se realizó mediante un análisis sensorial de tipo Focus Group. Las personas partícipes se encontraban en rangos de edad de 18-69 años (Ver Figura 18). Sin embargo, se pudo ver una dominancia de personas entre los 18 y 29 años, ya que, del total de 32 personas, 14 se encontraron en ese rango. Además, del total de los participantes, más de la mitad fueron mujeres, con un 62%, mientras que el restante, es decir, 38%, se identificaban como hombre.

Figura 18

Edad de los jueces participantes del Focus Group.

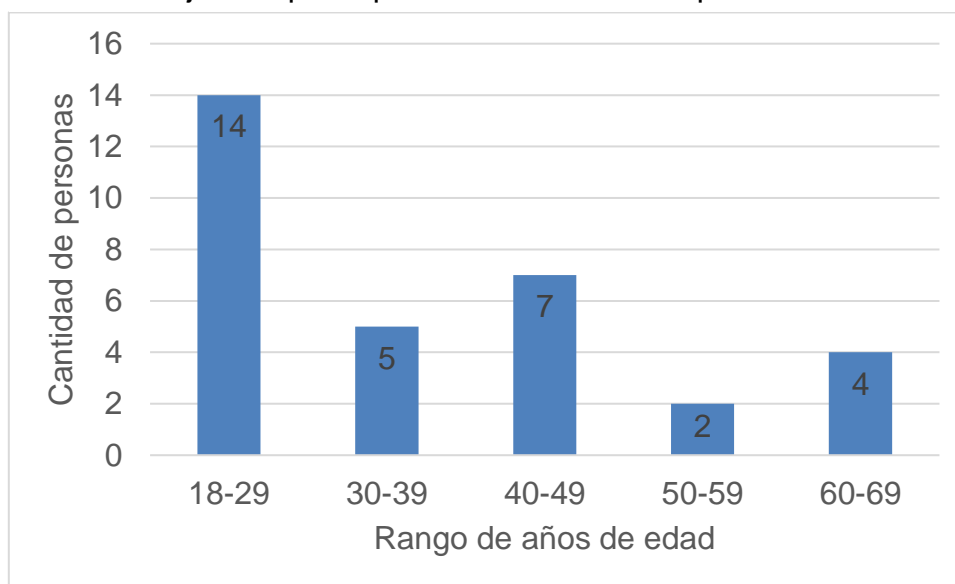
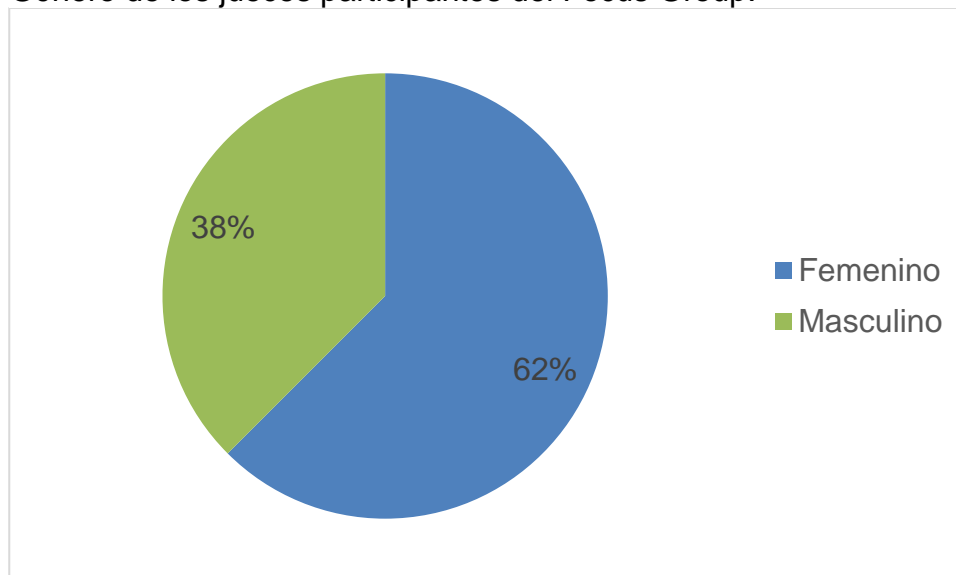


Figura 19

Género de los jueces participantes del Focus Group.



Por otro lado, las características de los jueces partícipes de la degustación del producto estaban asociadas a personas con conocimientos básicos en la cocina y específicamente, en la cocción de fideos. Con el fin de conocer más sobre los participantes y entender de mejor manera sus respuestas, se hicieron preguntas. La primera de ellas estaba asociada al conocimiento de los fideos de arroz, donde el 59% de los jueces sí conocían de los fideos de arroz, mientras que el otro 41% nunca había escuchado de ellos (Ver Figura 20). Además, se preguntó también sobre el consumo de los fideos de arroz (Ver Figura 21), donde del 59% de las personas que conocía sobre fideos de arroz, solo el 64% los había consumido o probado, siendo el restante de 36% las personas que nunca había consumido fideos, además del 41% que ni siquiera conocía de los fideos de arroz.

Figura 20

Conocimiento de los jueces participantes sobre fideos de arroz.

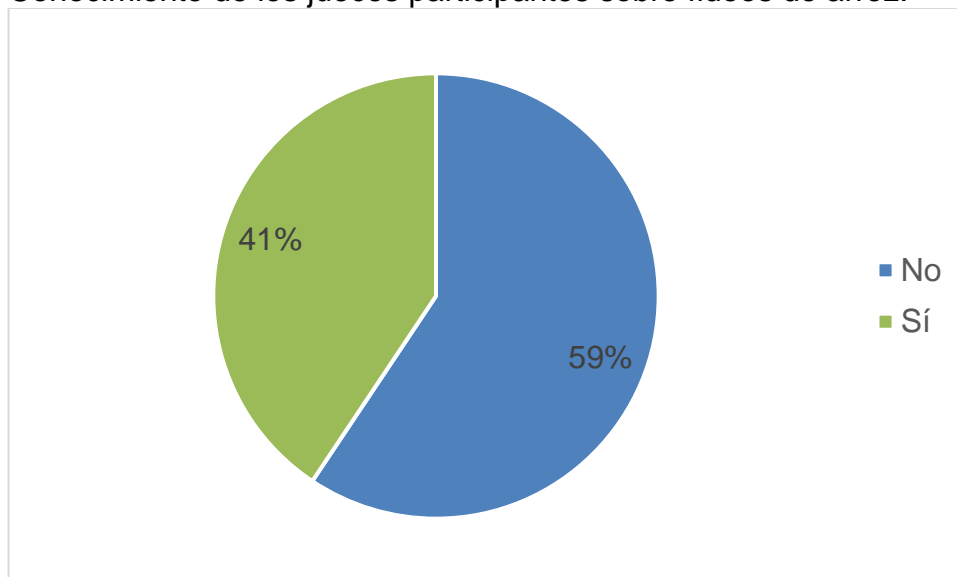
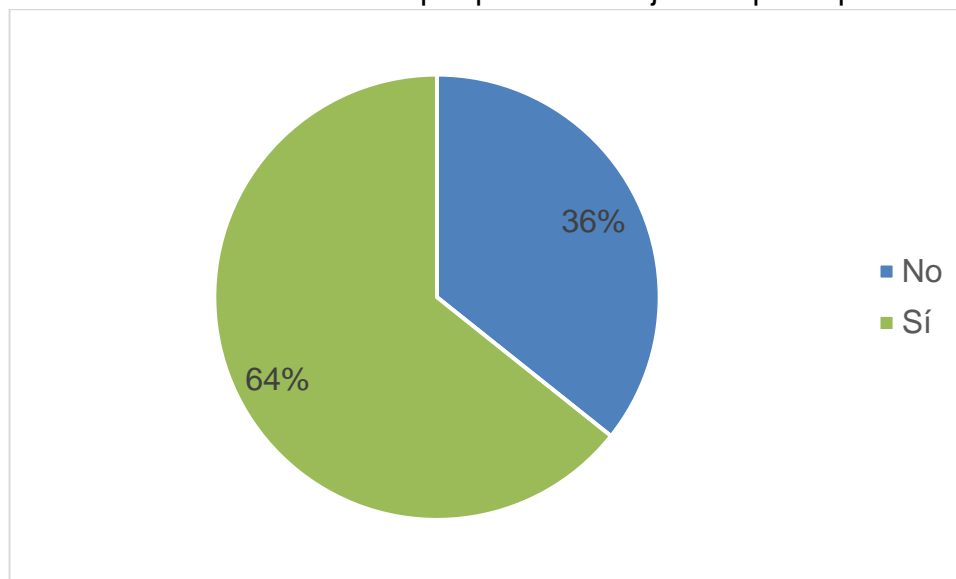


Figura 21

Consumo de fideos de arroz por parte de los jueces participantes.



Ahora bien, dentro de los atributos evaluados a los fideos de semolina y puntilla de arroz y a los fideos de arroz de marca Roma se encuentra el color (ver Figura 22). En el caso de los fideos elaborados, las puntuaciones estuvieron variadas, entre calificaciones de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, aunque un porcentaje mayor se centra en una calificación neutral y “me gusta moderadamente”.

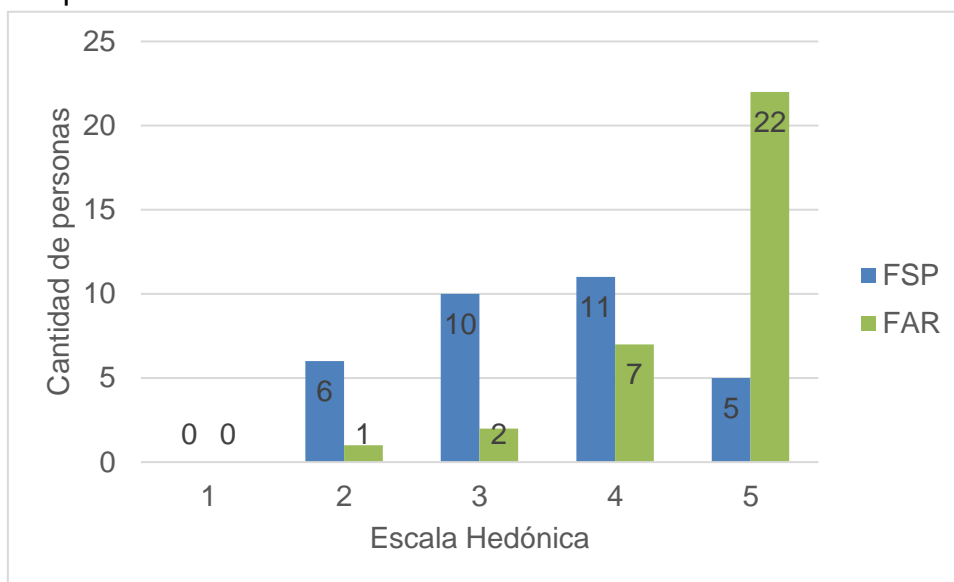
El color del producto elaborado, si bien no obtuvo puntajes bajos, es una propiedad que se puede mejorar. Según los comentarios recibidos, es posible que se pueda añadir algún ingrediente que aporte un color más llamativo al fideo, como por ejemplo el color amarillo de los fideos tradicionales de trigo. Si bien se sabe que el color actual del fideo (tonalidad blanca) es característico de los fideos de arroz, ajustar el color a un tono amarillo puede hacer que el mercado meta se vea más atraído hacia el producto y prefiera comprarlo, ya que su presentación sería como la de los fideos que consumen cotidianamente.

Sin embargo, así como muchos no estuvieron satisfechos con el color, otra parte sí lo estuvo, aportando comentarios relacionados a que es un color característico de los fideos de arroz y además de que es algo diferente a lo tradicional. Asimismo, se mencionó que el color no es algo que interfiera en la compra del producto, ya que, a la hora de preparar el platillo, es muy probable que se utilicen condimentos que le aporten color al fideo.

En el caso de los fideos de arroz de Roma, estos tuvieron calificaciones mejores, centrando la mayor cantidad de votos en el número 5 “me gusta mucho”. Este puntaje está relacionado a que el color de estos fideos en comparación con los elaborados es más llamativo, ya que cuenta con la presencia de cúrcuma dentro de sus ingredientes, lo que hace que se asemeje más a los fideos tradicionales de trigo. Por tanto, el color del producto es un tema que va más relacionado a la tradición de las personas participantes.

Figura 22

Aceptabilidad del color de los fideos.

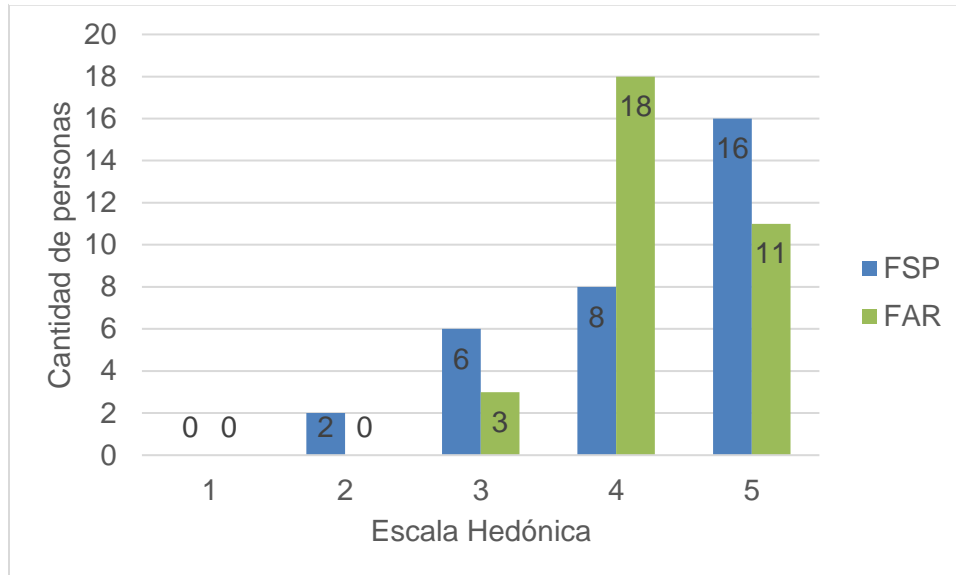


Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma. La escala hedónica tiene valores de: (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta moderadamente, (3) Ni me gusta, ni me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta mucho.

Otra de las cualidades a evaluar fue el tamaño de los fideos, el cual se enfocaba en el grosor y largo de los mismos (Ver Figura 23). A manera general, tanto los fideos elaborados, como los de la marca Roma, obtuvieron buenas calificaciones. En cuanto a grosor, ambos fideos presentaron un tamaño aceptado por los jueces, sin embargo, en el caso del largo, en ocasiones los fideos de semolina y puntilla se encontraban muy cortos, lo cual hacía difícil sostenerlos en el tenedor, mientras que, por el contrario, los fideos de la marca Roma tenían un largo importante, ya que se mencionó que más bien era algo difícil agarrarlos con el tenedor porque se “enredaban” mucho. Aun así, a rasgos generales, el tamaño de los fideos evaluados obtuvo una aceptabilidad por parte de los jueces.

Figura 23

Aceptabilidad del tamaño (largo y grosor) de los fideos.

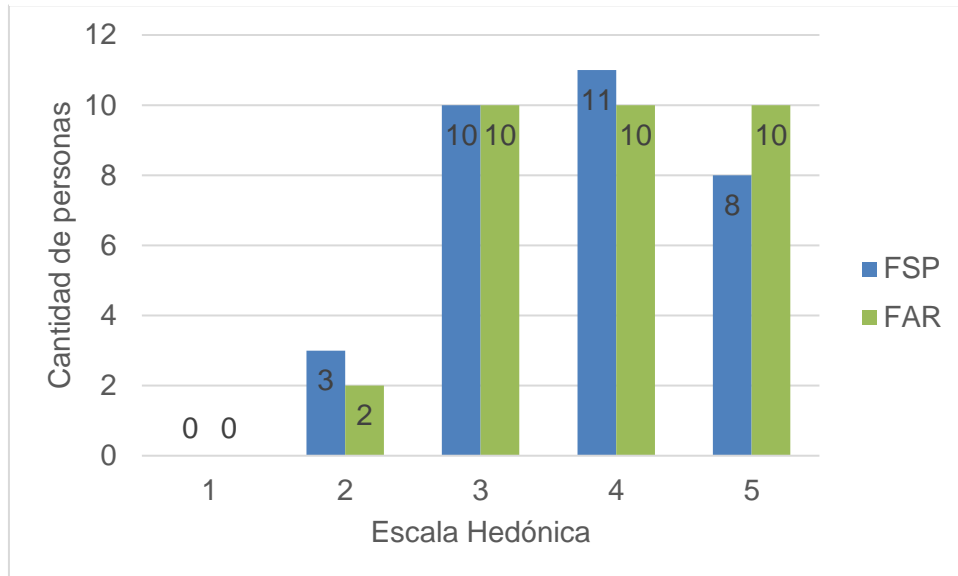


Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma. La escala hedónica tiene valores de: : (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta moderadamente, (3) Ni me gusta, ni me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta mucho.

El olor es una característica que tanto para los fideos elaborados como para los fideos de marca Roma tuvo buena calificación (Ver Figura 24). Por lo general, ambas muestras no presentaron un olor intenso y muchas veces, ni siquiera fue percibido por los jueces. Sin embargo, se mencionó que, en el caso de los fideos elaborados, el olor fue mucho más intenso que el de los fideos de Roma; además, de que los primeros contaban con un olor residual a alimento de “perro o concentrado animal”, según la apreciación de una de las personas participantes. Esto último es debido a la presencia de semolina en la formulación, si bien el aporte es poco, es de suma importancia buscar una alternativa para mejorar dicha característica.

Figura 24

Aceptabilidad del olor de los fideos.



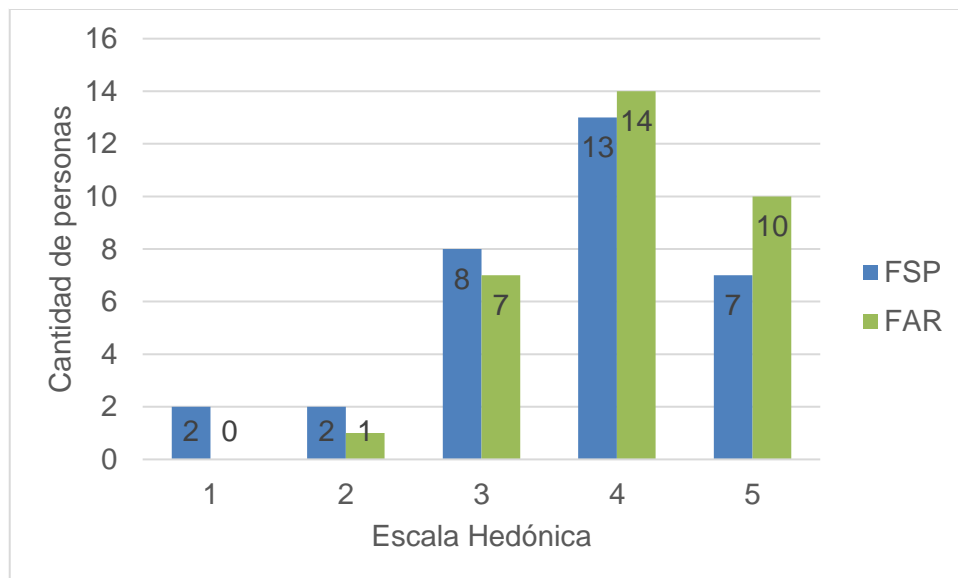
Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma. La escala hedónica tiene valores de: (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta moderadamente, (3) Ni me gusta, ni me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta mucho.

Ahora bien, el sabor es uno de los atributos de mayor importancia en cualquier alimento, ya que, si este tiene un buen sabor, es más probable que sea aceptado. Al observar la Figura 25, se puede ver que tanto los fideos de semolina y puntilla como los fideos de Roma, obtuvieron puntuaciones similares, es decir, la aceptabilidad de ambos se encuentra casi igual. En el caso de los fideos de semolina y puntilla de arroz, las calificaciones obtenidas fueron entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”; según los comentarios brindados por los jueces, el sabor de estos fideos es algo novedoso, que sin duda alguna comprarían. De igual manera, se menciona que el sabor de los fideos sí refleja el sabor de las materias primas con las que están elaborados, es decir, sí presentan sabor a arroz.

Por otro lado, según la comparación entre muestras realizada por los participantes, si bien ambos sabores estaban aceptables, la muestra de los fideos elaborados presentaba más sabor en comparación con los fideos de Roma, a los cuales el sabor apenas se hacía notar, siendo la primera muestra la preferida en cuanto a sabor. También, dentro de las observaciones y en relación con las calificaciones más bajas, se mencionó que el porcentaje de sal en los fideos estaba muy elevado. Sin embargo, si bien esto afectó la toma de decisión de los jueces, es una característica que se puede modificar, es decir, los fideos fueron cocinados en una salmuera del 1% con el fin de generalizar todas las muestras, aun así, los fideos no contienen sal dentro de su formulación, por lo que cada persona a la hora de cocinarlos les puede añadir sal al gusto.

Figura 25

Aceptabilidad del sabor de los fideos.



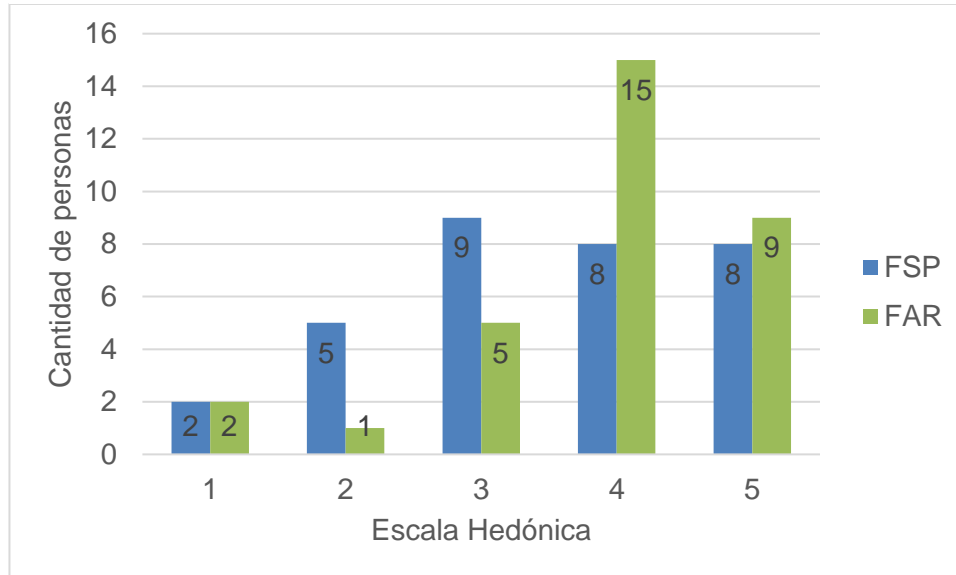
Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma. La escala hedónica tiene valores de: : (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta moderadamente, (3) Ni me gusta, ni me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta mucho.

Finalmente, se evaluó la textura de los productos. En la Figura 26 se puede observar de manera gráfica los resultados de este atributo. Al analizar los resultados, se puede ver que los fideos de Roma obtuvieron mejor calificación en cuanto a textura. Esto es debido a que, si bien los fideos elaborados pasaron por una serie de pruebas para definir el tiempo de cocción, el cual fue de 4 minutos, al final no resultó ser el método o tiempo adecuado, ya que ocasionó que los fideos quedaran muy suaves. De esta manera, cuando los jueces probaron las muestras, los fideos elaborados estaban con una consistencia masosa, la cual no fue de agrado para muchos. En cambio, para los fideos de Roma, por el contrario, muchos jueces opinaron que estaban faltantes de cocción, ya que se sentían muy duros y pegajosos, o bien, no estaban al dente. Sin embargo, cabe aclarar que estas opiniones fueron personales y muy diversas, ya que también muchos mencionaron que la muestra de fideos elaborados sí estaba al dente, al igual que con la muestra de fideos de Roma. Por tanto, la textura de los fideos es un aspecto que puede variar según las condiciones de cocción, por lo que es ajustable según el tipo de preparaciones y gustos de los consumidores.

Otro factor que entró en juego en la textura de los fideos elaborados fue la grumosidad del mismo. Se mencionó en múltiples ocasiones que los fideos contaban con una textura grumosa, arenosa o boronosa desagradable al paladar. Esto es una característica que se puede mejorar, ya que está relacionada a la granulometría de la harina utilizada, la cual fue de un tamaño de partícula de 0.250 mm. Por tanto, de ser necesario, se podría utilizar harina de un tamaño menor de partícula, es decir, de 0.150 mm o 0.106 mm.

Figura 26

Aceptabilidad de la textura (masticabilidad) de los fideos.

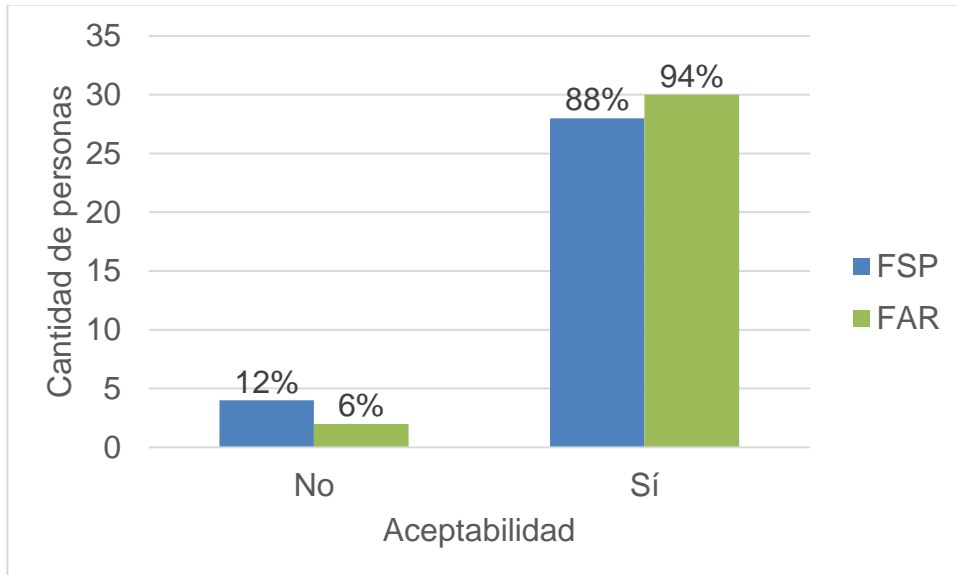


Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma. La escala hedónica tiene valores de: : (1) Me disgusta mucho, (2) Me disgusta moderadamente, (3) Ni me gusta, ni me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta mucho.

Una vez analizados todos los atributos antes mencionados, se procedió a preguntarle a los jueces si comprarían el producto. En la Figura 27 se puede observar las respuestas generadas, donde en el caso de los fideos de semolina y puntilla, el 88% de los jueces sí lo comprarían, mientras que el otro 12% no lo comprarían. Para los fideos de arroz de Roma, el 94% los compraría y un restante de 6% no lo comprarían.

Figura 27

Disposición de los jueces participantes para comprar los fideos.



Nota: *FSP: Fideos de semolina y puntilla de arroz. *FAR: Fideos de arroz marca Roma.

Al analizar los resultados, el producto más aceptado por los jueces fue el de fideos de arroz de Roma, sin embargo, se puede ver que la diferencia existente de dos personas es mínima. A grandes rasgos, los fideos de Roma presentan ventaja en cualidades como color y textura, las cuales pueden mejorarse para los fideos de semolina y puntilla de arroz.

En cuanto a la primera característica, color, se puede tomar en cuenta ingredientes naturales que le aporten a los fideos un color más llamativo y que sea de agrado para los consumidores nacionales. O bien, se puede trabajar en las personas de tal forma que se animen a probar productos nuevos que ayuden al desarrollo nacional y de igual manera, que conozcan y se adapten a nuevas tendencias.

Por otro lado, la textura es otro atributo que se puede mejorar. Primeramente, la suavidad del producto ya cocinado está directamente relacionado al tiempo y método de cocción, por tanto, una disminución en el tiempo de cocción va a ser que los fideos queden al dente y que también no sean tan propensos a romperse y disminuir su largo. Otro punto en cuanto a la textura del fideo es la granulometría, sin embargo, como ya se mencionó,

para evitar una sensación boronosa en el fideo, se puede disminuir el tamaño de partícula de la harina.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Primeramente, se logró caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las materias primas, en este caso, semolina y puntilla de arroz. Con la ayuda de análisis de laboratorio, se determinó que tanto la semolina como la puntilla de arroz cuentan con características químicas similares a los datos teóricos reportados por otros autores, sin embargo, existen variaciones en los datos que pueden estar asociadas a la procedencia de cada lote analizado, tomando en cuenta factores como, calidad de la tierra en la que fue sembrado el grano, cantidad y calidad de abonos y nutrientes recibidos, e incluso, los procesos de industrialización por los que pasó cada lote de materia prima.

En cuanto a la granulometría de la semolina y puntilla de arroz, la investigación se basó en aprovechar la harina producida con un tamaño de partícula de 0.250 mm, por tanto, al realizar las pruebas de tamizado, se identificó que de la semolina de arroz se aprovecha únicamente un promedio de 9.01%, y para la puntilla, se aprovecha un 4.67%. En el caso de la puntilla de arroz, el porcentaje de aprovechamiento se puede mejorar, de tal manera que el proceso de molienda sea más eficiente y logre disminuir de manera homogénea el tamaño de partícula.

Una vez caracterizada la materia prima, por medio de múltiples pruebas se logró definir una formulación final para el prototipo de fideos de semolina y puntilla de arroz. De esta manera se logró también establecer las etapas unitarias necesarias para la elaboración de los fideos; lo cual permitió hacer un diseño de un diagrama de flujo con la explicación detallada de cada etapa unitaria, al igual que los equipos que fueron necesarios y equipos que pueden ser utilizados en caso de hacer un escalamiento del prototipo. Esta información va a permitir tener un mejor control a la hora de crear el producto y mejorar los procesos, lo que ayuda a obtener un producto de calidad y uniforme.

Cuando el producto final estuvo listo, se determinó, mediante un análisis proximal y físico, su valor nutricional y de calidad. Donde se estimó que el porcentaje de humedad de los fideos de semolina y puntilla de arroz es de 11.71%, con un Aw de 0.59. Si bien son valores aceptados teóricamente, en el caso del Aw se puede disminuir más para evitar

crecimiento de microorganismos que puedan dañar o reducir la vida útil de producto. Además, se presenció un 3.68% de proteína, 5.40% de lípidos o grasas, 0.89% de fibra cruda y 1.78% de cenizas.

Finalmente, se logró determinar la aceptación de los fideos mediante un análisis sensorial tipo Focus Group; donde el 88% de los jueces participantes dijeron que sí comprarían el producto, mientras que el otro 12% no lo comprarían. Dentro de las principales razones por las que el producto no fue tan aceptado, se encuentran específicamente los atributos de color y textura, sin embargo, son características que pueden ser fácilmente mejoradas. En el caso del color, se evidenció que las personas prefieren un color más llamativo tipo el color de las pastas tradicionales de trigo (amarillo), por lo que se puede agregar algún colorante dentro de la formulación. Y con respecto a la textura, muchas personas mencionaron que se encontraban muy suaves, sin embargo, esta característica estaba relacionado al tiempo de cocción que recibió el fideo; por lo que un tiempo menor, ayudaría a mejorar la suavidad del mismo.

Por tanto, se puede concluir a manera general, que sí se logró aprovechar los subproductos generados en la industrialización del arroz, esto mediante la elaboración de espaguetis.

5.2. Recomendaciones

Con el fin de tener un mayor rendimiento en cuanto al aprovechamiento de la puntilla de arroz, se recomienda utilizar un molino de martillos que permita una mejor molienda de la puntilla de una manera más homogénea. Además, se insta a elaborar prototipos de formulación utilizando las harinas de las materias primas con un menor tamaño de partícula.

También, debido al tamizado de la materia prima, se pudo identificar una mezcla de subproductos del arroz en cada una de las muestras, es decir, en la semolina había restos de cascarilla y puntilla, mientras que en la puntilla se encontraron restos de cascarilla. Por tanto, se recomienda a las industrias arroceras asociadas a CONARROZ una mejor separación y selección de los subproductos generados. Asimismo, si se pretende fomentar la investigación llevada a cabo en este documento, se recomienda que las industrias almacenen los subproductos de semolina y puntilla en recipientes que eviten la absorción de humedad, ya que esto es un factor que puede perjudicar la calidad y vida útil de las mismas.

Por otro lado, en cuanto a la elaboración como tal del prototipo de fideos, se recomienda una continua investigación en cuanto a la posibilidad de generar un prototipo con más dureza una vez que se encuentre seco, o bien, tomar en cuenta diferentes formas de presentación de producto terminado para la venta al público, las cuales generen firmeza en el producto. Igualmente, se recomienda aumentar el tiempo de secado de los fideos, de esta manera la disponibilidad de agua en ellos será menor, lo que beneficiaría la vida útil y calidad del producto.

Finalmente, tomando en cuenta la aceptación de los fideos por parte de los jueces participantes del Focus Group, se recomienda, primeramente, reducir el tamaño de partícula de las harinas, de esta manera el producto no tendrá una sensación boronosa al paladar. También, es importante que se evalúe el uso de la semolina para la elaboración de los fideos, ya que, si bien en esta investigación se pudo utilizar, esta aporta un gusto amargo en los fideos, lo que puede ser una desventaja en el producto;

por tanto, se recomienda que se ajusten nuevas formulaciones donde se disminuya el porcentaje de semolina e incluso, formulaciones donde no tengan presencia de semolina.

Asimismo, se recomienda hacer pruebas en cuanto al color de los fideos, donde se añada en la formulación algún colorante, ya sea natural o artificial, el cual le aporte el color característico de los fideos tradicionales de trigo. También, es importante que se hagan nuevamente pruebas de cocción que permitan obtener unos fideos cocinados al dente.

Una vez realizados estos cambios, se recomienda que se haga otro sondeo de aceptación de los fideos, dando como muestra la opción base, es decir, los fideos ya evaluados y una muestra de los fideos con los cambios antes mencionados. Incluso, se puede brindar otra muestra a la cual se le hayan hecho los cambios necesarios en la formulación, pero sin contemplar un cambio de color, sin embargo, se le debe explicar a los participantes del panel de degustación, la procedencia de los fideos y por qué tienen un color blanco y no amarillo como los tradicionales.

Capítulo VI. Bibliografía

- ACP. (2022, enero 06). *Determinación de la humedad en los alimentos*. acpautomatismos: <https://acpautomatismos.com/determinacion-de-la-humedad-en-los-alimentos/>
- Ah-Hen, K., & Mathias-Retting, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57-66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Alban, E. (2013, septiembre 10). *Pastas Alimenticias*. ClubEnsayos: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Pastas-Alimenticias/1024462.html>
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3608/1/Quimica_de_los_alimentos.pdf
- Barberena, J. (2020). *Efecto de la semolina de arroz en la productividad y características de la canal de pollos de engorde*. Zamorano:Escuela Agrícola Panamericana. <http://hdl.handle.net/11036/6856>
- Bravo Rodríguez, E., & Ortega Rojas, J. (2017). *Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack estruido a base de arroz (Oryza sativa L.), quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) y torta desgrasada de hía (Salvia hispanica L.)*. Universidad Nacional del Santa, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Nuevo Chimbote. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2793>
- Cardona Serrate, F. (2019). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos. <http://hdl.handle.net/10251/121948>
- Cobos, O., Hernández, G., & Remes, J. (2017). Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Med Int Mex*, 33(4), 487-502. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73771>

- CONARROZ. (2021). *Informe Anual Estadístico 2020/2021*. Costa Rica. https://www.conarroz.com/userfile/file/Informe_anual_estad%C3%ADstico2020-2021.pdf
- Dundur, R., Castillo, R., & Hincapié, J. (2021). *Alimentos alternativos para cerdos: Semolina de arroz, Harina de palmiste y DDGS*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. <http://hdl.handle.net/11036/7054>
- Dussán-Sarria, S., Hurtado-Hurtado, D., & Camacho-Tamayo, J. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinua y Chontaduro. *Información tecnológica*, 30(5), 3-10. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
- Estrada León, A. (2019). *Uso de salvado de arroz (Oryza sativa L.) en la elaboración de fideos de arrocillo*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/12533/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-45.pdf>
- FAO. (2020). *Análisis proximal*. México. <https://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>
- Fasabi, C. (2019). *Agroindustrialización del arroz (Oryza Sativa L.) en la Empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3739/FIAI%20-%20Corina%20Doylith%20Fasabi%20Mozombite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M., & Alonso, A. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *Nova*, 26(14), 63-78. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702016000200007&lng=en&nrm=iso
- Google Earth. (2022, abril 26). *Google Earth*. Google Earth: <https://www.google.com/earth/about/versions/>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6° Edición ed.). México: McGRAW HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- IBERTIC. (2013, mayo 15). *Grupos focales guía y pautas para su desarrollo*. IBERTIC: http://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/pdfs/ibertic_guia_grupos_focales.pdf
- Jara Solís, F. (2018). *Comparación del análisis tradicional de la escala hedónica 9 de puntos, que da resultados sesgados, con un nuevo tipo de análisis basado en la teoría de detección de señales llamado el índice R para ordenamiento*. Escuela de Tecnología de Alimentos. San José: Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5714/1/42958.pdf>
- Jaramillo Burbano, M. E., & Reinoso Silva, E. A. (2009). *Snack Nutritivo en Base de Arroz y Soya: Ramones*. Quito: Universidad de San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1088/1/91184.pdf>
- Konica Minolta Sensing Americas. (2022). *Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B**. <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- LabProcess. (2022). *La actividad del agua (aw) de ciertos alimentos*. LabProcess: <https://www.labprocess.es/la-actividad-del-agua-aw-de-ciertos-alimentos>
- Marice Trejos, A. C. (2011, julio 1). Arroz Un alimento con alto valor nutricional. *Revista Arrocerá*, 4-5. <https://www.conarroz.com/images/revista/Revista7.pdf>
- Márquez Siguan, B. (2014). *Cenizas y Grasas*. Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>
- Mata Arias, L. (2011). *Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agroalimentarias. San José: Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/28813/Documento%20completo?sequence=1&isAllowed=y>

- Méndez Ventura, L. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. Universidad Veracruzana, Facultad de Química Farmacéutica Biológica, Xalapa, Veracruz. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- MTSS. (2022). *Lista de Salarios Mínimos 2022*. https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2022.pdf
- Peña, M., Casierra, F., & Monsalve, O. (2013). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cascarilla de arroz mezclada con materiales minerales y orgánicos. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(2), 217-227. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732013000200007&lng=en&nrm=iso
- Pincirolí, M., Ponzio, N., & Sasamendi, M. (2015). *El Arroz: Alimento de Millones*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46744>
- Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 84-97. https://books.google.co.cr/books?hl=en&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=grupos+de+enfoco+analisis+sensorial&ots=lc5MXMKFv&sig=k1EjnShjGcn15roEwm20ha1qLxl#v=onepage&q=grupos%20de%20enfoco%20analisis%20sensorial&f=false
- Roda, N. (2020, junio 3). *Importancia de las vitaminas del grupo B en nuestra salud*. Méderi Nutrición Integrativa: <https://mederinutricion.com/importancia-de-las-vitaminas-del-grupo-b-en-nuestra-salud/>
- Romero, E., Cárdenas, N., Salazar, J., & Cevallos, C. (2018). Elaboración de pastas sin gluten para personas celiacas. *Libro de Memorias*, 37-44. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-185718-87%20Libro%20Memorias%20XVII%20Sem%20Inter%20Salud.pdf#page=37>

- Sánchez Picado, Y., & Vega Solano, M. F. (2018, enero-junio). Situación del mercado del arroz en Costa Rica: una mirada a la realidad. *ABRA*, 38(56), 1-22. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/abra.38-56.1>
- SEEMKO. (2022). *Almidón de yuca*. <https://www.seemko.cr/products/160/almidon-de-yuca>
- Sibaja Nuñez, G. (2022, marzo 17). Pruebas de valor agregado del arroz. *Área de Fortalecimiento Industrial, CONARROZ*. (F. Chaves Montiel, Entrevistador)
- Subsecretaría de Alimentos y Bebidas. (2017). *Protocolo de calidad para pasta seca*. Argentina: Ministerio de Agroindustria. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/SAA034_Protocolo_de_Calidad_Pasta_Seca_oficializado.pdf
- SV. (2020, agosto 23). *¿POR QUÉ ES IMPORTANTE DEJAR REPOSAR LA MASA EN PANADERÍA?* Santa Vida: <https://www.santavida.com.mx/blog-cursos-de-cocina/por-qu-es-importante-dejar-reposar-las-masas>
- Tapia, M. S. (2020). Contribución al Concepto de Actividad del Agua (Aw) y su Aplicación en la Ciencia y Tecnología de Alimentos en Latinoamérica y Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, LXXX(2), 18-40. <https://boletines.acfiman.org/wp-content/uploads/2021/01/Paginas-desde-23-45-SEGUNDO-ARTICULO.pdf>
- TIPS. (2022). *CMC (Carboximetil Celulosa de Sodio)*. <https://tipscr.com/hogar/comestibles-no-refrigerados/65803-cmc-carboximetil-celulosa-de-sodio-250-gramos.html>
- Tomat, C. (2012). El 'focus group': nuevo potencial de aplicación en el estudio de la acústica urbana. *Pensamiento e Investigación Social*, 12, 129-152. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/537/53723279006.pdf>
- Torres, J., González-Morelo, K., & Acevedo, D. (2015). Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. *Revista ReCiTeIA*, 14(2), 63-75.

https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Frutas_Productos_Carnicos_y_Quesos

Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Control de calidad de productos o materias primas*.
CITA: <http://cita.ucr.ac.cr/node/96>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2013, febrero 14). *Arroz (Oryza Sativa)*.
UNAM:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=24

Vallejos, V. (2016). *Proceso de almacenamiento e industrialización de arroz de la empresa Agri-Corp (Centro Industrial Chinandega) en el período productivo 2014-2015*. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León UNAM-León.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6533/1/237899.pdf>

Vargas, J., Alvarado, P., Vega-Baudrit, J., & Porras, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Revista Científica*, 23(1), 87-102.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5069938>

Walmart. (2022). *Compra en línea*.
https://www.walmart.co.cr/?utm_source=search_paid&utm_medium=cpa&utm_campaign=aonsearch_ecommerce_ecommerce&utm_content=txt_ecommerce_na_na&utm_term=kw_marca_Home&utm_source=search_paid&utm_medium=cpa&utm_campaign=aonsearch_ecommerce&utm_content=txt_ecomm

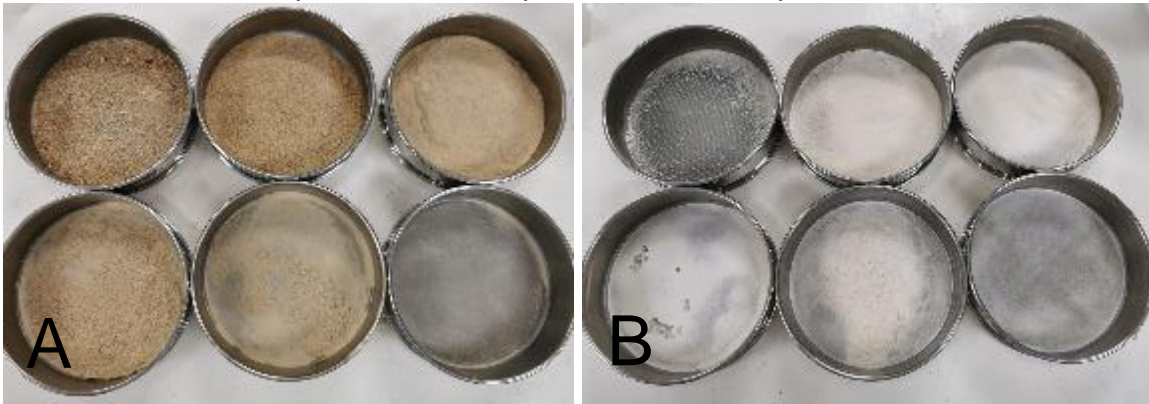
Capítulo VII. Apéndice y Anexos

7.1. Apéndices

Apéndice A. Fotografías de los análisis fisicoquímicos llevados a cabo en el laboratorio.

Figura A28

Resultados de la etapa de tamizado para las materias primas.



Nota: La imagen A es semolina de arroz, mientras que la imagen B es puntilla de arroz.

Figura A29

Evidencia de determinación de Aw.



Nota: Equipo para determinar Aw AquaLab.

Figura A31

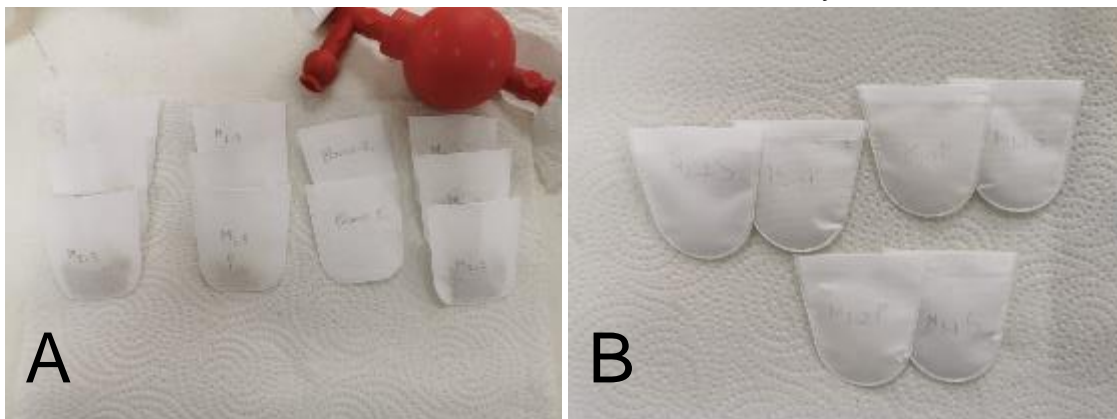
Evidencia de determinación de contenido de proteína.



Nota: Titulación de la muestra. El Erlenmeyer de la izquierda se encuentra recién salido de la destilación, mientras que el de la derecha ya se encuentra titulado.

Figura A30

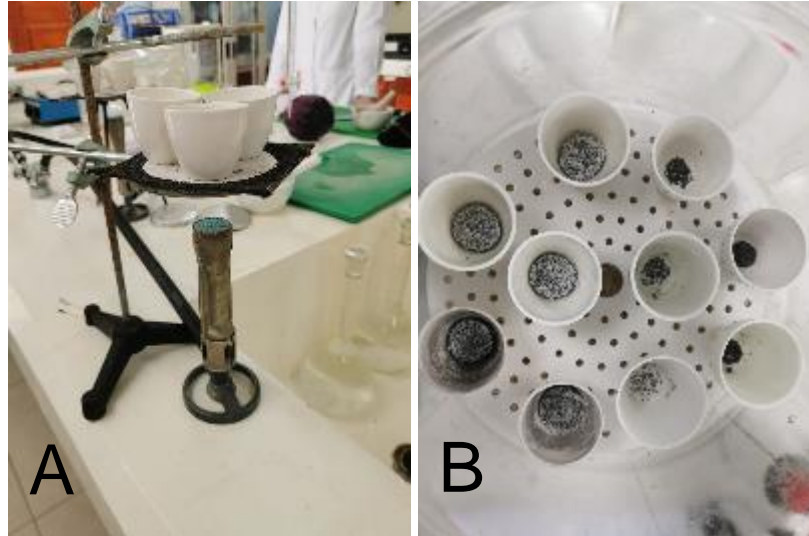
Evidencia de determinación de contenido de Fibra Cruda y Grasas.



Nota: La imagen A representa las muestras de Fibra Cruda, mientras que la B las muestras de grasas.

Figura A32

Evidencia de determinación de contenido de cenizas.



Nota: La imagen A se puede observar las muestras en la etapa previa de incineración, mientras que el B se puede observar las muestras ya incineradas.

Apéndice B. Fotografías del proceso de prototipado de los fideos.

Figura B33

Evidencia de pesado de ingredientes.



Nota: El ingrediente de la imagen es aceite de oliva.

Figura B34

Evidencia de pruebas de cocción de los fideos.



Nota: Agua hirviendo.

Apéndice C. Documentos y fotografías del Focus Group.

Figura C35

Evidencia del análisis sensorial Focus Group.



Nota: Focus Groups elaborados en la Escuela de Agronegocios, Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Figura C36

Evidencia del análisis sensorial Focus Group.



Nota: Focus Group elaborado en Cascadas 4, La Colonia, Pococí, Limón.

Figura C37

Acuerdo de participación firmado por los jueces participantes del Focus Group.

**Acuerdo de Participación-Panel Sensorial
Escuela de Agronegocios
Trabajo Final de Graduación**

Antes de iniciar la degustación, se le solicita su consentimiento o disposición a participar en esta prueba sensorial y ser grabado por medio de audio mediante su firma. Con la cual usted confirma que se le ha indicado y descrito el tipo de alimento a evaluar y que en caso de identificar algún tipo de problema o inconveniencia personal derivado de su consumo queda en usted la decisión de continuar o no con la degustación.

Nota: En esta prueba usted degustará una muestra de fideos a base de semolina y puntilla de arroz y otra muestra de fideos a base de arroz.

De acuerdo a su conveniencia complete la siguiente información.

Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha: _____
Estoy de acuerdo
Estoy en desacuerdo

Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha: _____
Estoy de acuerdo
Estoy en desacuerdo

Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha: _____
Estoy de acuerdo
Estoy en desacuerdo

Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha: _____
Estoy de acuerdo
Estoy en desacuerdo

Nombre: _____
Cédula: _____
Fecha: _____
Estoy de acuerdo
Estoy en desacuerdo

Figura C38

Herramienta para la prueba de aceptación de los fideos (Lado derecho de la hoja).



Prueba de grado de satisfacción para fideos de arroz

Nombre: _____ Código muestra: _____

Edad: _____ Género: _____

INSTRUCCIONES

A continuación, se le presenta dos muestras de fideos de arroz. Por favor, observe y pruebe la muestra las veces necesarias y evalúe el grado en que le gusta o disgusta cada atributo de la muestra de acuerdo a la escala hedónica, marcando con una equis el cuadro con el número que corresponde en cada uno de los atributos.

Es importante que tome agua antes de probar cada muestra.

Escala hedónica:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1- Me disgusta mucho | 4- Me gusta moderadamente |
| 2- Me disgusta moderadamente | 5- Me gusta mucho |
| 3- Ni me gusta, ni me disgusta | |

Color:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Tamaño (largo y grosor):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Olor:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Sabor:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Textura (masticabilidad):

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figura C39

Herramienta para la prueba de aceptación de los fideos (Lado reverso de la hoja).

1. ¿Conoce usted acerca de los fideos de arroz? Si su respuesta es No, continúe con la pregunta 3.

Sí

No

2. ¿Ha consumido usted alguna vez fideos de arroz?

Sí

No

3. ¿Compraría el producto? Justifique su respuesta.

Sí

No

Observaciones:
