

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ciencias Químicas
Escuela de Ingeniería Química

“Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias.”

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniera Química.

Autoras:

Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco

C.I.: 0302362108

Sonia Nieves Guambaña Tenesaca

C.I.: 0106545650

Directora:

Mgt. Daniela Estefanía Zúñiga García

C.I.: 0105275226

Cuenca – Ecuador

21 de Octubre 2019



RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como finalidad principal la obtención de harina a partir de la Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo de secado, así como de espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias. Para la determinación del experimento óptimo se aplicó un diseño experimental 2^k cuyos resultados fueron temperatura 68°C, tiempo de secado de 8 horas y espesor de rodaja 5 mm.

Se realizaron análisis físico químicos, microbiológicos y de contaminantes en la harina, los mismos que se encuentran dentro de los límites establecidos por las normas para harina de trigo y para harina de yuca comestible. Además, se determinó el aporte nutricional de la harina obteniéndose en carbohidratos 73,58%; fibra 8,78%; proteína 5,34 %; grasa 2,84%; azúcares 6,39%; sodio 164 mg/100g y almidón 28,31%.

Finalmente se prepararon tres formulaciones de sopa instantánea con un 55% de harina de zanahoria blanca siendo la tercera la que tuvo mayor aceptación por parte de los catadores; las características de aporte nutricional de esta formulación fueron comparadas con una marca comercial. También se analizaron los costos de producción de la harina y de la sopa instantánea.

Palabras clave: Harina. Zanahoria blanca. Optimización. Sopa instantánea.



ABSTRACT

This experimental research has as main purpose the flour production from white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*). The study describes suitable temperature levels, drying process, ideal slice thickness and food field application. The results of the 2^k experimental design were a temperature level of 68°C, 8 hours drying and 5mm slice thickness. Furthermore, standard tests under the parameters of wheat and yucca flour like physical-chemical, chemical microbiological and contaminant analyzes were carried out. The nutritional analysis showed that the product contains: 73.58% carbohydrate, 8.87% fiber, 5.34% protein, 2.84% fat, 6.39% sugar, 164mg/100g sodium and 28.31% starch. Besides, three instant soup formulas were created which contained 55% flour. One of three got the highest level of acceptance among tasters. After the analysis of production cost and comparisons with particular brands, the product was assigned a selling price.

Key words: Flour. White carrot. Optimization. Instant soup.



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPÍTULO 1: CONTENIDO TEÓRICO.....	19
1.1 GENERALIDADES DE LA ZANAHORIA BLANCA.....	19
1.1.1 Origen.....	19
1.1.2 Variedades	19
1.1.3 Taxonomía y morfología.....	20
1.1.4 Condiciones agroecológicas para el cultivo	21
1.1.5 Descripción de la planta	21
1.1.6 Composición nutricional de la raíz.....	22
1.1.7 Producción nacional e internacional.....	22
1.1.8 Propiedades	24
1.2 HARINA.....	24
1.2.1 Generalidades.....	24
1.2.2 Aplicación industrial de la harina de zanahoria blanca	24
1.2.2.1 Uso en sopas instantáneas.....	25
1.2.3 Análisis proximal.....	25
1.3 SECADO.....	26
1.3.1 Generalidades.....	26
1.3.2 Ventajas y desventajas del proceso de secado	26
1.3.3 Clasificación del secado.....	27
1.3.4 Equipos más utilizados.....	28
1.3.4.1 Secador de bandejas.....	29
1.3.5 Agua en los alimentos	29
1.3.6 Actividad de agua.....	30
1.3.7 Curva de secado.....	30
1.4 DISEÑO FACTORIAL.....	31
1.4.1 Matriz experimental.....	31
1.4.2 Efectos	33
1.4.3 Análisis de efectos	33
1.4.4 Determinación de efectos significativos con Normal probability plots	33
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	35



2.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
2.2	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	35
2.3	CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA	35
2.3.1	Tratamiento de la materia prima	35
2.3.2	Acidez titulable.....	35
2.3.3	Sólidos solubles.....	36
2.3.4	Índice de madurez.....	36
2.4	OBTENCIÓN DE LA HARINA	36
2.4.1	Procedimiento para la obtención de harina.....	36
2.4.2	Diagrama de bloques.....	38
2.5	CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA.....	38
2.5.1	Rendimiento	38
2.5.2	Humedad de la harina	38
2.5.3	Actividad acuosa.....	39
2.5.4	Análisis proximal de la harina.....	39
2.6	MÉTODO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN EL SECADO	41
2.6.1	Factores de investigación	41
2.6.2	Matriz de diseño experimental	41
2.6.3	Parámetros de secado.....	42
2.6.3.1	Proceso de secado.....	42
2.6.3.2	Curva de secado.....	42
2.7	APLICACIÓN INDUSTRIAL (SOPA INSTANTÁNEA).....	43
2.7.1	Formulación de la sopa instantánea	43
2.7.1.1	Procedimiento de elaboración de la mezcla en polvo	44
2.7.1.2	Pasos para la preparación de la sopa.....	45
2.7.2	Cálculos del informe bromatológico	46
2.7.3	Cálculo del Informe nutricional	46
2.7.4	Análisis proximal de la sopa instantánea.....	47
2.7.5	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA	48
2.7.5.1	Cálculo del número de catadores	48
2.7.5.2	Elaboración de la ficha de degustación	48
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		49
3.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	49
3.1.1	Acidez titulable.....	49



3.2	OPTIMIZACIÓN DE CONDICIONES DE OPERACIÓN EN EL SECADO PARA OBTENCIÓN DE LA HARINA	50
3.2.1	Análisis de efectos	50
3.2.2	Identificación de los coeficientes significativos.....	51
3.2.3	Parámetros óptimos de operación.....	53
3.2.4	Parámetros de secado.....	53
3.3	CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA.....	53
3.3.1	Rendimiento	53
3.3.2	Humedad	54
3.3.3	Actividad acuosa.....	54
3.3.4	Análisis proximal de la harina.....	55
3.3.5	Informe nutricional de la harina	57
3.4	APLICACIÓN INDUSTRIAL.....	58
3.4.1	Análisis sensorial de la sopa instantánea.....	58
3.4.2	Informe bromatológico de la sopa instantánea.....	59
3.4.3	Informe nutricional de la sopa instantánea.....	60
3.4.4	Análisis proximal de producto terminado.....	61
3.4.5	Etiqueta del producto terminado	63
3.4.6	Análisis de costos de elaboración	63
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
	BIBLIOGRAFÍA.....	66
	ANEXOS.....	70



ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Composición de las variedades de zanahoria blanca.....</i>	20
<i>Tabla 2: Taxonomía de la zanahoria blanca.....</i>	20
<i>Tabla 3: Valor Nutricional de la Zanahoria Blanca.....</i>	22
<i>Tabla 4: Nombres de la zanahoria blanca en diversos países.</i>	23
<i>Tabla 5: Diseño factorial para dos, tres y cuatros variables.....</i>	32
<i>Tabla 6: Matriz de diseño para dos niveles y tres factores.....</i>	32
<i>Tabla 7: Matriz de modelo para dos niveles y tres factores</i>	33
<i>Tabla 8: Ensayos requeridos para la harina de zanahoria blanca</i>	40
<i>Tabla 9: Características físico- químicas de la harina de referencia</i>	40
<i>Tabla 10: Contaminantes de la harina de referencia.....</i>	41
<i>Tabla 11: Requisitos microbiológicos de la harina.....</i>	41
<i>Tabla 12: Factores del diseño experimental y sus niveles máximos y mínimos.....</i>	41
<i>Tabla 13: Matriz del diseño factorial completo 2^k de tres factores con dos niveles.....</i>	42
<i>Tabla 14: Cálculo del área de secado.....</i>	42
<i>Tabla 15: Formulaciones de sopa instantánea.....</i>	44
<i>Tabla 16: Nutrientes de declaración obligatoria y su valor diario.</i>	46
<i>Tabla 17: Contenido de componentes y concentraciones permitidas</i>	47
<i>Tabla 18: Características bromatológicas y microbiológicas de sopa deshidratada.....</i>	47
<i>Tabla 19: Información nutricional de sopa instantánea comercial.....</i>	48
<i>Tabla 20: Datos obtenidos en el laboratorio para la zanahoria blanca.....</i>	49
<i>Tabla 21: Cálculo del índice de madurez.....</i>	49
<i>Tabla 22: Matriz modelo del diseño factorial 2^3 para las variables temperatura, tiempo y espesor de la rodaja</i>	50
<i>Tabla 23: Valores de los coeficientes de los efectos de las variables.....</i>	50
<i>Tabla 24: Datos para graficar el Normal plot probability.....</i>	51
<i>Tabla 25: Rendimientos por cada operación de obtención de harina.....</i>	54
<i>Tabla 26: Características de la harina.</i>	55
<i>Tabla 27: Contenido de contaminantes de la harina</i>	57
<i>Tabla 28: Características microbiológicas de la harina.....</i>	57
<i>Tabla 29: Información nutricional de la harina de zanahoria blanca.....</i>	57
<i>Tabla 30: Evaluación de la formulación de la sopa instantánea.....</i>	60
<i>Tabla 31: Composición porcentual de componentes</i>	60
<i>Tabla 32: Información nutricional de la sopa instantánea.....</i>	61
<i>Tabla 33: Características de la sopa instantánea</i>	62
<i>Tabla 34: Análisis proximal de sopas instantáneas.....</i>	62
<i>Tabla 35: Análisis de costos de harina de zanahoria blanca</i>	63
<i>Tabla 36: Costos de producción de la mezcla en polvo para sopa instantánea.....</i>	64



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)</i>	19
<i>Ilustración 2: Variedades de la zanahoria blanca</i>	19
<i>Ilustración 3: Partes de la planta de zanahoria blanca.....</i>	21
<i>Ilustración 4: Esquema de un secador de bandejas.....</i>	29
<i>Ilustración 5: Curva de secado.....</i>	31
<i>Ilustración 6: Normal probability plots: a) Normal plot. b) Half normal plot.....</i>	34
<i>Ilustración 7: Titulación para la determinación de acidez.....</i>	36
<i>Ilustración 8: a) estufa eléctrica, b) desecador.....</i>	39
<i>Ilustración 9: Equipo medidor de humedad relativa.....</i>	39
<i>Ilustración 10: Equipos utilizados para la determinación de la curva de secado.....</i>	43
<i>Ilustración 11: Mezcla en polvo para cada formulación de sopa instantánea</i>	44
<i>Ilustración 12: Sopas instantáneas obtenidas para cada formulación.....</i>	46
<i>Ilustración 13: Zanahoria blanca, a) Un cuarto de maduración; b) Maduración completa</i>	50
<i>Ilustración 14: Semáforo nutricional de la sopa instantánea.....</i>	61
<i>Ilustración 15: Etiqueta del producto terminado</i>	63



ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Normal probability plot.....</i>	52
<i>Gráfico 2: Análisis proximal de harinas de zanahoria blanca y trigo.....</i>	55
<i>Gráfico 3: Análisis proximal de harinas de zanahoria blanca y trigo.....</i>	56
<i>Gráfico 4: Porcentaje de aceptación de las formulaciones.....</i>	58
<i>Gráfico 5: Evaluación de color</i>	59

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1: Clasificación de secadores</i>	28
<i>Diagrama 2: Diagrama de bloque del proceso de obtención de harina de Zanahoria Blanca</i>	38
<i>Diagrama 3: Diagrama de proceso operacional de la elaboración de sopa instantánea</i>	45

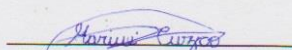
ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Proceso de obtención de harina de zanahoria blanca</i>	70
<i>Anexo 2: Datos obtenidos para graficar la curva de secado.....</i>	71
<i>Anexo 3: Encuesta de catación de sopa instantánea.....</i>	72
<i>Anexo 4: Aplicación de encuestas a estudiantes de ingeniería química.....</i>	73
<i>Anexo 5: Gráficas del análisis sensorial.....</i>	74
<i>Anexo 6: Reporte de resultados físico químicos en harina</i>	75
<i>Anexo 7: Reporte de resultados de contaminantes y almidón en harina</i>	76
<i>Anexo 8: Reporte de resultados microbiológicos de harina (E. Coli).....</i>	77
<i>Anexo 9: Reporte de resultados microbiológicos de harina (Mohos y levaduras).....</i>	78
<i>Anexo 10: Reporte de resultados microbiológicos de la sopa instantánea</i>	79

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco, autora del trabajo de titulación "Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de octubre del 2019

A handwritten signature in blue ink, reading "Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco", written over a horizontal line.

Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco

C.I: 0302362108

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Sonia Nieves Guambaña Tenesaca, autora del trabajo de titulación "Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de octubre del 2019



Sonia Nieves Guambaña Tenesaca

C.I: 0106545650



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de octubre del 2019

A handwritten signature in blue ink, reading "Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco", written over a horizontal line.

Tanya Mariuxi Cuzco Cuzco

C.I: 0302362108



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Sonia Nieves Guambaña Tenesaca en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de octubre del 2019

Sonia Nieves Guambaña Tenesaca

C.I: 0106545650



DEDICATORIA

A mis padres Ángel y Hortencia por haberme dado la vida y la oportunidad de estudiar, por su amor, paciencia, esfuerzo y apoyo durante todos los años de estudio y también en diferentes situaciones de la vida

A mis hermanos Edison, Robinson, Edwin, Stalin y Wilmer por su cariño y apoyo, quienes a pesar de estar o no presentes han sido también parte de este proceso.

A mis sobrinos Javier, Ronny, Anahí, Carolina y Doménica a quienes adoro y espero ser un ejemplo para ellos.

A mis abuelitos Digna y Alberto, y a toda mi familia en general porque también me apoyaron brindándome consejos para ser una mejor persona y esforzarme para mejorar día a día.

MARIUXI



DEDICATORIA

Este logro va dedicado a las personas más importantes en mi vida, mi hija y mi esposo quienes han estado apoyándome en todo este trayecto.

Dedico de manera especial a mi hija Melany a quien amo y adoro ya que ella es y será siempre mi motivación para salir adelante cada día, ella me da fuerzas cuando siento que ya no puedo más y siempre tratare de ser para ella un ejemplo a seguir.

A mi esposo José, quien siempre ha estado a mi lado, en buenos y malos momentos, apoyándome, dándome consejos y fuerzas para superar todos los obstáculos que se me presentaron.

A mi padre Alfonso, el ser a quien más admiró en mi vida, quien, con sacrificio y apoyo incondicional me daba las fuerzas para seguir luchando cada día por mis sueños y metas, gracias a sus consejos y valores inculcados me he convertido en una profesional.

A mi querida madre María, quien estuvo cuando más la necesitaba, apoyándome con mi hija, dándole todo su amor, ternura y paciencia, por eso le dedico esta tesis ya que gracias a ella estoy aquí cumpliendo una de mis metas.

A mis hermanos Blanca, Sixto, quienes me han apoyado de una u otra manera durante toda mi vida, también a ti Diana, que también te considero como mi hermana, porque siempre estuviste pendiente de mi hija.

A toda mi familia en general por brindarme siempre su apoyo de una u otra manera.

SONIA



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, por la fuerza y valentía que me brindo en situaciones en las que sentía que no podía más.

A mis padres, Ángel y Hortencia por haber confiado en mí y darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, espero ser de ahora en adelante un apoyo para ustedes; a mis hermanos por ser mi compañía en malos y buenos momentos, por los momentos de distracción y su ayuda siempre.

A mis sobrinos Javier, Ronny, Anahí, Carolina y Doménica gracias por sus travesuras y ocurrencias ya que eso me sacaba una sonrisa cuando estaba cansada y de mal humor.

A mi directora de tesis, Mgt. Daniela Zúñiga por habernos brindado su confianza, apoyo y enseñanzas para el desarrollo de este trabajo. También a la Ingeniera Verónica Saetama por su ayuda durante la parte experimental de este trabajo de titulación; a Don Gerardo por la compañía y ayuda.

A mi compañera de tesis, Sonia, por haber confiado en mí para emprender este reto juntas y también por su paciencia.

A mis compañeros de curso con los que egresé porque pasamos momentos agradables; a los amigos y amigas que hice durante toda mi carrera por su compañía y apoyo, en especial gracias a Ana Luisa y Margoth con quienes pasé muchos momentos divertidos, pero también momentos llenos de tensión y estrés. A mi gran amiga Mayra gracias por siempre escucharme. A María José, mi amiga desde el colegio ni la distancia hará que deje de confiar en ti, gracias.

MARIUXI



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios quien me guió y me dió fortaleza para salir adelante en cada uno de mis pasos hasta conseguir mis metas.

A mi directora de tesis Mgt. Daniela Zúñiga, por compartir cada uno de sus conocimientos y su tiempo para el desarrollo de esta tesis, así como de igual manera a la Ing. Verónica Saetama quien nos ayudó con el préstamo de equipos y soluciono algunas de nuestras dudas, sin ellos no hubiera sido posible dicho trabajo de titulación.

A mi compañera de tesis Mariuxi, puesto que juntas pasamos algunos momentos de frustración, pero ahí estábamos juntas apoyándonos y no dejándonos vencer ante los obstáculos.

A mi padre y a mi madre Alfonso y María quienes fueron un pilar fundamental en mi vida, ayudándome, apoyándome a alcanzar mis metas siempre con éxito.

A mi esposo José por creer en mí, porque siempre estuvo ahí celebrando junto a mí cada uno de mis triunfos y dándome palabras de apoyo en cada fracaso, por ser paciente y sobre todo comprensible, por ayudarme en mis tareas como madre y esposa.

A mi querida hija Melany, por ser mi razón para salir adelante, por entenderme cuando no podía salir jugar. Gracias por llegar a mi vida y llenarlo de alegría con tus ocurrencias, abrazos, besos y por cada te quiero, lo cual me impulsa cada día a ser mejor.

SONIA



INTRODUCCIÓN

La *Arracacia xanthorrhiza* también conocida como zanahoria blanca o arracacha es considerada la planta con mayor antigüedad en cuanto a cultivo a lo largo de la cordillera andina en América (Carrero et al., 2018). En nuestro país se encuentra dentro del grupo de raíces y tubérculos andinos (RTAs) junto con el melloco, oca, mashua, jícama, miso y achira los cuales son sembrados en algunas provincias junto a otros cultivos (Barrera, Tapia, & Monteros, 2004). La composición química de la zanahoria blanca incluye fibra, carbohidratos totales en su mayoría azúcares y almidón de fácil digestión; también posee un alto contenido en calcio, hierro, fósforo, betacaroteno y vitaminas hidrosolubles, además, de vitaminas A, D, E y K; de la misma manera aporta beneficios a la salud como: calmante estomacal, anti anémico, mejora la visión, permite eliminar toxinas del organismo y es considerado elixir de la juventud. (Ponce, 2015).

La zanahoria blanca es poco consumida debido a falta de gusto, de conocimiento o de costumbre por parte de la población, principalmente del sector urbano, además no es considerado un alimento apto para compartir con invitados; para cambiar esta ideología es necesario dar a conocer los beneficios que produce este tipo de alimento y la importancia de poseer una alimentación diversificada (Barrera et al., 2004). Esta raíz se expende únicamente en forma fresca pero tiene un gran potencial para ser usada en preparaciones variadas como bebidas, postres o base para sopas instantáneas lo que permitiría un mayor aprovechamiento (Almeida, 2017). Un aspecto desfavorable es su rápida descomposición si se lo almacena a temperatura ambiente ya que en 12 días se estropea por completo sufriendo una gran pérdida de peso, además que se contamina con *Rhizopus* y *Erwinia carotovora* (Ribeiro, Finger, Puiatti, & Casali, 2005).

Por esta razón nuestro proyecto se basa en la obtención de harina a partir de la zanahoria blanca aplicando un diseño experimental 2^k en el proceso de secado, para determinar el experimento óptimo considerando los parámetros: temperatura, tiempo y espesor de rodaja; de esta manera se pretende alargar la vida útil del producto sin perder o alterar la composición nutricional de la raíz, además al recibir un tratamiento industrial como la harina permitirá ser la base de diversos productos, en el caso de esta investigación se aplicó para la formulación de una sopa instantánea.

CAPÍTULO 1: CONTENIDO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DE LA ZANAHORIA BLANCA

1.1.1 Origen

Arracacia xanthorrhiza conocido en nuestro medio por su nombre común zanahoria blanca, es uno de los cultivos más antiguos y se debe a la domesticación de la papa. Según Avilés & Vera su origen no es totalmente definido, pero indican que es probable que haya sido en América del Sur entre Colombia, Perú y en Ecuador considerando su gran variabilidad y debido a la cantidad de diferentes especies silvestres (Avilés & Vera, 2018).



Ilustración 1: Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

Fuente: (Propia)

1.1.2 Variedades

Las distintas formas hortícolas de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), se diferencian por el color del follaje y el color externo e interno de la raíz.



Ilustración 2: Variedades de la zanahoria blanca

Fuente: (Paguay, 2012)

Según Paguay (2012) y González (2018) el color interno permite distinguir tres variedades que son:

- Amarilla: estas raíces presentan un buen sabor, pero la desventaja es que no es rentable ya que esta tiene un tronco grueso, por lo tanto, es más utilizado para la alimentación de animales y presenta follaje verde.



- Blanca: son las únicas conocidas en los mercados urbanos del Ecuador, por eso esta variedad es cultivada principalmente para la comercialización, su desventaja a diferencia de las demás es que es muy delicada, por lo tanto, debe ser tratada desde el momento de la siembra hasta el transporte y su follaje es de color verde.
- Morada: presenta un follaje de color carmín y sus raíces son amarillas, pero son muy difíciles de conseguir y algunos lo utilizan en la decoración de platos.

A continuación, se comparan las características de cada variedad.

Tabla 1: Composición de las variedades de zanahoria blanca

COMPONENTE	FORMA HORTÍCOLA			
	Blanca	Amarilla	Morada	Promedio
Proteína	4,32	6,41	4,83	5,18
Cenizas	4,89	6,03	4,52	5,14
Fibra	5	5,46	2,43	4,29
Almidón	67,29	65,49	72,32	68,36
Azúcares	8,4	8,23	9,09	8,57
Energía Kcal/g	3,86	3,89	3,89	3,88

Fuente: (Hernández, 2001)

1.1.3 Taxonomía y morfología

Los cultivos de zanahoria blanca se encuentran comúnmente entre 1500 y 3000 m de altura, las mismas que deben estar bajo condiciones óptimas entre 15° C y 25 °C (Cobo, Quiroz, & Santacruz, 2013).

Tabla 2: Taxonomía de la zanahoria blanca

<i>Nombre Común</i>	Zanahoria Blanca
<i>Nombre científico</i>	<i>Arracacia Xanthorrhiza Bancroft</i>
<i>Reino</i>	Vegetal
<i>División</i>	Angiospermas
<i>Clase</i>	Dicotiledóneas
<i>Subclase</i>	Archichlamydeae
<i>Orden</i>	Umbelliflorae
<i>Familia</i>	Umbelliferae (apiacea)
<i>Subfamilia</i>	Apiodae
<i>Género</i>	Arracacia
<i>Origen</i>	Centro Asiático

Fuente: (Higuera & Prado, 2013)

1.1.4 Condiciones agroecológicas para el cultivo

Paguay (2012) menciona algunas condiciones requeridas para el cultivo de la zanahoria blanca, como son:

- Altitud: la producción de zanahoria blanca es común en altitudes entre 1.500 a 3.300 metros sobre el nivel del mar con temperaturas alrededor de 15 a 20° C.
- Suelos: las condiciones óptimas del suelo para este tipo de cultivo son: pH entre 5-6, con materia orgánica, fértil y sobre todo bien drenada para evitar la putrefacción de la raíz debido al exceso de agua.
- Temperatura: la zanahoria blanca requiere de un clima templado (14 – 21°C) esta condición es importante en el desarrollo de la raíz, ya que a temperaturas más bajas retardan la maduración, por lo tanto, afectan al crecimiento del follaje, por otro lado, las temperaturas más altas, parecen disminuir el tamaño de las raíces.

1.1.5 Descripción de la planta

La zanahoria blanca es una planta herbácea, la cual es anual en relación a su ciclo vegetativo, por tal razón debe ser cosechada antes de su floración aproximadamente entre 10 y 12 meses de siembra. Esta consta de raíz, tallo, hojas y flores (Higuera & Prado, 2013).

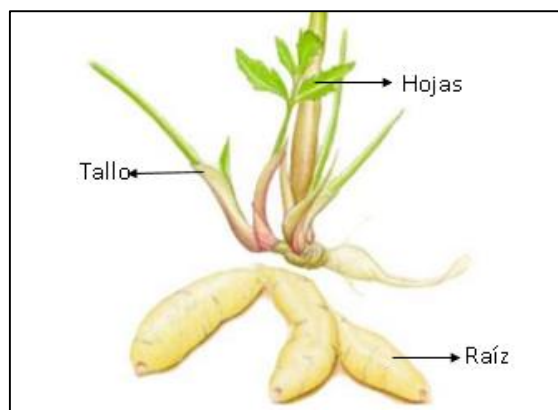


Ilustración 3: Partes de la planta de zanahoria blanca.

Fuente: (Amaya & Julca, 2006)

La descripción de las partes de la planta según Higuera & Prado (2013) son detallados a continuación:



- **Raíz:** Esta es la parte más importante de la planta, debido que es comestible y comercial, la misma que puede ser de diferentes formas y tamaños. Su principal función es ser almacenadora, y también sus numerosas raíces secundarias sirven como órganos de absorción. Esta raíz consta de una parte interna que se encuentra constituido por xilema y floema.
- **Tallo:** Esta planta consta de un tronco cilíndrico y corto que alcanza 10 cm de alto y 10 cm de diámetro, y lleva en la parte superior numerosos brotes. Cada uno de éstos presenta follaje de diferentes colores dependiendo de la variedad. La parte inferior del tallo es utilizada para la nueva siembra.
- **Hojas:** Después de 10-15 días de la siembra se puede observar los primeros brotes de nuevas hojas, estas se desarrollan en forma espiral y son utilizadas para la alimentación de los animales.
- **Flores:** Generalmente las flores de la zanahoria son pequeñas y de diversos colores como; blancas, blancas verdosas y de un amarillo claro.

1.1.6 Composición nutricional de la raíz

La zanahoria blanca se cultiva principalmente por su raíz debido a sus características como su sabor agradable, según el Ministerio de Cultura y Patrimonio, debido a su contenido de almidón facilita a la digestión y a su alto valor nutricional es indispensable en dietas alimenticias especialmente para niños y ancianos, ya que posee un alto contenido de calcio, vitamina A y betacaroteno, además aporta carbohidratos que proporcionan energía al cuerpo (Carrero et al., 2018).

Tabla 3: Valor Nutricional de la Zanahoria Blanca

Composición	Unidad	Zanahoria Blanca
Valor Energético (Cal)	Cal	104
Humedad (%)	%	73
Proteína (g)	g	0,80
Grasa (g)	g	0,20
Carbohidratos (g)	g	24,9
Fibra (g)	g	0,60
Calcio (mg)	mg	29
Hierro (mg)	mg	1,20
Tiamina (mg)	mg	0,06
Riboflavina (mg)	mg	0,04

Fuente: (Jordán, 2018)

1.1.7 Producción nacional e internacional

Actualmente el cultivo de esta raíz se encuentra principalmente en Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela como fuentes principales dentro de la región andina; fuera



de dicha región se encuentra en las Antillas, América Central, África, Sri Lanka y Brasil, además en algunos casos se ha logrado su adaptación en Europa.

Según Lim (2015), esta raíz es generalmente conocida como arracacha, pero según el idioma y la región obtiene diversos nombres los cuales son detallados en la tabla 4.

Tabla 4: Nombres de la zanahoria blanca en diversos países.

País	Nominación
Venezuela	Aricachi, Arrecate, Api, Apio criollo
Perú	Arracacha, Zanahoria blanca, Zanahoria del país, Racacha, Virraca
Ecuador	Zanahoria blanca, Arracacha
Inglaterra	Arracacha, Racacha, Whitecarrot, Peruviancarrot, Peruvianparsnip
Puerto Rico	Apio
Chile	Lacache
Colombia	Arocueche, Arracacha, Pacucarra
Brasil	Cenouraamarela, batata baroa, batata fiusa, batata tupenianbá, batata arracacha, batata jujiba, batatasuica
Francia	Arracacha, panéme, pone de terrecéli

Fuente: (Lim, 2015)

En Ecuador, el cultivo de zanahoria blanca se define como estable, debido a que los productores lo califican como rentable en comparación a otros productos de la zona, pero indican que luego de la cosecha el terreno se debilita y es necesario alternar el ciclo de cultivo; aunque, el actual uso de químicos ha permitido acortar el tiempo de descanso de la tierra (Barrera et al., 2004), por lo que el rendimiento obtenido en nuestro país se encuentra alrededor de 5.000 kilogramos por hectárea, de esta manera se alcanza una producción entre 12.000 y 24.000 toneladas anuales (Carrero et al., 2018), los cuales se encuentran distribuidos principalmente en nueve zonas de la siguiente manera: Imbabura (Intag, Pimampiro y Cotacachi), Pichincha (San José de Minas y Nanegalito), Tungurahua (Baños), El Oro (Zaruma) y Loja (Gonzanamá y Saraguro), sin embargo, existe una mayor producción en San José de Minas.



1.1.8 Propiedades

La aptitud de consumo de la zanahoria blanca depende del conocimiento existente en cuanto a su composición química ya que aporta beneficios para la salud, entre los cuales se encuentran: dolor estomacal, vómitos (Jerves et al., 2014), antiinflamatorio, antidiarreico, anti anémico por su contenido de hierro y calcio (Carrero et al., 2018), regulador del funcionamiento intestinal debido a su contenido de agua, también es utilizado en cosmetología, por su contenido en antioxidantes y betacaroteno retrasa el envejecimiento, es fortalecedor de uñas y cabello, cicatrizante, calmante y tonificante (Avilés & Vera, 2018).

1.2 HARINA

1.2.1 Generalidades

Según CODEX STAN 192 (2018) las harinas son el producto de la molturación de granos, cereales, raíces, tubérculos, legumbres, leguminosas y médulas o corazón blando de palmera. Dependiendo de su aplicación en panadería, repostería o elaboración de fideos y pastas estas pueden ser mezcladas con harinas de diverso origen.

Según Montero (2018) de la Revista Mía considera que las harinas más utilizadas son: trigo, maíz, centeno, cebada, avena y arroz siendo la primera la más común a nivel mundial, por tal motivo en la presente investigación se compara sus datos con los de la harina de zanahoria blanca.

La harina de zanahoria blanca ha sido identificada como una forma para aumentar las ventajas del procesamiento industrial alargando el tiempo de vida útil y preservando las características nutricionales de la raíz, por lo tanto, puede ser utilizada como sustituto de otras harinas y para la elaboración de diversos productos alimenticios (Jordán, 2018).

1.2.2 Aplicación industrial de la harina de zanahoria blanca

En el país no se ha industrializado esta harina pero se han propuesto diferentes aplicaciones como: desarrollo de una fórmula para un postre instantáneo partir de harinas de zanahoria blanca y zapallo (Jordán, 2018), sustitución parcial de trigo por zanahoria blanca en la elaboración de pan (Cobo et al., 2013), desarrollo de un postre instantáneo y una bebida nutritiva a partir de harina de arroz y harina de zanahoria blanca (Domenech & Noboa, 2013) y elaboración de sopas instantáneas (A. García, Pacheco, Tovar, & Pérez, 2009).



1.2.2.1 *Uso en sopas instantáneas*

El origen de la sopa está relacionado con el descubrimiento del fuego debido a que su preparación está basada en la cocción la cual consiste en sumergir alimentos en agua hirviendo para lograr ablandarlos y es consumido junto al líquido; esto provoca saciedad y aporta contenido energético; su valor nutricional depende de los ingrediente añadidos (PROFECO, 2013).

Los cambios de estilo de vida han provocado que se disponga de menos tiempo para la elaboración de alimentos por lo que se ha optado por comida rápida dentro del cual se encuentran sopas deshidratadas ya que representan una preparación fácil por eso actualmente este tipo de alimentos tiene gran demanda (Caballero, 2016).

Las sopas y cremas deshidratadas “son aquellos productos elaborados a base de uno o varios de los siguientes ingredientes: cereales y sus derivados, leguminosas sometidas a tratamiento térmico, verduras deshidratadas, hongos comestibles, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, alimentos grasos, extractos de carnes y levaduras, proteínas hidrolizadas, sal, especias y sus extractos y aditivos permitidos” (NTE INEN 2602, 2013).

La NTE INEN 2602 (2013) considera que la clasificación de sopas, caldos y cremas es:

- Listos para consumo
- Concentrados
- Deshidratados

Según Carl Heinrich Knorr y Julius Maggi citado por Yntusca (2018) la clasificación de sopas depende de:

- a) Forma de presentación: deshidratadas o instantáneas, condensadas o concentradas y listas para consumo.
- b) Conocidas en los mercados: deshidratadas, enlatadas y de vaso.
- c) Por su densidad: claras o livianas y ligadas o cremas.

1.2.3 *Análisis proximal*

Realizar un análisis proximal permite determinar el valor nutritivo de un alimento en base a parámetros como porcentaje de humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra y carbohidratos para conocer si los alimentos cumplen con cantidades establecidas por productores y consumidores. Los resultados del análisis facilitan su combinación con otros alimentos para alcanzar requerimientos diarios del organismo (Lara, 2016).



1.3 SECADO

1.3.1 Generalidades

“El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo” (McCabe, Smith, & Harriott, 1998). En el proceso de secado se produce una transferencia simultánea de materia y energía gracias a los gradientes de humedad, esto hace posible el reducir la actividad de agua de un producto, como resultado se tiene una mayor estabilidad, además limita la acción de microorganismos y el avance en cuanto a cambios fisicoquímicos durante su almacenamiento (Campo, Gélvez, & Ayala, 2018).

Existen varios métodos de secar alimentos entre ellos el secado al sol, aunque su inconveniente es que por la exposición el alimento es propenso a contaminarse por la presencia de lluvia, viento e insectos; asimismo el tiempo requerido es largo y debe existir constante presencia de rayos solares. Por otro lado, el uso de equipos industriales conlleva un elevado consumo de energía ya que se requiere la producción de aire caliente (Martínez, Vidal, Grado, & Gándara, 2013).

1.3.2 Ventajas y desventajas del proceso de secado

Ventajas

Existen varias razones por las cuales es necesario realizar el proceso de secado como reducir del costo del transporte de productos, obtener un material más manejable, proporcionar propiedades definidas, eliminar humedad, mejorar la conservación y el almacenamiento; logrando la calidad deseada del producto final (Moreno, Hernández, & Ballesteros, 2017).

Desventajas

De Michelis & Ohaco (2015) consideran algunas desventajas durante el proceso de secado como:

- *Encogimiento.* – o disminución del volumen, cuando se seca un alimento este siempre sufre una reducción en cuanto a volumen, aparte de alterar el físico del producto también interviene con la capacidad de rehidratación; un mayor encogimiento conduce a una menor capacidad de absorción de agua.
- *Pardeamiento.* – cuando la materia prima no se trata de manera adecuada esta puede sufrir cambios de color indeseables afectando su estética.



- *Oxidación de grasas o lípidos.* – puede suceder en frutos secos, nueces, avellanas, almendras, etc., una forma de evitar este problema es secar a temperaturas bajas y con poca iluminación.
- *Perdida de volátiles responsables del sabor y del aroma.* – para evitar esto se puede secar lo más rápido posible.
- *Pérdida de capacidad de rehidratación.* – la velocidad de secado interviene con su capacidad de rehidratarse, es decir, el secado a una velocidad lenta provoca una disminución en la capacidad de rehidratación.
- *Migración de solutos y formación de costras impermeables.* – esta formación de costras se puede producir durante un secado a temperaturas muy elevadas y evita que el producto continúe con su proceso normal de secado; este fenómeno se produce debido a que el agua y varios solutos disueltos migran a la superficie y al ser eliminada el agua, los sólidos provocan la formación de la costra.
- *Desarrollo de insectos durante el almacenamiento del producto seco.* – los huevos almacenados por parte de insectos no son eliminados durante el secado por lo que durante el almacenamiento del producto podrían desarrollarse estos insectos.
- *Desarrollo de microorganismos durante el desecado.* – esto podría producirse cuando el proceso de secado es muy lento y se lo realiza al ambiente.

1.3.3 Clasificación del secado

En la industria existe una gran diversidad de secadores, la clasificación principal se da entre secadores directos, que utilizan gases calientes en contacto con el sólido húmedo para suministrar el calor y arrastrar el líquido vaporizado, los secadores indirectos en los que el calor se transmite al sólido húmedo a través de la pared que lo contiene, eliminándose el líquido vaporizado independientemente del medio calefactor y secadores por radiación (Maupoey, Andrés, Barat, & Albors, 2016).

Otra clasificación se basa en la forma de conducción dentro de los que están el secado por lotes o discontinuo y el secado continuo; en el primero se expone al calor o a circulación de aire una cantidad de sustancia a secar; y en el segundo existe contacto continuo entre un gas y la muestra a secarse (Alcívar, Dueñas, Sacon, Bravo, & Villanueva, 2016).



Diagrama 1: Clasificación de secadores

Fuente: (Propia)

Uno de los métodos más utilizados es el secado convectivo debido a su fácil operación, su fundamento es la transferencia de calor y masa acompañado de un cambio de fase del agua, en la mayoría de casos se remueve la humedad mediante el uso de aire caliente. Los largos tiempos de conservación que se consiguen se deben a que el peso del alimento se disminuye hasta un 90%, no obstante, el método también modifica propiedades sensoriales del alimento (Salazar, Melo, Moreno, Paz, & Velasco, 2018).

Los factores que intervienen en el proceso de secado son: temperatura del aire según el alimento a secarse, humedad relativa de aire durante el proceso y velocidad del aire necesaria para calentar el aire que entra y transportar la humedad que sale del material (Ruiz & Chuiza, 2016).

1.3.4 Equipos más utilizados

Los secadores comerciales más comunes son:

- Secadero de bandejas: el sólido a secar es colocado en bandejas, el aire caliente puede pasar por la superficie a través del sólido.
- Secadero rotatorio: el material a secar baja por un cilindro rotatorio y el aire caliente pasa en contracorriente.
- Secaderos de evaporación súbita o atomizadores: existe un contacto brusco entre la suspensión de un sólido y aire caliente a temperatura elevada; con este proceso se obtiene un sólido muy poroso.

La teoría del secado no es única debido a la gran variedad de equipos utilizados y a los materiales que se secan por lo que se dan variaciones en función de necesidades del proceso (Alcívar et al., 2016).

1.3.4.1 Secador de bandejas

En esta investigación se trabajó con un secador de bandejas, también conocidos como secador de charolas o de anaqueles que a continuación se describe.

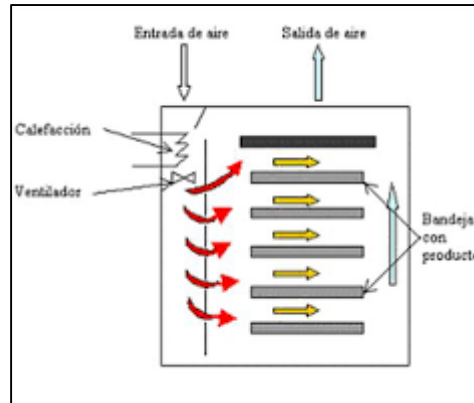


Ilustración 4: Esquema de un secador de bandejas.
Fuente: (García, 2013)

Este secador consta de una cámara rectangular en la que se colocan bandejas y sobre ellas van los productos a secar; el aire caliente pasa por las bandejas con ayuda de un ventilador. La superficie de las bandejas pueden ser enrejados para facilitar el paso del aire y por lo tanto el secado será más rápido (Beltrán & Veloz, 2014).

Las velocidades dependen del flujo de aire, si el flujo es transversal se utilizan velocidades de aire de 2 a 5 m/s y si es ascendente la velocidad es de 0,5 a 1,25 m/s por cada metro cuadrado de bandeja. Los secadores de cabina se consideran baratos en cuanto a construcción y mantenimiento además son ampliamente utilizados en la industria farmacéutica, química y de alimentos (García, 2013).

1.3.5 Agua en los alimentos

El contenido de agua no está distribuida de manera uniforme en el tejido de los alimentos, hay diferentes estados energéticos que provocan que no toda el agua de un producto tenga las mismas propiedades fisicoquímicas, esto se comprueba por la existencia de diferentes temperaturas de congelamiento; debido a esto se definen los términos agua libre o no ligada y agua ligada. El agua no ligada es también conocida como agua congelable y agua capilar, ésta se volatiliza con facilidad, se pierde en el calentamiento, es la primera en congelarse y es responsable de la actividad acuosa. En cambio, el agua ligada es llamada agua no congelable ya que no se congela a -20°C



a causa de que está unida químicamente al alimento. La relación de los tipos de agua aumenta si un alimento tiene mayor cantidad de agua y se reduce en alimentos deshidratados (Badui, 2012)

1.3.6 Actividad de agua

El agua libre da origen al término actividad de agua (a_w) ya que el agua ligada permanece inmóvil. Este parámetro permite predecir la estabilidad y vida útil de un producto. Este término puede expresarse de la siguiente manera:

$$a_w = \frac{f}{f^\circ} = \frac{P}{P^\circ} = \frac{HR}{100} = \frac{M_a}{M_a + M_s} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

f = fugacidad del disolvente de la solución

f° = fugacidad del disolvente puro

P = presión de vapor del agua del alimento

P° = presión de vapor del agua pura

HR = humedad relativa

M_a = moles de agua

M_s = moles de soluto

Los valores de actividad acuosa varían entre 0 para un alimento con 0% de agua y de 1 para un alimento con 100% de agua (Badui, 2012).

En función del contenido de humedad los alimentos pueden ser: altamente perecederos (carne, leche y la mayor parte de frutas y verduras), semiperecederos (papas, nueces, ajos) y altamente estables o no perecederos (azúcar, harina, arroz). Estos últimos tienen baja actividad acuosa (aproximadamente de 0,3 a 0,6) por lo que pueden ser almacenados por largos periodos de tiempo ya que a esos valores no se da el crecimiento microbiano (Olivas & Alarcón, 2004).

1.3.7 Curva de secado

El proceso de secado se da en tres fases, la primera es una fase de calentamiento, la fase que continúa es la de velocidad constante de secado y finalmente una o más de velocidad decreciente. Es una gráfica en la que se presenta la humedad en base seca frente al tiempo como se puede observar en la ilustración 5.

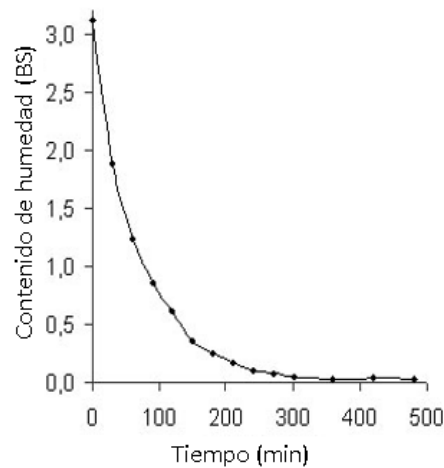


Ilustración 5: Curva de secado

Fuente: (Honorato, Oliveira, De S Alsina, & Magalhaes, 2005)

Para su construcción se necesitan datos de pesos de las muestras durante el proceso de secado (Aguilar, 2017) . Para calcular la humedad en base seca (m) se usa la Ec. 2.

$$m = \frac{\text{masa de agua}}{\text{masa de solido seco}} * 100 \left(\frac{\text{g de agua}}{100 \text{ g ss}} \right) \quad \text{Ec. 2}$$

1.4 DISEÑO FACTORIAL

Este diseño se puede definir como una metodología basada en herramientas matemáticas y estadísticas cuyo principal objetivo es seleccionar la estrategia experimental óptima, la misma que permita obtener los resultados con el mínimo costo y garantizar la máxima fiabilidad de los productos o servicios (Garza, 2013).

Según Gutiérrez & Salazar (2012) en un diseño factorial, se investigan las influencias de todas las variables experimentales, los factores y los efectos de estos sobre una variable de salida, la elaboración de su matriz de experimentos es muy sencillo, ya que cada factor se estudia en dos niveles. Los niveles de los factores están dados: máximos (+1) y mínimos (-1), también se incluye un nivel cero, en el que todas las variables se establecen a su nivel medio.

1.4.1 Matriz experimental

La matriz de diseño conocido como arreglo factorial es el conjunto de puntos experimentales que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores; en la tabla 5 se presentan diseños factoriales para dos, tres y cuatros variables.

Tabla 5: Diseño factorial para dos, tres y cuatros variables

Dos variables			Tres variables				Cuatro variables				
N° Exp.	Variables		N° Exp.	Variables			N° Exp.	Variables			
	x ₁	x ₂		x ₁	x ₂	x ₃		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
2	+1	-1	2	+1	-1	-1	2	+1	-1	-1	-1
3	-1	+1	3	-1	+1	-1	3	-1	+1	-1	-1
4	+1	+1	4	+1	+1	-1	4	+1	+1	-1	-1
			5	-1	-1	+1	5	-1	-1	+1	-1
			6	+1	-1	+1	6	+1	-1	+1	-1
			7	-1	+1	+1	7	-1	+1	+1	-1
			8	+1	+1	+1	8	+1	+1	+1	-1
							9	-1	-1	-1	+1
							10	+1	-1	-1	+1
							11	-1	+1	-1	+1
							12	+1	+1	-1	+1
							13	-1	-1	+1	+1
							14	+1	-1	+1	+1
							15	-1	+1	+1	+1
							16	+1	+1	+1	+1

Fuente: (Ferré, 2011)

En esta investigación se evaluó un diseño factorial 2^3 , de acuerdo a la siguiente matriz de diseño para dos niveles y tres factores.

Tabla 6: Matriz de diseño para dos niveles y tres factores

Experimento	I	x ₁	x ₂	x ₃	Y
1	1	-1	-1	-1	Y ₁
2	1	1	-1	-1	Y ₂
3	1	-1	1	-1	Y ₃
4	1	1	1	-1	Y ₄
5	1	-1	-1	1	Y ₅
6	1	1	-1	1	Y ₆
7	1	-1	1	1	Y ₇
8	1	1	1	1	Y ₈

Fuente: (Ferré, 2011)

A partir de la matriz de diseño se construye la matriz del modelo, en la cual se incorporan columnas, y se coloca la intercepta (I), las interacciones dobles, triples o n números de variables independientes que están siendo analizadas.

Tabla 7: Matriz de modelo para dos niveles y tres factores

Experimento	I	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	Y ₁
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	Y ₂
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	Y ₃
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	Y ₄
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	Y ₅
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	Y ₆
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	Y ₇
8	1	1	1	1	1	1	1	1	Y ₈

Fuente: (Ferré, 2011)

1.4.2 Efectos

Para el estudio de los efectos de un diseño factorial 2^3 se aplica la siguiente ecuación:

$$2^3 - 1 = 7 \text{ efectos} \quad \text{Ec. 3}$$

En estos siete efectos consta de: tres efectos principales b_1 , b_2 , b_3 ; tres interacciones dobles b_{12} , b_{13} , b_{23} , y una interacción triple b_{123} . Por lo general, el interés se enfoca en estudiar los efectos principales y las interacciones dobles. (Gutiérrez & Salazar, 2012).

1.4.3 Análisis de efectos

Los experimentos se evalúan para ajustar un modelo polinomial, en este caso un modelo de interacción de tercer orden:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad \text{Ec. 4}$$

Los efectos principales se calculan utilizando los signos en las columnas correspondientes ya sea sumando o restando el valor de la respuesta, "Y". Esta suma finalmente se divide con el número de experimentos.

Una vez que se ha calculado los efectos de los factores, es importante evaluar cuáles son los efectos más relevantes para la respuesta, es decir definir que variables o interacciones contribuyen a modelar la función respuesta. Esto se logra mediante la obtención del error experimental a través de réplicas, tanto al punto central o replicando los mismos experimentos. También se puede estimar empleando los gráficos de probabilidad normalizada (normal probability plots).

1.4.4 Determinación de efectos significativos con Normal probability plots

Los gráficos de probabilidad normal (Half-Normal Plot) se elaboran cambiando la escala de las ordenadas de tal forma que la curva sigmoide se convierta en una recta. Para ello se representa sobre el eje de las ordenadas la probabilidad deseada, donde de cierto



número de valores que se suponen tomados de una distribución normal, al representarlos en un plano, se espera encontrar un alineamiento sobre una recta. En general, la probabilidad asociada al i -ésimo efecto (en orden creciente) es:

$$p_i = \frac{[100\%(i-0,5)]}{p} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde p es el número total de efectos calculados, sin incluir la media. Luego los puntos fuera de la recta representarían efectos anómalos, es decir efectos significativos (significativamente diversos de cero). Para construir un Normal Probability Plot, se puede seguir los siguientes puntos:

- Ordenar los efectos calculados en forma creciente (coeficientes), sin incluir la media (intercepto). Para el caso del Half Normal Plot, antes de ordenar se colocan sus valores absolutos.
- Verificar el número n de efectos calculados.
- Dividir el intervalo $(100/p)$
- En el eje de las abscisas se grafica el valor de los coeficientes, y en el eje de las ordenadas se grafica el valor de la probabilidad acumulada que corresponde a la probabilidad del punto medio del intervalo considerado.

La ventaja de emplear el Half Normal Plot frente al Normal Plot, es que siendo todos los datos del Half Normal Plot positivos, la recta tiene su origen en el punto $(0,0)$, luego es más fácil identificar la tendencia de los efectos no significativos.

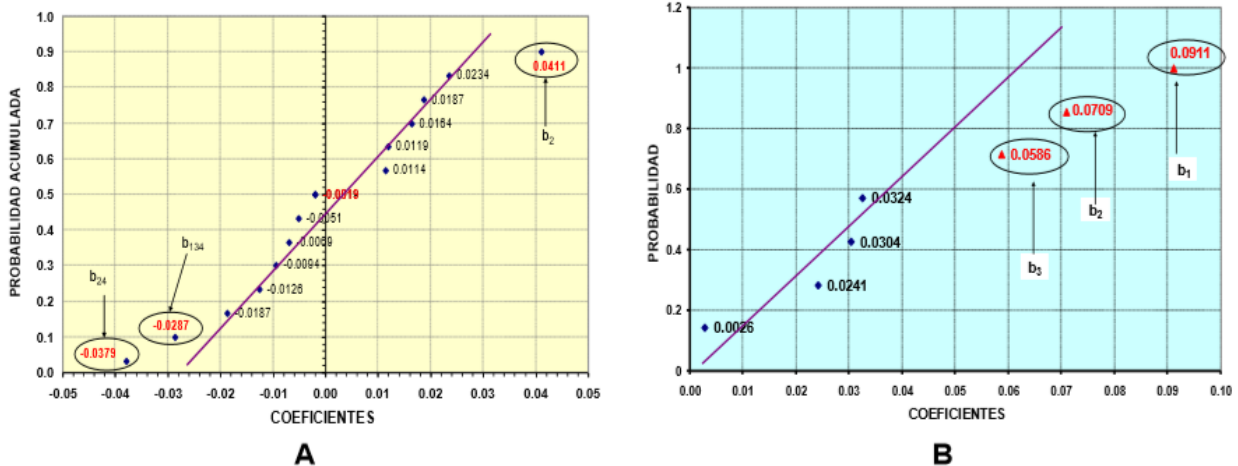


Ilustración 6: Normal probability plots: a) Normal plot. b) Half normal plot
Fuente: (Hurtado & Zúñiga, 2010)



CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter investigativo y experimental, debido a que se considera evaluar la Zanahoria Blanca que es una materia prima que no ha sido estudiada en su totalidad en nuestro país, por falta de conocimiento sobre sus propiedades y beneficios, por tal razón se pretende determinar las condiciones óptimas en el proceso de secado para la elaboración de la harina. Se optimizó los parámetros de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja, con la finalidad de mejorar el proceso de secado al obtener un producto de mejor calidad.

2.2 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

En esta investigación la fase experimental se realizó en los siguientes laboratorios:

Laboratorio de Alimentos, Laboratorio de Humidificación, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca y en un laboratorio acreditado de análisis de alimentos.

La elaboración de la harina y la optimización de los parámetros de secado se llevaron a cabo en el Laboratorio Tecnológico de la Universidad de Cuenca, los análisis físicos, químicos y microbiológicos se realizaron en un Laboratorio Acreditado para análisis de alimentos.

2.3 CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA

2.3.1 Tratamiento de la materia prima

Para caracterizar la materia prima es necesario obtener una pulpa, por lo que se deben seguir los siguientes pasos: recepción y selección, lavado, desinfección, pelado, licuado y filtrado. Una vez realizado este procedimiento se continúa con el desarrollo de las respectivas pruebas para la determinar el índice de madurez.

2.3.2 Acidez titulable

La acidez se expresa como gramos del ácido predominante por cada litro de jugo. Con ayuda de una pipeta se extrae una alícuota de 10 ml de la pulpa obtenida y se hizo una dilución 1:10 con agua destilada. La dilución fue trasvasada a un vaso de precipitación y se añadió 2 o 3 gotas de fenolftaleína. Finalmente, se tituló con NaOH 0,1 N hasta el viraje; el volumen obtenido se aplicó en la Ec. 6.

$$\% \text{ acidez} = \frac{(VNk)_{NaOH} * meq_{\text{ácido}}}{V_m} * 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

V = volumen de NaOH

N = normalidad de NaOH

k = constante de NaOH

meq_{ácido} = miliequivalente del ácido perteneciente a cada fruta o vegetal

V_m = volumen de la muestra



Ilustración 7: Titulación para la determinación de acidez

Fuente: (Propia)

2.3.3 Sólidos solubles

Los sólidos solubles incluyen varios componentes, sin embargo, los azúcares predominan por lo que su determinación permite hacer una estimación de su contenido. Para su medición se colocó una gota de jugo en el brixómetro y se observó la escala presentada en °Brix.

2.3.4 Índice de madurez

Para el cálculo del índice de madurez fueron reemplazados los resultados de acidez titulable y de sólidos solubles en la Ec. 7 según (Gergoff, 2016).

$$IM = \frac{^{\circ}Brix}{\% \text{ acidez}} \quad \text{Ec. 7}$$

2.4 OBTENCIÓN DE LA HARINA

Para obtener la harina se siguieron varios pasos que se detallan a continuación.

2.4.1 Procedimiento para la obtención de harina

Recepción: Existe poca disponibilidad de esta materia prima en los mercados de la ciudad de Cuenca, ya que en cada mercado solamente un comerciante la posee, pero no todos cumplen con las características físicas requeridas como el color, aspecto y madurez, por tal motivo fue seleccionado el Mercado 12 de Abril, debido a que la comerciante dio seguridad en la entrega del producto todos los días viernes con las características descritas anteriormente.



Selección: Se selecciona la materia prima (zanahoria blanca), las mismas que no deben presentar características de pudrición o golpes, para evitar problemas durante el proceso de elaboración del producto.

Lavado: Se debe realizar un lavado manual a la materia prima, para quitar las impurezas como tierra o cualquier otro cuerpo extraño, para lo cual se utilizó agua a temperatura ambiente (20 °C).

Desinfección: Se desinfectó las zanahorias para garantizar inocuidad del producto terminado, para esto se utilizó un desinfectante comercial (ácido ascórbico y flavonoides), en el cual se debe sumergir durante 5 minutos.

Pelado manual: En este paso, se procede con un pelado manual para retirar la cáscara de la zanahoria y así obtener la corteza, se lo realiza de forma cuidadosa para evitar pérdidas y garantizar el mejor aprovechamiento de la materia prima, se recomienda utilizar un pelador de acero inoxidable.

Cortado: Se procede a trocear la corteza utilizando un rebanador, para facilitar el proceso de secado.

Escurrido: Las rodajas de zanahoria deben ser escurridas con ayuda de un percolador de acero inoxidable, esto facilitara el proceso de secado.

Secado: Las rodajas de zanahoria blanca deben ser colocadas en rejillas del equipo deshidratador, es recomendable colocar manteniendo una distancia no más de 5 mm entre ellas.

Molido: Las rodajas de zanahoria deshidratadas se deben pulverizar con ayuda de un molino manual.

Tamizado: El polvo resultante del molido debe ser pasado a través de un tamiz de acero inoxidable. La norma de la harina de trigo INEN 616 establece que las partículas deben pasar por un tamiz de 212 µm correspondiente a un tamiz mesh 70, pero en esta investigación se trabajó con un tamiz mesh 80 de 178 µm, ya que luego de consultar a distintos proveedores no se logró conseguir el tamiz indicado por la norma de referencia.

Empacado: La harina tamizada debe ser empacada en fundas herméticas de polipropileno para su conservación y posterior análisis.

Almacenamiento: Se debe almacenar el producto en un lugar fresco a temperatura ambiente (20°C) para análisis posteriores.

2.4.2 Diagrama de bloques

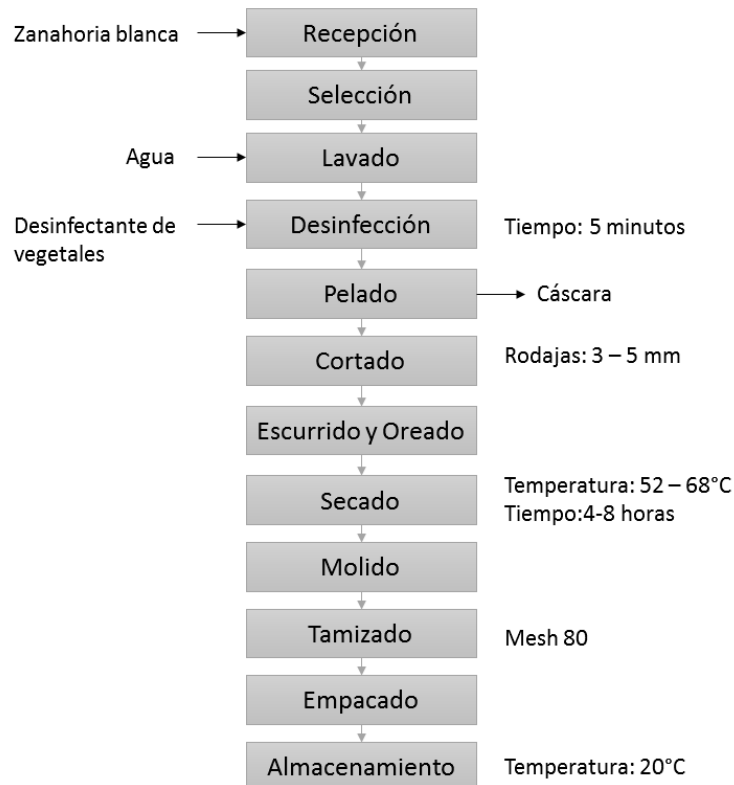


Diagrama 2: Diagrama de bloque del proceso de obtención de harina de Zanahoria Blanca
Fuente: (Propia)

2.5 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA

2.5.1 Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento se relacionaron pesos antes y después de operaciones como: pelado, rebanado, secado, molido y tamizado.

$$\% \text{rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 \quad \text{Ec. 8}$$

2.5.2 Humedad de la harina

La determinación de la humedad permite conocer el contenido de agua presente en la harina; la norma para la determinación de humedad de cereales y productos de cereales INEN-ISO 712 (2013) se basa en obtener el peso constante. Se procedió a colocar la cápsula de porcelana vacía en una estufa eléctrica por 24 horas a 105°C, se enfrió en un desecador y se pesó. Luego se colocó 2 g de la muestra, se coloca en la estufa (105°C) por un tiempo de 2 horas y se repitió el procedimiento hasta llegar a un peso constante. Los pesos obtenidos se aplicaron en la Ec. 9.

$$\%H = \frac{M_1 - M_2}{m} * 100 \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

H = contenido de humedad

M_1 = masa de la cápsula, con la muestra, antes del calentamiento en g.

M_2 = masa de la cápsula, con la muestra, después del calentamiento en g.

m = masa de la muestra en g.

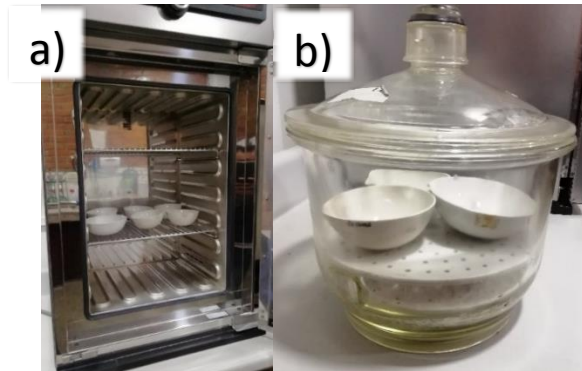


Ilustración 8: a) estufa eléctrica, b) desecador

Fuente: (Propia)

2.5.3 Actividad acuosa

La actividad acuosa es una medida que se encuentra directamente vinculada con la humedad, el cual permite alargar el tiempo de vida útil de un alimento sin la presencia de microorganismos. Para su determinación se utilizó el equipo medidor de humedad relativa marca Rotronic- Hygroskop, y se aplicó la Ec. 10.

$$a_w = \frac{\% HR}{100} \quad \text{Ec.10}$$



Ilustración 9: Equipo medidor de humedad relativa.

Fuente: (Propia)

2.5.4 Análisis proximal de la harina

Además de los datos requeridos para un análisis proximal también serán analizados contaminantes y parámetros microbiológicos. En la tabla 8 son presentados los análisis fisicoquímicos y microbiológicos requeridos para la harina de zanahoria blanca junto a



su respectivo método de determinación, estas técnicas fueron usados por el laboratorio acreditado para el reporte de resultados.

Tabla 8: Ensayos requeridos para la harina de zanahoria blanca

	Prueba	Método de ensayo
Físico- químicos	Humedad	INEN-ISO 712
	Proteína	AOAC 2001.11
	Grasa	AOAC 2003.06
	Sodio	-
	Carbohidratos totales	Diferencia en base a otros componentes
	Azúcares totales	Lane & Eytton
	Fibra	INEN 0522
	Cenizas	AOAC 923.03
Contaminantes	Almidón	NMX-F-307-1977A
	Ocratoxinas	ELISA
	Plomo	APHA 3111B modif
Microbiológicos	Cadmio	APHA 3111B modif
	E. Coli	PEMSVMB04 AOAC 991.14
	Mohos y levaduras	PEMSVMB02 BAM CAP18

Fuente: (Propia)

Los resultados conseguidos fueron comparados con características de harinas normalizadas. Para la humedad se consideró la norma NTE INEN 2786 (2013) de harina de yuca comestible, sin embargo, también serán usados datos de la norma NTE INEN 616 (2015) de la harina de trigo ya que es la más comercial. En cuanto a la cantidad de sodio y carbohidratos totales la comparación se basó en datos reportados en la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2012) ya que estos valores no se encuentran especificados en las normas.

Tabla 9: Características físico- químicas de la harina de referencia

Composición	Límites	Norma de referencia
Humedad (%)	Max 13	INEN 2786
Proteína (%)	9	INEN 616
Grasa (%)	2	INEN 616
Sodio (mg)	7	INCAP, 2012
Carbohidratos (%)	75,5	INCAP, 2012
Fibra (%)	Max 2,0	INEN 2786
Cenizas (%)	Max 3,0	INEN 2786

Fuente: (Propia)

**Tabla 10:** Contaminantes de la harina de referencia

Contaminantes	Límites	Norma de referencia
Ocratoxinas ($\mu\text{g/Kg}$)	5	INEN 616
Plomo (mg/Kg)	0,2	INEN 616
Cadmio (mg/Kg)	0,2	INEN 616

Fuente: (Propia)

Tabla 11: Requisitos microbiológicos de la harina

Requisitos	Límites	Norma de referencia
E.Coli (UFC/g)	<10	INEN 616
Mohos y levaduras (UFC/g)	Min500 Max 1000	INEN 616

Fuente: (Propia)

2.6 MÉTODO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN EL SECADO

2.6.1 Factores de investigación

Los factores estudiados en esta investigación para determinar las condiciones óptimas de operación en el proceso de secado son: temperatura, tiempo y espesor de la rodaja de la zanahoria blanca y dos niveles: máximo y mínimo.

Tabla 12: Factores del diseño experimental y sus niveles máximos y mínimos

Factor	Variable	Valor Mínimo (-)	Valor Máximo (+)
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	x_1	52	68
Tiempo (horas)	x_2	4	8
Espesor de la rodaja (mm)	x_3	3	5

Fuente: (Propia)

Los límites máximos y mínimos fueron establecidos mediante ensayos preliminares y revisión literaria.

2.6.2 Matriz de diseño experimental

Según Gutiérrez & Salazar (2012) deben realizarse dos réplicas cuando se trabaja con tres factores. A partir de las condiciones establecidas para el diseño experimental, se realizaron ocho experimentos cada uno por duplicado en base a los datos presentados en la tabla 13.

**Tabla 13:** Matriz del diseño factorial completo 2^k de tres factores con dos niveles

Matriz de Diseño Experimental 2^3			
Nº Experimento	X_1	X_2	X_3
1	52	4	3
2	68	4	3
3	52	8	3
4	68	8	3
5	52	4	5
6	68	4	5
7	52	8	5
8	68	8	5

Fuente: (Propia)

Los experimentos deben ser realizados en orden aleatorio, para evitar que el efecto de un factor sea confundido con el del otro y de esta manera se evita que en los valores de los efectos se produzcan sesgos.

La variable de salida que se estudió en esta investigación es la humedad, debido a que esta propiedad es importante en las harinas para la determinación de su tiempo de vida útil.

2.6.3 Parámetros de secado

En el proceso de secado la temperatura, tiempo y espesor de la rodaja, fueron determinados a través de un diseño experimental factorial 2^k , los valores óptimos obtenidos proporcionan resultados adecuados con respecto a la humedad de la harina.

2.6.3.1 Proceso de secado

Para llevar a cabo este proceso se utilizó un secador de bandejas (deshidratador) modelo PT40 de aire forzado que cuenta con un sistema de control de temperatura manteniendo constante la velocidad del aire en 1 m/s, cuya área de secado está calculada en la tabla 14.

Tabla 14: Cálculo del área de secado

Parámetro	Valor
largo (m)	0,4
ancho (m)	0,36
# bandejas	5
Área de secado(m ²)	0,72

Fuente: (Propia)

2.6.3.2 Curva de secado

El proceso de secado de la zanahoria blanca se realizó en el mismo deshidratador definido en el punto anterior, pero con ayuda de una balanza digital de precisión modelo Ms 16025 de marca Mettler Toledo. Se obtuvieron datos de pérdida de agua de manera

continua, se tomaron datos de peso cada cinco minutos en el programa Excel (Anexo 2), el cual permitió obtener la curva de secado.



Ilustración 10: Equipos utilizados para la determinación de la curva de secado
Fuente: (propia)

2.7 APLICACIÓN INDUSTRIAL (SOPA INSTANTÁNEA)

Una vez obtenida la harina con los parámetros óptimos de calidad y concluido los análisis físicos, químicos, y microbiológicos de la misma, se procedió a la formulación de la sopa instantánea a base de harina de zanahoria blanca, para ello se realizó un análisis organoléptico previo (color, olor, sabor, textura y aspecto). Luego de ello se realizó una formulación con la variación de color en diferentes muestras, con la formulación óptima se llevó a cabo un análisis en cuanto a su aporte energético y nutricional. Además, se determinó la humedad del producto terminado mediante el mismo procedimiento descrito para la humedad de la harina, finalmente fue realizado un análisis microbiológico para comparar con los límites establecidos por la norma para sopas deshidratadas.

2.7.1 Formulación de la sopa instantánea

Se empleó fideo, sal, ajo, cebolla, apio y cúrcuma, los condimentos utilizados en las formulaciones fueron en polvo para facilitar su disolución junto con la harina de zanahoria blanca y la cúrcuma para proporcionar un color característico de las sopas instantáneas.

Se realizaron tres formulaciones de sopa aproximadamente de 55g que fueron disueltos en un litro de agua; en la tabla 15 se evidencia el porcentaje de los componentes en cada formulación.

Tabla 15: Formulaciones de sopa instantánea

Formulación	1	2	3
Ingrediente	%	%	%
Harina	55	55	55
Fideos	35	35	35
Sal	9	9	9
Ajo	0,14	0,14	0,14
Cebolla	0,14	0,14	0,14
Hojas de orégano	0,21	0,21	0,21
Apio	0,27	0,27	0,27
Cúrcuma	0,00	0,11	0,18

Fuente: (Propia)

**Ilustración 11:** Mezcla en polvo para cada formulación de sopa instantánea

Fuente: (Propia)

2.7.1.1 Procedimiento de elaboración de la mezcla en polvo

Los pasos son detallados a continuación junto con el diagrama de proceso.

1. Pesar la harina de zanahoria blanca, junto con los condimentos
2. Mezclar hasta tener una consistencia homogénea.
3. Envasar en fundas de aluminio para mantener sus propiedades físicas y químicas.
4. Realizar un sellado hermético
5. Etiquetar con su respectivo valor nutricional y forma de preparación.

Diagrama de la Sopa Instantánea

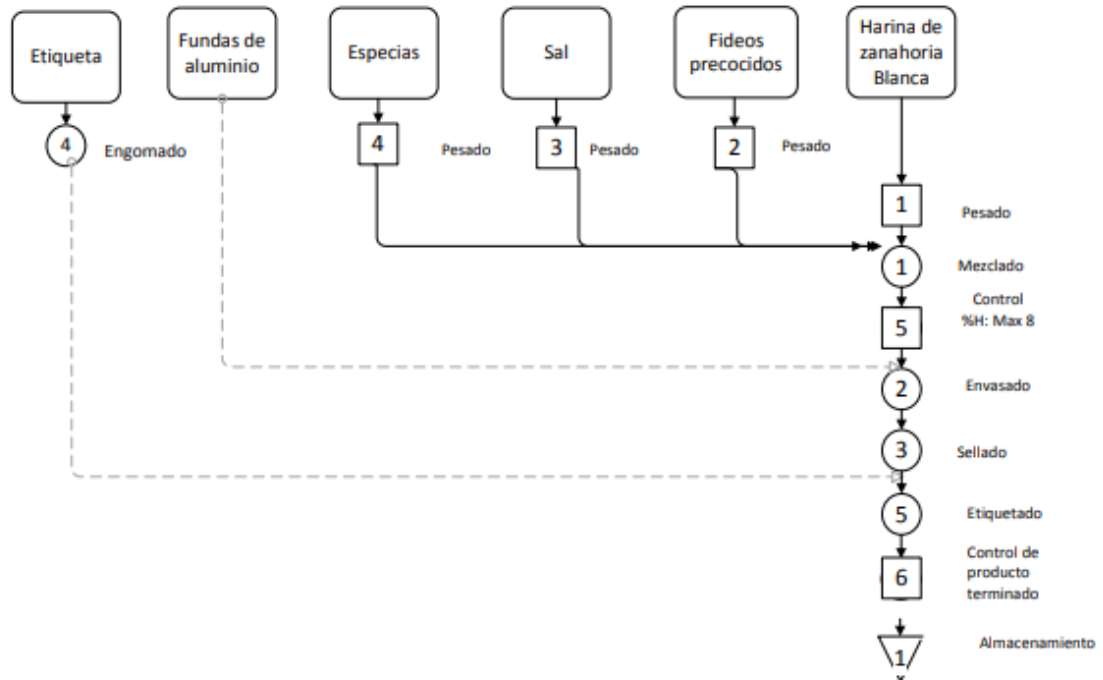


Tabla resumen

Inspección	6
Operaciones	5
Almacenamiento	1
Total	12

Diagrama 3: Diagrama de proceso operacional de la elaboración de sopa instantánea
Fuente: (Propia)

2.7.1.2 Pasos para la preparación de la sopa

- 1) Disolver la mezcla en polvo en un litro de agua fría hasta llegar a una textura homogénea
- 2) Adicionar los fideos precocidos y calentar con agitación continua.
- 3) Una vez que comienza hervir continuar con la cocción a fuego lento y agitar con frecuencia.
- 4) Dejar cocer la sopa por 8 a 10 minutos.

Se puede añadir otros ingredientes al gusto.



Ilustración 12: Sopas instantáneas obtenidas para cada formulación

Fuente: (Propia)

2.7.2 Cálculos del informe bromatológico

Para realizar los cálculos del informe bromatológico es indispensable conocer los pesos exactos utilizados en la formulación de la sopa instantánea y el aporte de cada ingrediente.

En base a los datos de información nutricional de la harina de zanahoria blanca y de cada uno de los ingredientes utilizados se calculó el aporte de cada componente como proteína, grasa, carbohidratos totales, azúcares y sodio, después se determina la composición porcentual de cada uno aplicando la Ec. 11.

$$\% \text{ componente} = \frac{100 * Kg_{\text{componente}}}{\text{Total del producto terminado}} \quad \text{Ec. 11}$$

2.7.3 Cálculo del Informe nutricional

Para la determinación del informe nutricional, se utilizó la norma NTE INEN 1334-2 (2016) para rotulado nutricional, la cual presenta una tabla con los valores diarios recomendados (VD), los mismos que se pueden observar en la tabla 16, de esta manera es posible realizar el informe nutricional del producto terminado con su respectivo aporte energético.

Tabla 16: Nutrientes de declaración obligatoria y su valor diario.

Componente	Unidad	Valor Diario (VD)
Valor energético,	kJ	8380
energía (calorías)	kcal	2000
Grasa total	g	65
Ácidos grasos saturados	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2400
Carbohidratos totales	g	300
Fibra dietética	g	25
Proteína	g	50

Fuente: (NTE INEN 1334-2, 2016)



Además se elaboró el semáforo nutricional, el mismo que está basado en la RTE INEN 022 (2013) para rotulado nutricional, en este se detalla los valores de referencia a los componentes y concentraciones permitidas de grasas totales, azúcares y sal, los mismos que se encuentran detallados en la tabla 17.

Tabla 17: Contenido de componentes y concentraciones permitidas

Componente	Concentración “ BAJA ”	Concentración “ MEDIA ”	Concentración “ ALTA ”
Grasas Totales	Menor o igual a 3g en 100 g	Mayor a 3 y menor a 20 g en 100 g	Igual o mayor a 20g en 100 g
Azúcares	Menor o igual a 5g en 100 g	Mayor a 5 y menor a 15 g en 100 g	Igual o mayor a 15g en 100 g
Sal (sodio)	Menor o igual a 120mg de sodio en 100 g	Mayor a 120 y menor a 600mg de sodio en 100 g	Igual o mayor a 600mg de solido en 100 g

Fuente: (RTE INEN 022, 2013)

2.7.4 Análisis proximal de la sopa instantánea

Los resultados reportados fueron comparados con datos presentados en la norma NTE INEN 2602 (2019) para sopas, caldos y cremas cuyos valores de humedad y requisitos microbiológicos están indicados en la tabla 18. En cuanto a valores de proteínas, grasa, sodio, carbohidratos, azúcares y aporte de energía requeridos por NTE INEN 1334-2 (2016) fueron comparados con datos de la tabla 19 pertenecientes al valor nutricional de una sopa de fideos presentada en la etiqueta de una marca comercial.

Tabla 18: Características bromatológicas y microbiológicas de sopa deshidratada

Composición	Límites
Humedad (%)	Max 8
E. coli (ufc/g)	10 – 100
Mohos y levaduras (ufc/g)	10 ³ - 10 ⁴
S Aureus (ufc/g)	100 – 1000
Salmonella (ufc/g)	Ausencia
Enterotoxina estafilocócica	No detectada

Fuente: (NTE INEN 2602, 2019)

**Tabla 19:** Información nutricional de sopa instantánea comercial

Composición	Valor diario	
Energía	170kJ	
Grasa total	0 g	0 %
Sodio	740 mg	31 %
Carbohidratos totales	8 g	3 %
Azúcares totales	0 g	0 %
Proteína	1 g	2 %

Fuente: (Etiqueta nutricional Sopa comercial)

2.7.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA

Un análisis sensorial permite analizar varios aspectos de una muestra en base a un número de personas (catadores).

2.7.5.1 Cálculo del número de catadores

Se empleó un diseño de encuestas como método de recolección de información. Se utilizó la Ec.12 para determinar el número de encuestas necesarias.

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1)+Z^2pq} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

N= población total

Z= distribución normalizada. Si Z = 1,96, el porcentaje de confiabilidad es

p= proporción de población de aceptación deseada

q= proporción de población de rechazo

E= porcentaje de error deseado (Baca Urbina, 2013)

2.7.5.2 Elaboración de la ficha de degustación

La ficha de degustación facilitó al catador la evaluación de aspectos como olor, color, sabor, aspecto y textura dentro de una escala hedónica 1: Malo, 2: Regular, 3: Bueno, 4: Muy Bueno y 5: Excelente. La ficha empleada se presenta en el Anexo 3.



CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1 Acidez titulable

Los datos de la tabla 20 fueron utilizados para el cálculo del porcentaje de acidez en base a la Ec.6.

Tabla 20: Datos obtenidos en el laboratorio para la zanahoria blanca

Parámetro	Valor
Volumen de la alícuota tomada	10 ml
Volumen de NaOH 0,1 N gastados en la titulación	1,3 ml
m _{eq} del ácido tartárico	0.075
Constante de NaOH	1

Fuente: (Propia)

En la tabla 21, se determinó el índice de madurez de la zanahoria blanca con el que se trabajó para la elaboración de la harina.

Tabla 21: Cálculo del índice de madurez

Parámetro	Valor
Acidez titulable	0,975 %
Sólidos solubles	6 °brix
Índice de madurez	6,15

Fuente: (Propia)

No existe una referencia en cuanto a este índice de madurez para la zanahoria blanca por lo que se hizo referencia con los grados brix de la *Daucus carota* conocido por su nombre común zanahoria (Reina & Bonilla, 1997), en donde se explica que un rango de sólidos solubles entre 6 y 7 corresponde a un cuarto de maduración; en este estado el xilema es suave, de color blanco y por lo tanto es fácil de rebanar, en cambio con el avance de la maduración este xilema se endurece y es fácil de desprender de la corteza o floema, además el valor de sólidos solubles aumenta a 10 correspondiendo a una maduración completa, en el cual también existe cambios físicos como: olor, color y aspecto. Nuestra materia prima correspondió a un cuarto de maduración.



Ilustración 13: Zanahoria blanca, a) Un cuarto de maduración; b) Maduración completa
Fuente: (Propia)

3.2 OPTIMIZACIÓN DE CONDICIONES DE OPERACIÓN EN EL SECADO PARA OBTENCIÓN DE LA HARINA

Para el proceso de secado se ha determinado tres variables de operación como: temperatura (x_1), tiempo (x_2) y espesor de la rodaja (x_3). Estas variables fueron seleccionadas debido a su importancia en el secado y la variable de salida como la humedad debido a que esta depende el tipo de producto y permite el alargamiento de la vida útil.

Tabla 22: Matriz modelo del diseño factorial 2^3 para las variables temperatura, tiempo y espesor de la rodaja

Experimentos	I	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	% H
	Blanco	Temperatura	Tiempo	Espesor					
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	8,18
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	6,35
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	5,52
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	4,39
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	19,51
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	8,71
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	8,66
8	1	1	1	1	1	1	1	1	6,74

Fuente: (Propia)

Tabla 23: Valores de los coeficientes de los efectos de las variables

Coeficientes de las variables de diseño experimental								
Coefficiente	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Valor	8,50	-1,96	-2,18	2,39	1,19	-1,21	-1,024	1,02

Fuente: (Propia)

En base a la Ec. 4 se tiene:

$$y = 8,50 - 1,96x_1 - 2,18x_2 + 2,39x_3 + 1,19x_1x_2 - 1,21x_1x_3 - 1,024x_2x_3 + 1,02x_1x_2x_3$$

3.2.1 Análisis de efectos

Efectos principales

Los efectos principales son b_1 , b_2 y b_3 que permiten determinar cómo afecta cada factor a la respuesta. En nuestro caso la variable que provoca mayor cambio es el incremento



en el espesor de la rodaja de 3 a 5 mm, la temperatura y el tiempo tienen un comportamiento antagónico, en dicho caso tenemos que, al aumentar el tiempo de secado de 4 a 8 horas también influye en el valor de la humedad establecida, finalmente para la temperatura se consideró el experimento en el que se obtuvo un menor contenido de humedad.

Efectos secundarios

Las interacciones de las variables b_{13} y b_{23} no presentan un comportamiento sinérgico, a excepción de b_{12} siendo su valor 1,1970 el de mayor efecto esto indica que al aumentar la temperatura y el tiempo también afectan en la respuesta.

Efectos terciarios

Este permite determinar la interacción de las tres variables juntas, siendo su valor $b_{123} = 1,0233$ que presenta un comportamiento sinérgico. Su comportamiento es difícil de explicar ya que se trata de una interacción de orden superior sin embargo el aumentar estas tres variables repercute favorablemente la respuesta.

3.2.2 Identificación de los coeficientes significativos

Para recurrir al método de HALF NORMAL PLOT es importante trabajar con los valores absolutos de todos los coeficientes, excepto la intercepta, se procede a ordenar de menor a mayor, y luego se calcula la probabilidad de acuerdo a la Ec. 5.

Tabla 24: Datos para graficar el Normal plot probability

Efectos	Coeficiente	Valor	Probabilidad
1	b_{123}	1,0234723	7,14
2	b_{23}	1,0237636	21,43
3	b_{12}	1,1972732	35,71
4	b_{13}	1,2192068	50,00
5	b_1	1,9610166	64,29
6	b_2	2,1797346	78,57
7	b_3	2,3971895	92,86

Fuente: (Propia)

Se procede a graficar, en el eje de las abscisas el valor absoluto de los coeficientes y en el eje de las ordenadas los valores correspondientes a la probabilidad acumulada.

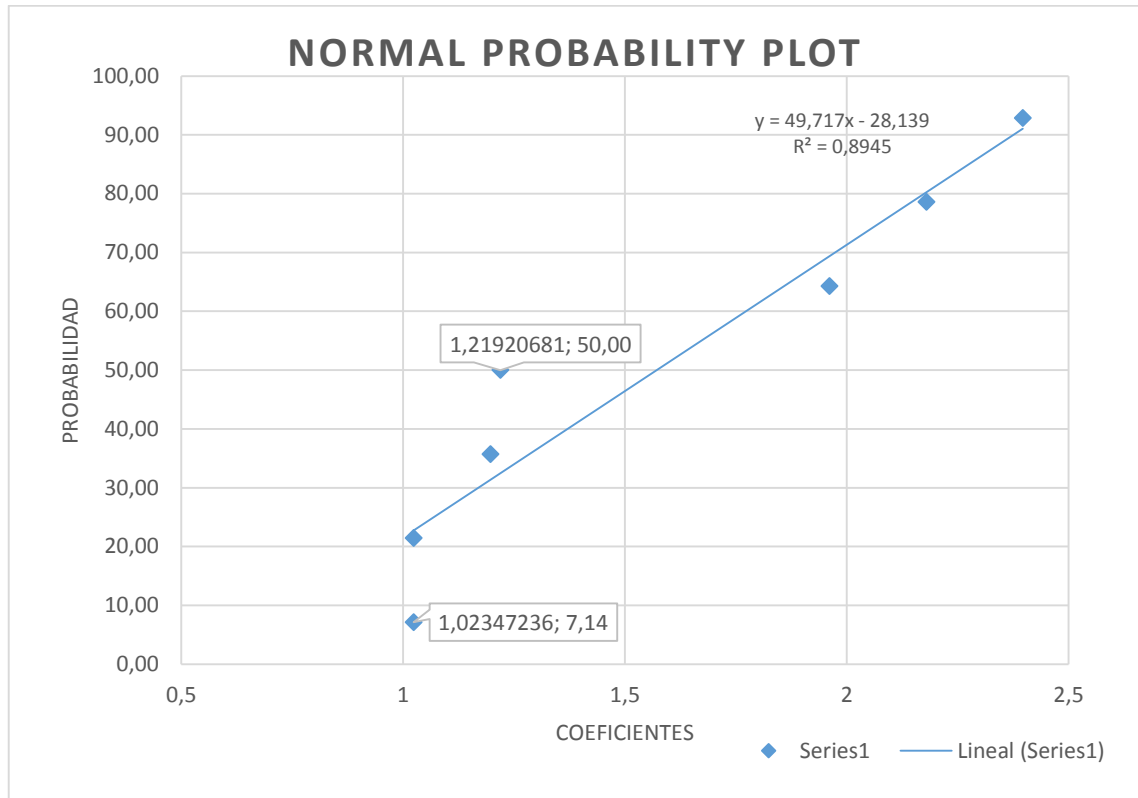


Gráfico 1: Normal probability plot
Fuente: (Propia)

Se puede observar en la gráfica 1, algunos puntos distribuidos alrededor de la recta por lo tanto presentan una distribución normal y no son considerados significativos. Por otro lado, se puede identificar dos puntos alejados de la recta, es decir puntos anómalos que corresponde a los coeficientes b_{13} y b_{123} , donde como ya se discutió la interacción de las variables temperatura y espesor considerando solo la interacción de estos dos parámetros no favorecen la respuesta, mientras que la interacción de las tres variables contribuye a mejorar el valor de la humedad (6,74).

De esta forma el polinomio resultante de esta fase, queda establecido a través de la siguiente expresión:

$$Y = 8,50x + 1,02347$$

Como el valor del coeficiente significativo es positivo, significa que la interacción es sinérgica, entonces para optimizar la respuesta se debe incrementar las tres variables: temperatura, tiempo de secado y espesor de la rodaja de forma simultánea.

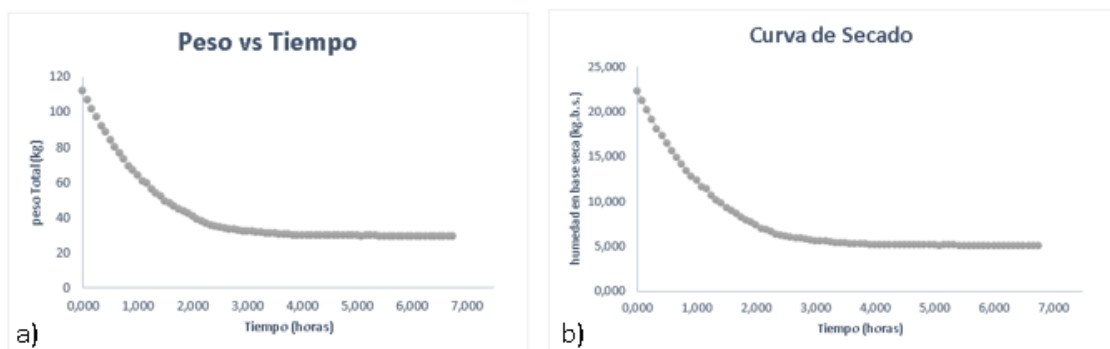
3.2.3 Parámetros óptimos de operación

Una vez finalizado el análisis de los efectos principales y secundarios, los valores óptimos a considerar para replicar el experimento fueron: (x_1) temperatura: 68 °C, (x_2) tiempo de secado: 8 horas, (x_3) espesor de la rodaja 5 mm, siendo estas condiciones correspondientes al experimento 8 de la tabla 22.

Luego de replicar el experimento óptimo con los parámetros ya mencionados se procedió a la caracterización de la harina de zanahoria. Es importante indicar que si bien en los experimentos 2,3,4 los valores de humedad eran relativamente bajos, sin embargo, al trabajar con espesores de 3 mm, la rodaja ya presentaba superficialmente oscurecimiento y quemaduras lo cual provoca pérdidas en el rendimiento.

3.2.4 Parámetros de secado

Se graficaron los datos de peso recolectados durante el proceso de secado, estos permiten evidenciar como se produce la pérdida de agua en el producto.



Gráfica 1: a) Curva de secado en base húmeda, b) curva de secado en base seca.

Fuente: (Propia)

En la curva de secado obtenida se puede observar el comportamiento del proceso. Al inicio existe una disminución casi lineal del peso en base seca durante una hora y media donde la velocidad de secado es constante, a partir de ese tiempo la velocidad de secado decrece hasta las 3 horas y media y finalmente después de este tiempo se mantiene constante.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA

3.3.1 Rendimiento

Luego de realizar el diseño experimental óptimo se replicó el experimento 8 y se procedió a la elaboración de la harina.

Los rendimientos determinados en la obtención de la harina se llevaron a cabo en cada operación, ya que en cada una de estas existen pérdidas debido a diversos factores.



La cáscara de la zanahoria blanca representaba un 8,64 % del fruto total por lo que se obtuvo un 91,36 % en cuanto a aprovechamiento de la corteza pero contiene una gran cantidad de agua comparada con la materia seca perteneciente a la raíz. La pérdida de agua en este estudio representó un 74,51 % por tal motivo el rendimiento en cuanto a obtención de materia seca disminuye a un 25,4 %. El molido de las rodajas secas fue manual y se perdió 0,78 % de material, esto debido a que parte de él queda impregnado en el tornillo sin fin del molino o que durante el proceso se pierde en el aire; a pesar de esto el rendimiento del molido es bueno siendo un 99,22 %.

Finalmente, en el tamizado también se produjeron pérdidas porque parte del material se pierde en el aire o queda impregnado en los envases utilizados y en el mismo tamiz, por tal razón el rendimiento es 58,98 % y corresponde a gránulos de harina de un tamaño de 0,173 mm. Lo que no pasó el tamiz se conoce como ripio.

Un resumen de los rendimientos calculados es presentado en la tabla 25.

Tabla 25: Rendimientos por cada operación de obtención de harina

Operación	Promedio de mermas (%)	Rendimiento (%)
Pelado	8,64	91,36
Secado	74,51	25,49
Molido	0,78	99,22
Tamizado	41,02	58,98

Fuente: (Propia)

3.3.2 Humedad

La humedad de la harina obtenida en el experimento 8 fue de 6,74 %, aunque al replicar este alcanzó un valor de 6,90 % el cual fue considerado aceptable para su análisis. Sin embargo, el resultado reportado por el laboratorio acreditado es de 7,21 %, los mismos que no presentan mayor dispersión entre sí y sobre todo están dentro de los límites establecidos en la norma INEN 2786 para harina de yuca comestible el cual indica un valor máximo de 13 %, por lo tanto, fue considerado aceptable.

3.3.3 Actividad acuosa

Para la determinación de la actividad acuosa primero se consiguió un valor de 21% en cuanto a la humedad relativa obtenida por el equipo medidor de humedad y finalmente aplicando la Ec. 10 se obtuvo 0,21 encontrándose dentro de los alimentos de tipo estables como se revisó en la literatura. Este resultado fue inferior al reportado por Domenech & Noboa (2013) los cuales obtuvieron una harina de zanahoria blanca con actividad acuosa de 0,537 con una humedad de 10,50 %. Los valores bajos de actividad

acuosa permiten minimizar el deterioro por parte de agentes químicos y microbiológicos para evitar alteración física y sensorial del producto.

3.3.4 Análisis proximal de la harina

En la tabla 26 se encuentran registrados los valores reportados por el laboratorio acreditado frente a valores establecidos en la norma de harina de yuca comestible y de harina de trigo.

Tabla 26: Características de la harina.

Composición	Valor obtenido	Límites
Proteína (%)	5,34	9
Grasa (%)	2,84	2
Sodio (mg)	164,30	7
Carbohidratos totales (%)	73,57	75,5
Azúcares totales (%)	6,39	-
Fibra (%)	8,78	2
Ceniza (%)	2,26	3
Almidón (%)	28,31	-

Fuente: (Propia)

En el gráfico 2 se puede evidenciar de mejor manera la variación en cuanto a proteína, grasa, fibra y cenizas.

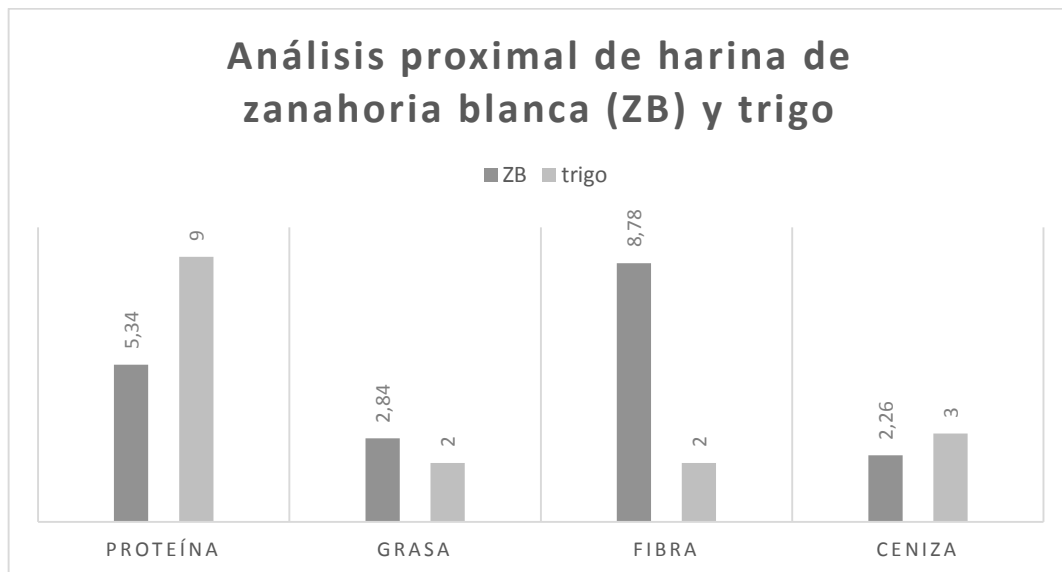


Gráfico 2: Análisis proximal de harinas de zanahoria blanca y trigo

Fuente: (Propia)

Los valores de proteína y ceniza de la harina de zanahoria blanca son menores a los requeridos para la harina de trigo; en cambio el contenido de grasa es similar pero la fibra es superior, por lo tanto, representa una ventaja para nuestro producto ya que esta es esencial en las dietas porque provoca una sensación de saciedad, controla la diabetes, obesidad, colesterol, etc.

Por otra parte, el contenido de carbohidratos totales de las dos harinas tiene valores semejantes por lo que en este aspecto la harina de zanahoria blanca podría sustituir parcial o totalmente a la harina de trigo.

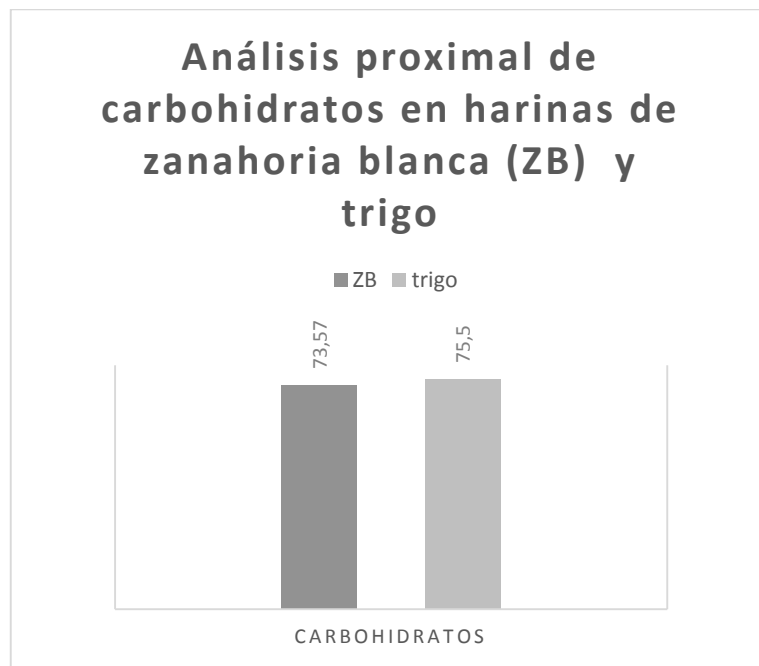


Gráfico 3: Análisis proximal de harinas de zanahoria blanca y trigo
Fuente: (Propia)

No se encontró un valor comparable sobre cantidad de azúcares totales de la harina de trigo, sin embargo, ésta, en su contenido nutricional observado en la etiqueta presenta un valor nulo. Sucede lo mismo con la cantidad de almidón, pero Barrera et al. (2004) indica que la harina de zanahoria blanca posee un valor de 70,95 % el cual es superior al obtenido; entonces el contenido de almidón dependerá del tratamiento aplicado.

Con respecto a la comparación en contenido de sodio, la harina de zanahoria blanca tiene una concentración superior a la harina de trigo; esto podría deberse a diversos factores ambientales como tipo de suelo y clima (FAO, n.d.)

En cuanto a los datos de análisis de contaminantes como plomo y cadmio los valores obtenidos son menores a los indicados en la norma de la harina de trigo, pero el valor de ocratoxinas se encuentra en el límite máximo permisible una de las causas puede ser la forma de utilización del desinfectante.

**Tabla 27:** Contenido de contaminantes de la harina

Composición	Valor obtenido	Límites
Ocratoxinas (µg/kg)	5	5
Plomo (mg/kg)	<0,0012	0,2
Cadmio (mg/kg)	<0,01	0,2

Fuente: (Fuente)

Debido a que la inocuidad de un alimento depende de los análisis microbiológicos se estudiaron E. coli, mohos y levaduras cuyos valores se encuentran dentro de los límites establecidos.

Tabla 28: Características microbiológicas de la harina.

Composición	Valor obtenido	Límites
E. coli (UFC/g)	<10	<10
Mohos y levaduras (UP/g)	520	500 – 1000

Fuente: (Propia)

3.3.5 Informe nutricional de la harina

Mediante los resultados obtenidos del laboratorio acreditado se procedió a la elaboración del informe nutricional de la harina de zanahoria blanca como se puede observar en la tabla 29.

Tabla 29: Información nutricional de la harina de zanahoria blanca

Información Nutricional	
Tamaño de porción	33g
Porciones por envase	3
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	533 kJ (128kcal)
% Valor Diario*	
Grasa Total 1 g	2%
Grasas Saturadas 0g	0%
Colesterol 0 mg	0%
Sodio 55mg	2%
Carbohidratos Totales 27g	9%
Azúcares 0g	
Proteína 2g	4%
* Los valores de la ingesta diaria recomendadas están basados en una dieta de 8300 kJ (2000 kcal).	

Fuente: (Propia)

3.4 APLICACIÓN INDUSTRIAL

3.4.1 Análisis sensorial de la sopa instantánea

Se determinó el número de catadores a los que se aplicó la encuesta, de un total de 288 estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, la muestra corresponde a 73 catadores de acuerdo a la Ec 12.

Los resultados de las encuestas realizadas arrojaron que la preferencia es del 52% hacia la formulación 3, como se puede observar en el gráfico 6 mientras que la formulación 1 y formulación 2 presentan una aceptabilidad de 26% y 22% respectivamente

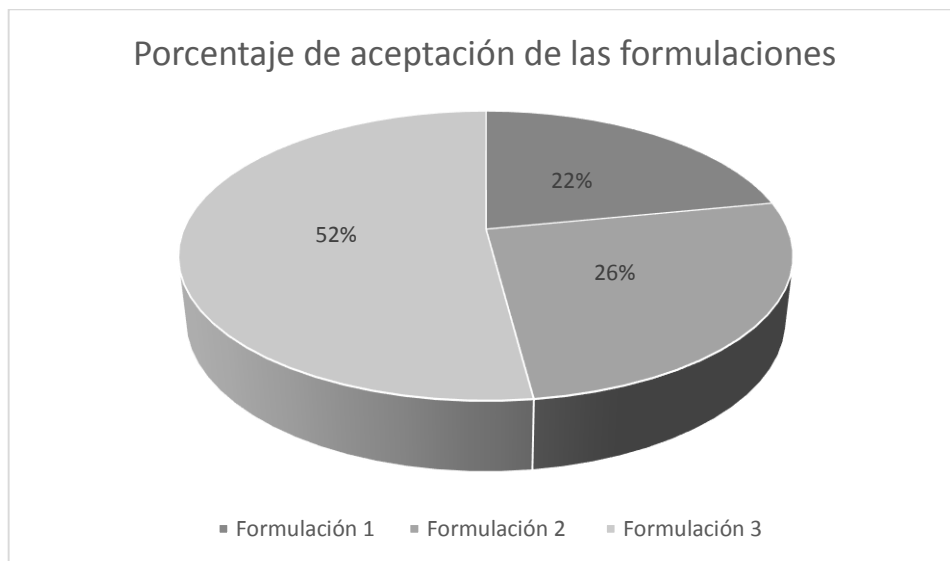


Gráfico 4: Porcentaje de aceptación de las formulaciones
Fuente: (Propia)

La formulación 3 tiene mayor aceptabilidad ya que esta tiene mayor contenido de cúrcuma y el color es uno de los parámetros más importantes tomados en cuenta en los alimentos

En el gráfico 5, se determinó la aceptabilidad del color como se puede observar la formulación 3 y la formulación 2 tienen mayor porcentaje de aceptabilidad de 37% y 36% respectivamente, frente a un 27 % perteneciente a la formulación 1 que no contiene cúrcuma.

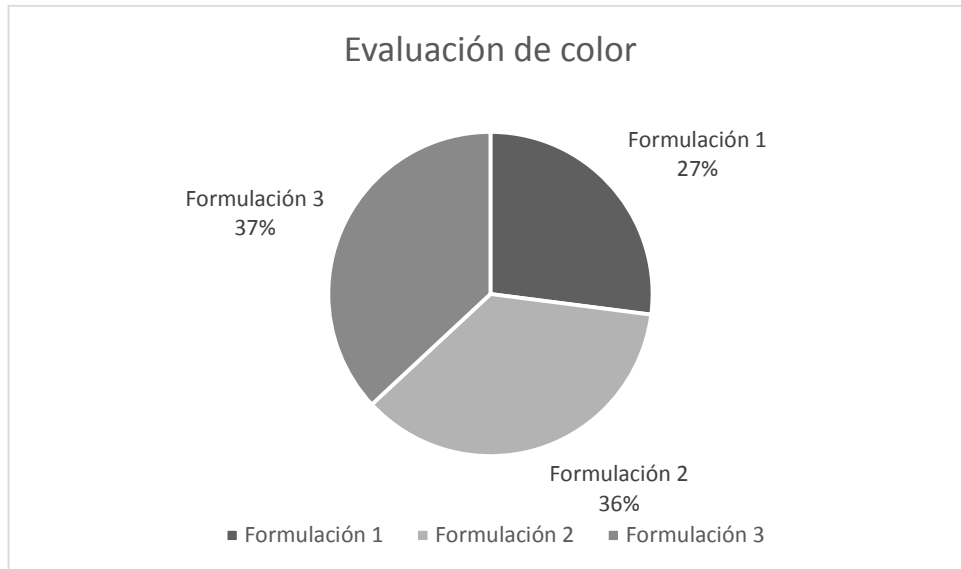


Gráfico 5: Evaluación de color

Fuente: (Propia)

Para la determinación de otros parámetros como la textura y aspecto se realizó pruebas de catación previas a un grupo de 10 personas a los cuales se presentó formulaciones de sopas con distintas concentraciones de harina 20, 55 y 75%, también se tomó en cuenta la cantidad exacta de fideos precocidos que ayudan a mejorar la textura. Finalmente se concluyó que la sopa de mejor textura es la que contiene el 55% de harina con un 35% de fideos junto con otras especias.

Como se puede observar en el anexo 5 las gráficas de los parámetros olor, sabor, textura y aspecto de las muestras 1, 2 y 3, presentan un porcentaje de aceptabilidad del 33,33%, esto se debe a que los ingredientes utilizados se encuentran en las mismas cantidades en todas las formulaciones.

3.4.2 Informe bromatológico de la sopa instantánea

Con los resultados obtenidos del análisis sensorial se determinó que la formulación 3 presenta mayor aceptabilidad, por lo tanto, se procedió a calcular su informe y semáforo nutricional.

Para llevar a cabo el cálculo del informe bromatológico, es necesario colocar los pesos de cada ingrediente utilizado en la formulación.

En la tabla 30, se presenta la evaluación de cada componente presente en la sopa instantánea.

**Tabla 30:** Evaluación de la formulación de la sopa instantánea

Ingrediente	G	Proteína		Grasa		Humedad		Carbohidratos	
		%	g	%	G	%	G	%	G
Harina de zanahoria blanca	31	5,3	1,7	3	0,8	7,2	2,2	73,5	22,8
Fideos precocidos	20	21,8	4,36	3,6	0,72	8	1,6	20	4
Sal	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Especias	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	38,2576		6,02		1,60		3,8		26,8

Fuente: (Propia)

Una vez obtenido el informe bromatológico se procedió a calcular la composición porcentual de cada componente aplicando la Ec.11, estos resultados se encuentran detallados en la tabla 31.

Tabla 31: Composición porcentual de componentes

Componente	Valor (%)
Proteína	15,72
Grasa	4,18
Humedad	10,02
Carbohidratos	70,07

Fuente: (Propia)

3.4.3 Informe nutricional de la sopa instantánea

Los resultados obtenidos de la composición porcentual de cada componente, permitió la elaboración del informe nutricional utilizando la tabla 16.

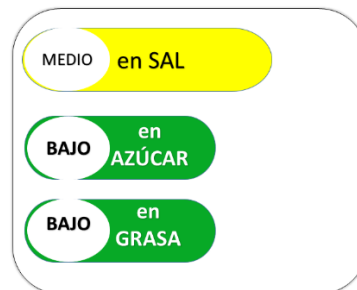
El informe nutricional presentado a continuación hace referencia a la sopa instantánea empleando como base la harina de zanahoria blanca, que pertenece a la formulación 3.

Tabla 32: Información nutricional de la sopa instantánea

Información Nutricional	
Tamaño de porción	11g
Proporciones por envase	5
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	176kJ (42kcal)
% Valor Diario*	
Grasa Total 0,5g	1 %
Grasas Saturadas 0g	0 %
Colesterol 0 mg	0 %
Sodio 225mg	9 %
Carbohidratos Totales 8g	3%
Azúcares 0g	
Proteína 2g	4%
* Los valores de la ingesta diaria recomendadas están basados en una dieta de 8300 kJ (2000 kcal).	

Fuente: (Propia)

Para elaborar el semáforo nutricional se han considerado valores de la tabla 18 presentados en la RTE INEN 022 (2013) sobre etiquetado de alimentos, en base a esto se obtuvo el semáforo nutricional de la ilustración 29.

**Ilustración 14:** Semáforo nutricional de la sopa instantánea

Fuente: (Propia)

3.4.4 Análisis proximal de producto terminado

En la tabla 33 se encuentran registrados los valores reportados por el laboratorio acreditado frente a valores establecidos en la norma para sopas deshidratadas.

**Tabla 33:** Características de la sopa instantánea

Composición	Valor obtenido	Límites
Humedad (%)	5,29	Max 8
E. coli (ufc/g)	<10	10 – 100
Mohos y levaduras (ufc/g)	3,1x10 ²	10 ³ - 10 ⁴
S. Aureus (ufc/g)	5,0x10 ¹	100 – 1000
Salmonella (ufc/g)	Ausencia	Ausencia
Enterotoxina estafilocócica	No detectada	No detectada

Fuente: (NTE INEN 2602, 2019)

Los valores de humedad y del análisis microbiológico obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos por lo tanto es un producto apto para consumo humano.

A continuación, se presentan los datos calculados sobre aporte nutricional de la sopa formulada frente a datos de una sopa comercial.

Tabla 34: Análisis proximal de sopas instantáneas

Composición	Sopa comercial		Sopa de harina de zanahoria blanca	
Energía	40 kcal	170kJ	42 kcal	176 kJ
Grasa total	0 g	0 %	0,5 g	1 %
Sodio	740 mg	31 %	225 mg	9 %
Carbohidratos totales	8 g	3 %	8 g	3 %
Azúcares totales	0 g	0 %	0 g	0 g
Proteína	1 g	2 %	2 g	4 %

Fuente: (Propia)

La sopa de harina de zanahoria blanca aporta una cantidad de energía semejante debido a que en su formulación contiene el mismo porcentaje de carbohidratos, con respecto a grasa total y azúcares totales el aporte es muy bajo por lo que se considera un 0 % y es semejante al valor de la sopa comercial. En cuanto a proteína el aporte es 1% mayor. La mayor diferencia radica en el contenido de sodio ya que las sopas comerciales usan glutamato monosódico como potenciador de sabor el cual no fue utilizado en la formulación presentada. A pesar que la harina de zanahoria blanca contiene gran cantidad de sodio comparada a otro tipo de harinas, en la formulación de la sopa esta no representa un valor elevado siendo menor al reportado por la sopa comercial.

3.4.5 Etiqueta del producto terminado



Ilustración 15: Etiqueta del producto terminado

Fuente: (Propia)

3.4.6 Análisis de costos de elaboración

Para el cálculo de los costos de producción no se incluye la mano de obra.

El costo de producción de la harina se detalla en la tabla 35 siendo el precio \$ 2,89 por cada kilogramo.

Tabla 35: Análisis de costos de harina de zanahoria blanca

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Materia prima	kg	1,80	2,20	3,96
Agua	m ³	0,002	1,24	0,002
Luz	kWh	9,60	0,09	0,86
Envases	Unidad	1	0,08	0,08
Etiqueta	Unidad	1	0,30	0,30
Total			\$ 2,89 por kilogramo	

Fuente: (Propia)

Los costos de la elaboración de la mezcla en polvo para la sopa instantánea se encuentran descritos en la tabla 36. Se ha obtenido un costo de \$1,14 en la presentación de sopa instantánea de 55 g.

**Tabla 36:** Costos de producción de la mezcla en polvo para sopa instantánea

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Harina de ZB	Kg	0,03	2,89	0,090
Fideos	g	20,00	0,03	0,600
Sal	g	5,00	0,02	0,100
Ajo	g	0,08	0,10	0,008
Cebolla	g	0,08	0,10	0,008
Orégano	g	0,12	0,02	0,002
Apio	g	0,15	0,02	0,003
Cúrcuma	g	0,10	0,15	0,015
Envases	Unidad	1	0,012	0,012
Etiqueta	Unidad	1	0,30	0,30
Total (\$)				1,14

Fuente: (Propia)

El costo de la producción de la harina de zanahoria blanca y de la sopa instantánea son superiores en comparación con productos que ya circulan en el mercado, esto se debe al costo de la materia prima ya que es elevado porque no se encuentra disponible en cualquier temporada.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se logró la obtención de la harina de zanahoria blanca bajo condiciones óptimas de proceso, temperatura (68 °C), tiempo (8 h) y espesor de la rodaja (5 mm); siendo la variable de mayor influencia el espesor, luego se encuentra el tiempo y finalmente la temperatura de secado. La harina de zanahoria blanca de mejor calidad presentó una humedad de 7,21% y una actividad acuosa de 0,21; sus análisis físicos, químicos y microbiológicos cumplen con los límites establecidos en las normas tanto de harina de yuca como de harina de trigo con excepción de las ocratoxinas que se encuentra en el límite máximo permisibles, además destaca la concentración de fibra (8,78%) alta en comparación con la de la harina de trigo (2%) que refleja el contenido en fibra dietética soluble e insoluble presente en el alimento que es importante en la dieta.

Se formuló una sopa instantánea usando como base harina de zanahoria blanca adicionando fideos y algunos condimentos, se realizó un análisis nutricional reflejando que el producto aporta valores semejantes a las sopas comerciales. Entonces puede representar un potencial ingrediente en la formulación de nuevos productos del tipo sopas deshidratadas con un alto valor nutricional y energético, sin olvidar que la industrialización de esta raíz permite alargar su tiempo de vida útil.

Recomendaciones

El diseño experimental desarrollado determinó que el espesor de la rodaja influye directamente en el proceso de secado, por ello se recomienda utilizar otras formas de cortado para comparar el comportamiento de las variables tiempo y temperatura.

El desinfectante comercial utilizado no actuó correctamente para reducir la concentración de ocratoxinas presentes en la materia prima, por lo tanto, se recomienda utilizar otros tipos de desinfectantes.

Se recomienda formular una sopa instantánea con vegetales, carnes deshidratadas u otro tipo de harina para mejorar el nivel de aporte en proteína.

Elaborar almidón de zanahoria blanca y analizar sus propiedades nutricionales frente a las de la harina de zanahoria.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, I. (2017). *Optimización del proceso de secado en pastas alimenticias*. Universidad de Cuenca.
- Alcívar, U., Dueñas, A., Sacon, E., Bravo, L., & Villanueva, G. (2016). Influencia de los tipos de secado para la obtención de harina de Lombriz Roja californiana (eisenia foetida) a escala piloto. *Tecnología Química*, 36. Retrieved from <https://www.redalyc.org/resumen.oa?id=445546335007>
- Almeida, J. (2017). *Obtención de bioetanol a partir de hidrólisis enzimática y fermentación de arracacha*. Universidad Central del Ecuador. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8158/1/T-UCE-0017-002-2017.pdf>
- Amaya, J., & Julca, J. (2006). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza bancroft)*. Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente. Perú. <https://doi.org/10.1201/9781315116204-102>
- Avilés, T., & Vera, S. (2018). Viabilidad del uso de tubérculos como materia prima para la elaboración de galletas. *Tecnológico Espiritu Santo*, 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n1.2018.36>
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos* (séptima). México: McGraw-Hill.
- Badui, S. (2012). Agua. In *Química de los Alimentos* (Quinta). México: Pearson.
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos : Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Retrieved from <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3261/1/iniapscCD55p3.pdf>
- Beltrán, T., & Veloz, S. (2014). *Diseño y construcción de un secador tipo armario para la deshidratación hasta el diez por ciento de berro, espinaca y zanahoria*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3654/1/96T00269 UDCTFC.pdf>
- Caballero, M. (2016). *Parámetros tecnológicos para la elaboración de sopa deshidratada tipo Inchicapi de Gallus Gallus Domesticus (gallina)*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Campo, Y., Gévez, V., & Ayala, A. (2018). Ultrasonido en el procesamiento (homogenización, extracción y secado) de alimentos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.628>
- Carrero, Y., Dávila, M., Moya, J., Núñez, I., Acosta, M., & Aranda, C. (2018). Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza bancr*) Potencial Fitofármaco: Mini revisión. *ResearchGate*, 59(July).
- Cobo, G., Quiroz, M., & Santacruz, S. (2013). Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza B.*) en la elaboración de pan. *Avances En Ciencias e Ingenierías*, 5, C41–C44. Retrieved from <http://www.usfq.edu.ec/Publicaciones/Avances/>
- CODEX STAN 192. (2018). Norma General para los Aditivos Alimentarios. *Codex Alimentarius*.
- De Michelis, A., & Ohaco, E. (2015). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Retrieved from https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf
- Domenech, K., & Noboa, G. (2013). *Desarrollo de un postre instantáneo y una bebida*



- nutritiva a partir de harina de arroz pre-gelatinizado y harina de zanahoria blanca, para alimentacion de niños en etapa escolar de 5 a 9 años.* Escuela Superior Politécnica del Litoral. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19134>
- FAO. (n.d.). Composición de alimentos. Retrieved from <http://www.fao.org/nutrition/composicion-alimentos/es/>
- Ferré, J. (2011). El diseño factorial completo, 2–8.
- García, A., Pacheco, E., Tovar, J., & Pérez, E. (2009). Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para sopas instantáneas Phisocochemical and Funcional Characterization Of The Arracacicha (*Arracacia Xanthorrhiza* Flours For Instant Soups. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(5). <https://doi.org/10.1080/11358120709487717>
- García, M. (2013). *Diseño de un secador de bandejas para el secado de maíz, quinua y amaranto en la hacienda San Jorge.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Garza, J. (2013). Aplicación del diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto (Experiment design application for analysis of the drying a product). *Innovaciones de Negocios*, 10(1). Retrieved from http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/10/A7.pdf
- Gergoff, G. (2016). Maduración e índices de cosecha. *Universidad Nacional de La Plata*, 1(1). Retrieved from [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/321/course/section/261/indices de madurez 2016- modif 11-3.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/321/course/section/261/indices%20de%20madurez%202016-modif%2011-3.pdf)
- González, J. (2018). Producción orgánica de zanahoria blanca o Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza bancroft*). *Agrosintesis S.A.*, 35.
- Gutiérrez, H., & Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos. Interfase IQ* (Tercera). México.
- Higuera, M., & Prado, R. (2013). *Determinación de los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft).* Universidad Técnica del Norte. <https://doi.org/03 EIA 337>
- Honorato, G., Oliveira, E., De S Alsina, O., & Magalhaes, M. (2005). Estudio del proceso cinético del secado de cefalotórax de camarón. *Información Tecnológica*, 16, 3–10.
- INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (Segunda). Guatemala.
- INEN-ISO 712. (2013). Celerales y productos de cereales , determinación del contenido de humedad. Quito-Ecuador.
- Jerves, L., León, F., Peñaherrera, E., Cuzco, N., Tobar, V., Ansaloni, R., Wilches, I. (2014). Medicinal plants used in south Ecuador for gastrointestinal problems: An evaluation of their antibacterial potential. *Journal of Medicinal Plant Research*, 8(45). <https://doi.org/10.5897/JMPR2014.5656>
- Jordán, R. (2018). *Desarrollo de una fórmula para un postre instantáneo a partir de harinas de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza bancroft) y zapallo (Cucurbitamaxima duchesne).* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Lara, A. (2016). *Proceso de obtención de harina de garbanzo (Cicer arietinum L.) y su utilización en la elaboración de pan de molde.* Universidad Tecnológica



Equinoccial.

Lim. (2015). *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants*.

Martínez, J., Vidal, R., Grado, J., & Gándara, J. (2013). Deshidratación de alimentos utilizando energía solar térmica. *Cultura Científica y Tecnológica*, (50), 99–107. Retrieved from <http://148.210.132.19/ojs/index.php/culcyt/article/view/932/868>

Maupoey, P., Andrés, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. España: Universida Polotécnica de Valencia.

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1998). Secado de sólidos. In *Operaciones unitarias en Ingeniería Química* (Cuarta, pp. 821–866). Madrid.

Montero, A. (2018). Harinas más comunes.

Moreno, Á. H., Hernández, R., & Ballesteros, I. (2017). Secado industrial con energía microondas. In *Aplicaciones industriales de calentamiento con energía microondas* (Primera). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.

NTE INEN 1334-2. (2016). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Reuisitos. Quito-Ecuador.

NTE INEN 2602. (2019). Mezcla para preparar caldos, consomés, sopas y cremas. Requisitos. Quito-Ecuador.

NTE INEN 2786. (2013). Norma para la harina de yuca comestible. Quito-Ecuador.

NTE INEN 616. (2015). Harina de trigo. Requisitos. Quito-Ecuador.

Olivas, E., & Alarcón, L. (2004). Cambios bioquímicos en alimentos por microorganismos. In UACJ (Ed.), *Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos. Programa de nutrición*. Ciudad Juárez. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=Oy-kG04CIBUC&pg=PA77&dq=actividad+acuosa+y+alimentos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjnl7Omg63jAhWomIkKHQyFCAYQ6AEIMDAC#v=onepage&q=actividad+acuosa+y+alimentos&f=false>

Paguay, F. (2012). *Planificación y desarrollo de nuevos productos elaborados a base de zanahoria blanca*. Instituto Tecnológico de Turismo y Hotelería internacionaltelera, D E Turismo Y.

Ponce, K. (2015). *Procesamiento de la zanahoria blanca Arracacia xanthorrhiza bancroft como alimento de segunda gama*. Universidad Técnica del Norte.

PROFECO. (2013). Revista del consumidor. *Del Paquete a La Boca ¿Qué Tan Buena Es Tu Sopa?*. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100445/RC441_Estudio_Calidad_Sopa_Instantaneas.pdf%0Ahttp://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100445/RC441_Estudio_Calidad_Sopa_Instantaneas.pdf

Reina, C., & Bonilla, J. (1997). *Manejo postcosecha y evaluación de calidad de zanahoria (Daucus carota L.) que se comercializa en la ciudad de Neiva* (Universida). Neiva.

Ribeiro, R., Finger, F., Puiatti, M., & Casali, V. (2005). Chilling injury sensitivity in arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. *Tropical Science*, 45(2), 55–57. <https://doi.org/10.1002/ts.48>

RTE INEN 022. (2013). Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y



empaquetados. Quito-Ecuador. <https://doi.org/10.1128/iai.01351-09>

Ruiz, R., & Chuiza, M. (2016). *Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la Parroquia Veracruz del Cantón Pastaza. Facultad de Ciencias*. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5677>

Salazar, A., Melo, J., Moreno, P., Paz, H., & Velasco, E. (2018). *Revista Integra. Efecto de la deshidratación de zanahoria sobre sus propiedades físico-químicas utilizando un proceso simultáneo de ósmosis y secado convectivo*, 36–58.

Yntusca, H. (2018). *Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd)*. Universidad Nacional José María Arguedas. <https://doi.org/10.3928/01484834-20090610-02>

ANEXOS

Anexo 1: Proceso de obtención de harina de zanahoria blanca





Anexo 2: Datos obtenidos para graficar la curva de secado

Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)	Tiempo (min)	Peso (g)
0	112,28	140	35,6	280	29,81
5	107,15	145	35,2	285	29,67
10	102,09	150	34,28	290	29,77
15	97,14	155	33,96	295	29,8
20	92,16	160	33,46	300	29,67
25	88,65	165	33,27	305	29,5
30	84,21	170	33,02	310	29,67
35	80,27	175	32,27	315	29,65
40	76,71	180	32,15	320	29,66
45	73,12	185	32,14	325	29,54
50	69,46	190	31,7	330	29,34
55	66,84	195	31,67	335	29,2
60	64,31	200	31,14	340	29,26
65	60,94	205	31,13	345	29,3
70	59,82	210	30,78	350	29,2
75	56,44	215	30,44	355	29,3
80	53,95	220	30,3	360	29,2
85	52,24	225	30,2	365	29,3
90	49,54	230	30,16	370	29,2
95	48,24	235	30,13	375	29,4
100	46,61	240	29,8	380	29,3
105	44,88	245	29,79	385	29,25
110	43,36	250	29,95	390	29,25
115	42,3	255	29,9	395	29,2
120	40,5	260	29,83	400	29,2
125	38,79	265	29,74	405	29,2
130	37,86	270	29,9		
135	37,02	275	29,97		



Anexo 3: Encuesta de catación de sopa instantánea

**ENCUESTA DE CATACIÓN DE SOPA INSTANTANEA COMO BASE
HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**

La presente encuesta tiene como finalidad conocer su opinión sobre las características de la sopa instantánea y de esta manera determinar su aceptación. Las formulaciones tienen como base la harina de Zanahoria de Blanca (*Arracacia Xanthorrhiza Bancroft*), fideos y otros condimentos. Agradecemos por su tiempo en llenar esta encuesta, el cual no tomara más de 5 minutos.

Edad: _____ Sexo: Masculino Femenino

Escala

1 = Malo; 2 = Regular; 3 = Bueno; 4 = Muy Bueno; 5 = Excelente

1. Califique la encuesta con la escala mencionada anteriormente

Formulación 1					
Propiedades	Calificación				
	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					
Aspecto					
Textura					

Formulación 2					
Propiedades	Calificación				
	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					
Aspecto					
Textura					

Formulación 3					
Propiedades	Calificación				
	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					
Aspecto					
Textura					

2. ¿Cuál es la muestra que más le gusto? ¿por qué?

3. ¿Cuál es la muestra que menos le gusto? ¿por qué?

4. Observaciones

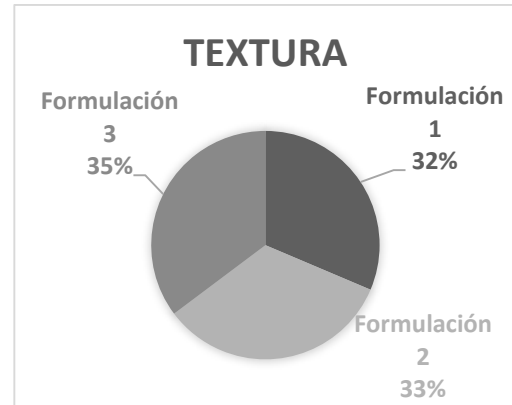
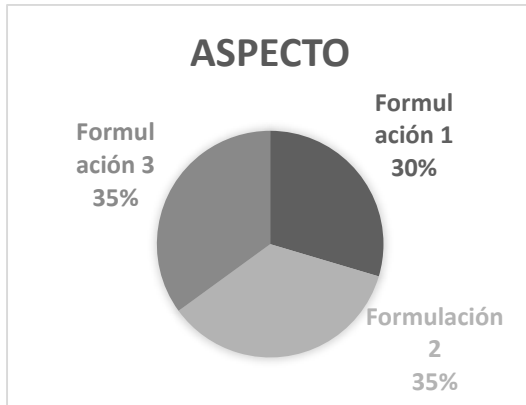
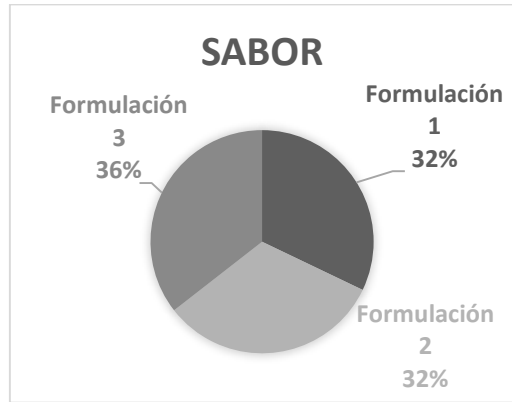
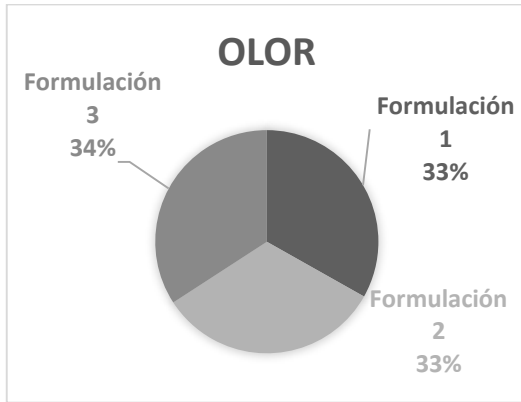
GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4: Aplicación de encuestas a estudiantes de la carrera de Ingeniería Química






Anexo 5: Gráficas del análisis sensorial



Anexo 6: Reporte de resultados físico químicos en harina



MSV LABORATORIO
Análisis de alimentos, aguas y suelos

SUSTENTO BROMATOLOGICO PARA TABLA NUTRICIONAL

INFORME N°: MSV-IE 914-19
Orden de ingreso: OI-316-19

DATOS DEL CLIENTE

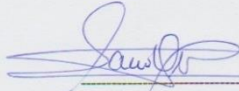

CLIENTE: MARIUXI CUZCO/ SONIA GUAMBAÑA
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE CUENCA
TELÉFONO: 0983671738 – 0986243260

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL PRODUCTO: HARINA DE ZANAHORIA BLANCA			
CODIGO MUESTRA: 19316	N° LOTE: N/A	FECHA DE ELAB: 13/06/2019	FECHA DE CAD: N/A
FECHA DE RECEPCIÓN: 13/06/2019	FECHA DE ANALISIS: 14/06/2019 – 24/06/2019		FECHA DE ENTREGA: 26/06/2019
REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO	MUESTREO: POR EL CLIENTE		NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
PROTEINA (F: 6.25)	AOAC 2001.11	%	5.34
GRASA	AOAC 2003.06	%	2.84
SODIO	METODO INTERNO	mg/100g	164.30
CARBOHIDRATOS TOTALES	CALCULO	%	73.57
AZUCARES TOTALES	LANE & EYNON	%	6.39
FIBRA	INEN 0522	%	8.78
CENIZA	AOAC 923.03	%	2.26
HUMEDAD	GRAVIMETRICO	%	7.21

Dra. Sandra Guaraca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. Se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico, para la declaración de criterios de conformidad, MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

Página 1 de 1

FMC2106-02
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)
Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

Anexo 7: Reporte de resultados de contaminantes y almidón en harina**INFORME DE RESULTADOS**

Informe N°: MSV-IE 915-19
Orden de ingreso: OI-316-19

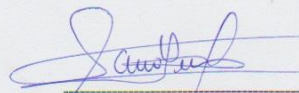
³CLIENTE: MARIUXI CUZCO / SONIA GUAMBAÑA
³DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE CUENCA
³IDENTIFICACION: HARINA DE ZANAHORIA BLANCA
³PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD DE CUENCA
³TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO
 CODIGO DE LA MUESTRA: 19316
³TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC
³LOTE: N/A
 FECHA DE RECEPCIÓN: 13/06/2019

FECHA DE ANALISIS: 14/06/2019 – 21/06/2019
 FECHA DE ENTREGA: 26/06/2019
³FECHA DE ELAB/TOMA: 13/06/2019
³FECHA DE CAD: N/A
³FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO
 MUESTREO: CLIENTE
 REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO
 NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE U(k=2)
PLOMO	APHA 3111B MODIF	mg/kg	< 0.0012	N/A
OCRATOXINAS	ELISA	µg/kg	5.0	N/A
ALMIDON	NMX-F-307-1977	%	28.31	N/A
**CADMIO	APHA 3111B MODIF	mg/kg	< 0.01	N/A

**RESULTADO PROPORCIONADO POR LABORATORIO SUBCONTRATADO.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado
 GERENTE DE LABORATORIO



Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. Se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico, para la declaración de criterios de conformidad, MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

Página 1 de 1

FMC2101-06
 LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)
 Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

Anexo 8: Reporte de resultados microbiológicos de harina (E. Coli)



MSV
LABORATORIO
Análisis de alimentos, aguas y suelos



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° SAE-LEN-16-018
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

Informe N°: MSV-IE 916-19
Orden de ingreso: OI-316-19

CLIENTE: MARIUXI CUZCO / SONIA GUAMBAÑA
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE CUENCA
IDENTIFICACION: HARINA DE ZANAHORIA BLANCA
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD DE CUENCA
TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO
CODIGO DE LA MUESTRA: 19316
TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC
LOTE: N/A
FECHA DE RECEPCIÓN: 13/06/2019

FECHA DE ANALISIS: 13/06/2019 – 18/06/2019
FECHA DE ENTREGA: 26/06/2019
FECHA DE ELAB/TOMA: 13/06/2019
FECHA DE CAD: N/A
FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO
MUESTREO: CLIENTE
REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO
NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE U (k=2)
E COLI	PEMSVMB04 AOAC 991.14	UFC/g	< 10	±0.31



Dra. Sandra Guaraça Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO



Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. Se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico, para la declaración de criterios de conformidad, MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

FMC2101-06
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)
Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com



Anexo 9: Reporte de resultados microbiológicos de harina (Mohos y levaduras)



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FUNDADA EN 1867

FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y ALIMENTOS
ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Datos de recepción

Solicitado por: Srtas. Sandra Guambaña y Mariuxi Cuzco
 Muestra: Harina de zanahoria blanca
 Lugar de toma de la muestra: Laboratorios de Alimentos (Universidad de Cuenca)
 Fecha informe: 22 de julio de 2019
 Fechas de análisis: 15 al 22 de julio de 2019
 Nº de muestras: 1
 Procedencia: Entregada en el laboratorio por la persona interesada.
 Fecha de elaboración del producto: 12/07/2019
 Fecha de caducidad del producto: no reporta
 Número de lote: no reporta


Inspección de la muestra: Recolectada en recipiente plástico.

INFORME DEL RESULTADO

Muestra	Parámetro	Método	Unidad	Resultado
Harina de zanahoria blanca	Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529	UPC/g	520

Se siguieron las siguientes normas INEN:
 1529-1 Preparación de los medios de cultivo
 1529-2 Toma, envío y preparación de muestras para el análisis
 UPC= Unidades propagadoras de colonia
 NTE= Norma Técnica Ecuatoriana

Valor del análisis: USD \$ 12,00
 IVA 12% 1,44
 Total a cancelar USD \$ 13,44



Bqf. Maria Montalva
Químico-Analista

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Químicas
Laboratorio Tecnológico

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999
 Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: (593-07) 405 1000, (Ext. 2421), TELEFAX: (593-07) 405 1122, Casilla No. 01.01.168
 Cuenca - Ecuador

Anexo 10: Reporte de resultados microbiológicos de la sopa instantánea



MSV
LABORATORIO
Análisis de alimentos, aguas y suelos



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° SAE-LEN-16-018
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

Informe N°: MSV- IE 1122-19
Orden de ingreso: OI-424-19

³CLIENTE: MARIUXI CUZCO / SONIA GUAMBAÑA
³DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE CUENCA
³IDENTIFICACION: SOPA INSTANTANEA
³PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD DE CUENCA
³TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO
CODIGO DE LA MUESTRA: 19424
³TIPO DE ENVASE: FUNDA ZIPLOC
³LOTE: N/A
FECHA DE RECEPCIÓN: 06/08/2019

FECHA DE ANALISIS: 06/08/2019 – 11/08/2019
FECHA DE ENTREGA: 19/08/2019
³FECHA DE ELAB/TOMA: 02/08/2019
³FECHA DE CAD: N/A
³FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO
MUESTREO: CLIENTE
REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO
NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE U (k=2)
E COLI	PEMSVMB04 AOAC 991.14	UFC/g	< 10 ✓	±26.63
MOHOS Y LEVADURAS	PEMSVMB02 BAM CAP 18	UP/g	3.1 X 10 ² ✓	±33.50 ±28.08
S AUREUS	PEMSVMB16 AOAC 081001	UFC/g	5.0 X 10 ¹	±23.4
*SALMONELLA	BAM CAP 5	PRESENCIA/ AUSENCIA	AUSENCIA ✓	N/A



Dra. Sandra Guaraca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO



Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. Se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico, para la declaración de criterios de conformidad. MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

FMC2101-06
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)
Tel: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com