



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Química e Ingeniería Química

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Evaluación del contenido de proteína, hierro y aceptación global de una sopa instantánea elaborada a base de hojas de atajo (*Amaranthus viridis L.*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y trigo (*Triticum aestivum*)

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR

Claudia Mercedes CHALCO RAMOS

ASESOR

Mg. Sc. Noemí BRAVO ARANÍBAR

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chalco, C. (2021). *Evaluación del contenido de proteína, hierro y aceptación global de una sopa instantánea elaborada a base de hojas de atajo (Amaranthus viridis L.), kiwicha (Amaranthus caudatus) y trigo (Triticum aestivum)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Claudia Mercedes Chalco Ramos
DNI	48028518
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6420-9394
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Noemi Bravo Aranibar
DNI	10672520
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3454-2601
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.4.4. Tecnología de los Alimentos
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Latitud: -12.056445 Longitud: -77.085994
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2020
URL de disciplinas OCDE	Alimentos y bebidas. https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00 Ingeniería de producción. https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA
Central: 619 7000 anexos 1202, 1203, 1205, 1206, 1207 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Av. Venezuela s/n – Lima 1

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

A C T A DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL

Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del Ph.D. **JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ** la **Ing. PATRICIA GUADALUPE DÍAZ RAMÍREZ** (Miembro) y la **Mg. NOEMI BRAVO ARANIBAR** (Asesora), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada **“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA, HIERRO Y ACEPTACIÓN GLOBAL DE UNA SOPA INSTANTÁNEA ELABORADA A BASE DE HOJAS DE ATAJO (*Amaranthus viridis* L.), KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y TRIGO (*Triticum aestivum*)”**, después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **CHALCO RAMOS CLAUDIA MERCEDES**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarla con la **NOTA** de:

DIECIOCHO

18

.....
(LETRAS)

.....
(NÚMEROS)

Lima, 12 de febrero del 2021



Firmado digitalmente por GUEVARA
VASQUEZ Jorge Ernesto FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.02.2021 11:24:20 -05:00

Ph.D. JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ
Presidente


Ing. PATRICIA GUADALUPE DÍAZ RAMÍREZ
Miembro


Mg. NOEMI BRAVO ARANIBAR
Asesora



Firmado digitalmente por NAGLES
VIDAL Edgar Orlando FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24.02.2021 08:36:41 -05:00

Dr. EDGAR ORLANDO NAGLES VIDAL
Director de la EP de Ingeniería Agroindustrial

DEDICATORIA

A mis padres y hermano, por fomentar en mí los valores del esfuerzo y la constancia, los cuales fueron los pilares de mi carrera universitaria.

A mi familia, en especial a mi tía Adela y mi tío Alberto, quienes, junto con mis padres, me inculcaron el amor por su pueblo de origen, Andamarca, cuyas costumbres culinarias inspiraron este trabajo de investigación y por infundirme el deseo por aprender y superarme cada día.

“Una vez hayas probado el vuelo siempre caminarás por la Tierra con la vista mirando al cielo, porque ya has estado allí y allí siempre desearás volver”

(Leonardo Da Vinci)

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradezco a mi asesora, la Mg. Noemí Bravo Aranibar, quien fue la piedra angular para el desarrollo de esta tesis, sirviendo de guía y apoyo inconmensurable.

A la Ing. Patricia Díaz Ramírez, por sus consejos y recomendaciones durante la etapa de desarrollo de este trabajo de investigación. Al Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez, por su instrucción en las primeras etapas de esta tesis.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por ser centro de formación profesional y darme la oportunidad de formarme en sus aulas y de la cual siempre he recibido apoyo.

A mis docentes universitarios, el Ing. Alex Samuel Silva, el Doc. Oscar Santisteban Rojas, y la Mg. Sc. Estela Memenza, por transmitirme no solo conocimientos, sino valores y experiencias en esta etapa universitaria.

A mi padre Roque, por apoyarme durante todo el proceso de investigación y ser paciente a pesar de las dificultades presentadas en el camino demostrando así su amor incondicional. A mi madre Catalina, por inspirarme a través de su amor por sus costumbres y ser paciente hasta el final. A mi hermano Hernan, por motivarme cada día e inspirarme a nivel profesional.

A mis compañeros y amigos Diego, Dante, Natalia, Sofi, Ale, Alejandro, Yosi, a todos los de mi querida base 12, por compartir gratos momentos y enseñarme el valor de la unión y la solidaridad. A mi querida amiga Rosa Santos, por convertirse en mi soporte en varios momentos de flaqueza durante mis años universitarios, por motivarme y orar por mí.

“Vive como si fueras a morir mañana, aprende como si fueras a vivir siempre”.

Mahatma Ghandi

INDICE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. GENERALIDADES DE LAS AMARANTÁCEAS	5
2.1.1. AMARANTHUS COMESTIBLES Y SUS PRINCIPALES ESPECIES.	5
2.2. ATAJO (<i>Amaranthus viridis</i> L.).....	7
2.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	8
2.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	8
2.2.3. REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL CULTIVO	10
2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICO - NUTRICIONAL	11
2.2.5. CULTIVO Y PRODUCCIÓN.....	16
2.3. KIWICHA (<i>Amaranthus caudatus</i>)	18
2.3.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	18
2.3.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	19
2.3.3. REQUERIMIENTOS BASICOS DEL CULTIVO	20
2.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL	21
2.3.5. CULTIVO Y PRODUCCIÓN.....	24
2.4. SOPA INSTANTÁNEA	25
2.4.1. DEFINICIÓN	26
2.4.2. REQUISITOS.....	27
2.4.3. INGREDIENTES	27
2.4.4. PROCESO DE ELABORACIÓN.....	30
2.5. DISEÑO DE MEZCLAS	32
2.6. ANÁLISIS SENSORIAL.....	35
2.6.1. PRUEBAS AFECTIVAS	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	36
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	36
3.2.1. MATERIA PRIMA.....	36

3.2.2.	INSUMOS.....	37
3.2.3.	ADITIVOS.....	37
3.2.4.	MATERIALES.....	37
3.2.5.	INSTRUMENTOS	38
3.2.6.	EQUIPOS.....	38
3.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	38
3.3.1.	EVALUACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE HOJAS DE ATAJO	38
3.3.2.	ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO.	39
3.3.2.1.	ANÁLISIS PROXIMAL.....	39
3.3.2.2.	ANÁLISIS DE HIERRO Y ÁCIDO CIANHIDRICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO	39
3.3.3.	ANÁLISIS DE PROTEÍNA Y HIERRO DE LA SOPA INSTANTÁNEA.	40
3.3.4.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.....	40
3.3.5.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.....	40
3.3.6.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	41
3.3.7.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
3.4.	METODOLOGÍA.....	42
3.4.1.	OBTENCIÓN DE HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO	42
3.4.2.	ANÁLISIS FISCOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO.....	47
3.4.3.	ELABORACIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA.....	52
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	54
3.5.1.	VARIABLES	54
3.5.2.	FACTORES EN ESTUDIO	54
3.5.3.	CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.....	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.1.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	58
4.1.1.	RENDIMIENTO DE LA HOJA DE ATAJO	58
4.1.2.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO ..	59
4.1.3.	ANÁLISIS DE HIERRO Y ÁCIDO CIANHIDRICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO	63
4.1.4.	ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LAS SOPAS INSTANTÁNEAS.....	65
4.1.4.1.	<i>HIERRO</i>	65
4.1.4.2.	<i>PROTEÍNA</i>	74
4.1.5.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEAS	84
4.1.6.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.....	101

4.1.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SOPA INSTANTÁNEA	105
V. CONCLUSIONES.....	106
VI. RECOMENDACIONES.....	108
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	109
VIII. ANEXOS.....	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Especies y usos del Amaranto	6
Tabla 2: Clasificación taxonómica del atajo.....	8
Tabla 3: Composición proximal de las hojas frescas de <i>A. viridis</i> (%base seca (bs) y % base húmeda (bh)).....	11
Tabla 4: Perfil de aminoácidos de las hojas de <i>Amaranthus viridis</i> L.....	12
Tabla 5: Contenido de minerales y Vitamina C en hojas de <i>Amaranthus viridis</i> L.....	13
Tabla 6: Concentración (mg/100g) de antinutrientes en hojas frescas de <i>Amaranthus viridis</i> L.....	14
Tabla 7: Clasificación taxonómica de la kiwicha.....	19
Tabla 8: Composición proximal del grano de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	21
Tabla 9: Contenido de minerales del grano de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	22
Tabla 10: Composición químico proximal de la harina tostada de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	23
Tabla 11: Contenido de la harina tostada de kiwicha.....	24
Tabla 12: Requisitos fisicoquímicos.....	27
Tabla 13: Composición proximal de los ingredientes de la sopa instantánea de atajo.....	28
Tabla 14: Modelos estadísticos para mezclas.....	34
Tabla 15: Variables independientes.....	55
Tabla 16: Ingredientes.....	55
Tabla 17: Resultados del diseño experimental de mezclas.....	56
Tabla 18: Rendimiento de la planta de atajo.....	58
Tabla 19: Rendimiento de las hojas deshidratadas de atajo.....	59
Tabla 20: Composición proximal de las hojas deshidratadas de atajo (<i>Amaranthus viridis</i> L.).....	59
Tabla 21: Análisis de hierro y ácido cianhídrico de las hojas deshidratadas de atajo (<i>Amaranthus viridis</i> L.).....	64
Tabla 22: Resultados del contenido de hierro (mg/100g) de la mezcla de componentes de la sopa instantánea en los tratamientos.....	65
Tabla 23: Análisis de los posibles modelos.....	66

Tabla 24: Tratamientos con mayores contenidos de hierro (mg/100g).....	71
Tabla 25: Resultados del contenido de proteína (%) de la mezcla de componentes de la sopa instantánea en los tratamientos.....	74
Tabla 26: Análisis de los posibles modelos.....	75
Tabla 27: Análisis de varianza del modelo cúbico especial.....	76
Tabla 28: Ajuste del análisis de varianza (ANOVA) para el modelo cubico especial.....	77
Tabla 29: Tratamientos con mayores contenidos de proteína (%).....	82
Tabla 30: Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo de olor.....	85
Tabla 31: Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	85
Tabla 32: Componentes de cada tratamiento de Sopa Instantánea con mejor olor.....	86
Tabla 33: Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo color.....	87
Tabla 34: Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	88
Tabla 35: Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo de sabor.....	90
Tabla 36: Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	91
Tabla 37: Componentes de cada tratamiento con mejor sabor.....	92
Tabla 38: Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo textura.....	93
Tabla 39: Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	94
Tabla 40: Componentes de cada tratamiento de Sopa Instantánea con mejor textura.....	95
Tabla 41: Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados de Aceptabilidad general ..	96
Tabla 42: Prueba de Rango Múltiple de Duncan.....	97
Tabla 43: Componentes de cada tratamiento con mayor aceptación general.....	98
Tabla 44: Atributos de Calidad del Análisis sensorial.....	99
Tabla 45: Composición proximal de la formulación elegida.....	101
Tabla 46: Aporte nutricional de la sopa de atajo.....	104
Tabla 47: Resultados del análisis microbiológico de la formulación elegida.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Amaranthus viridis</i> L. con inflorescencias.....	7
Figura 2. (a) Amaranto vegetal (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	9
Figura 3. Amaranto espinoso (<i>Amaranthus viridis</i> Linn).....	10
Figura 4. <i>Amaranthus caudatus</i> L.....	18
Figura 5. Amaranto de grano (<i>Amaranthus caudatus</i> L.).....	19
Figura 6. Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.).....	20
Figura 7. Diseño de vértices extremos donde el área gris representa el espacio de diseño.....	33
Figura 8. Sembríos de atajo en la finca ubicada en Chosica.....	36
Figura 9. Hojas de atajo (<i>Amaranthus viridis</i> L.).....	37
Figura 10. Cultivo de atajo en la finca de Chosica.....	42
Figura 11. Recepción de atados de atajo.....	43
Figura 12. Deshojado de la planta de atajo.....	43
Figura 13. Hojas defectuosas de atajo.....	44
Figura 14. Lavado de las hojas de atajo.....	44

Figura 15. Secado de las hojas de atajo	45
Figura 16. Envasado de hojas deshidratadas de atajo.	45
Figura 17. Flujo de operaciones para la obtención de hojas deshidratadas de atajo.....	46
Figura 18. Flujo de operaciones para la obtención de la sopa instantánea a partir de hojas deshidratadas de atajo.....	53
Figura 19. Balance de materia para la obtención de la sopa instantánea a partir de hojas deshidratadas de atajo.....	54
Figura 20. Gráfico de trazas para el contenido de Hierro.....	68
Figura 21. Superficie de respuesta tridimensional del contenido de hierro.....	69
Figura 22. Gráfico de contornos del contenido de hierro de la sopa instantánea	70
Figura 23. Gráfico de trazas para el contenido de Proteína	78
Figura 24. Superficie de respuesta tridimensional del contenido de proteína	79
Figura 25. Gráfica de contornos para el contenido de proteína de la sopa instantánea	80
Figura 26. Gráfico de calificaciones promedio para el atributo olor de la sopa	87
Figura 27. Gráfico de puntajes promedio para el atributo color de la sopa	90
Figura 28. Gráfico de puntajes promedio para el atributo sabor de la sopa.....	93
Figura 29. Gráfico de puntajes promedio para el atributo textura de la sopa	96
Figura 30: Gráfico de puntajes promedio para el atributo aceptación general.	99
Figura 31: Gráfico de calificaciones promedio para cada atributo.	100

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I: Clasificación taxonómica del atajo.....	123
ANEXO II: Análisis proximal de las hojas deshidratadas de atajo.	124
ANEXO III: Análisis fisicoquímico de las hojas deshidratadas de atajo.	125
ANEXO IV: Análisis fisicoquímico de la sopa instantánea.	126
ANEXO V: Ficha de evaluación utilizada en la evaluación sensorial.....	129
ANEXO VI: Análisis proximal de la sopa instantánea.....	130
ANEXO VII: Análisis microbiológico	131
ANEXO VIII: Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de Hierro en la sopa instantánea	132

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el contenido de proteína, hierro y aceptación global de una sopa instantánea elaborada a partir de hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*).

Se realizó un pretratamiento térmico para disminuir el ácido cianhídrico hasta una nueva concentración de 0.2 ug/g MP en las hojas frescas de atajo, para luego ser secada y obtener hojas deshidratadas de atajo. Se obtuvieron las demás materias primas e insumos de un mercado local.

Los tratamientos se determinaron usando el diseño de vértices extremos, utilizando las hojas de atajo (3 - 9 %), harina de kiwicha (0 - 55 %) y trigo (0 - 55 %) como variables independientes; dicha mezcla define el 64% de la mezcla total; y los demás ingredientes fueron almidón de maíz, cebolla, ajo, glutamato y cloruro de sodio en porcentajes de 19.53, 2.31, 1.21, 4.74 y 8.21 % respectivamente.

Se analizó el contenido de proteína y hierro en los 9 tratamientos, posteriormente se realizó una prueba de aceptación global con 101 panelistas. Los resultados se evaluaron con el programa estadístico Minitab 19. Se obtuvo como resultado que los tratamientos “B” (7.5% H.A., 42% H.K., 14.5% H.T.), “C” (9% H.A., 0% H.K., 55% H.T.), “D” (7.5% H.A., 14.5% H.K., 42% H.T.) y “G” (9% H.A., 55% H.K., 0% H.T.), obtuvieron mayor contenido de hierro, mientras que los tratamientos “C” (9% H.A., 0% H.K., 55% H.T.), “D” (7.5% H.A., 14.5% H.K., 42% H.T.), “I” (9% H.A., 55% H.K., 0% H.T.) y “H” (6% H.A., 29% H.K., 29% H.T.), mostraron mayores valores de proteína, los tratamientos “I” (9% H.A., 55% H.K., 0% H.T.), “F” (4.5% H.A., 17.5% H.K., 42% H.T.), “H” (6% H.A., 29% H.K., 29% H.T.), “A” (4.5% H.A., 42% H.K., 17.5% H.T.) mostraron mayor aceptación global.

Se seleccionó el tratamiento “B”, compuesta de hojas de atajo (7.5%), harina de kiwicha (42 %), harina de trigo (14.5 %) y demás componentes, debido a los atributos que posee: aromática, deliciosa, vistosa, consistente y agradable y mayor contenido de hierro (10.45 mg/100g) y proteína (10.25%). Finalmente, se realizó el análisis proximal y microbiológicos requeridos según R. M. N° 591-2008. Asimismo, los resultados microbiológicos mostraron que el producto estuvo dentro de los límites establecidos por la norma.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha repercutido en la percepción de la vida cotidiana, hoy en día se invierte más tiempo en el trabajo y en otras actividades recreativas, y menos tiempo en preparar comidas, otro factor que influye en este cambio de la cultura alimentaria es la inclusión de la mujer al campo laboral (Krejcová *et al.*, 2007). En consecuencia, se ha incrementado la demanda de productos de fácil y rápida preparación, no obstante, al priorizar la practicidad del producto se ha descuidado la calidad nutritiva del mismo, llenando el mercado de productos llamativos, pero poco nutritivos, como lo demuestra la Asociación Peruana de Consumidores y Usuarios (ASPEC) (2011), que realizó una evaluación a 21 marcas presentes en el mercado peruano, determinando que poseen exceso de sodio, carecen de fibra, proteína; por lo que su consumo excesivo podría traer problemas de salud en el futuro.

La sopa es una comida que suele consumirse diariamente en la mayoría de familias, por lo cual las sopas instantáneas deberían ser productos importantes para solucionar problemas de malnutrición, como la anemia. La anemia es producida por la deficiencia de hierro y afecta tanto a la población infantil (43, 6%) como a mujeres en edad fértil (34,6 %), debido a esto la lucha contra la anemia se ha convertido en una prioridad nacional, por lo tanto, el Ministerio de Salud trabaja en concientizar a la población sobre la alimentación saludable y fomenta el consumo de productos que contengan hierro (MINSA, 2017).

En tal sentido, las nuevas tendencias en la industria alimentaria se centran en encontrar compuestos naturales para enriquecer los alimentos, ya que los consumidores buscan constantemente una alimentación más saludable (Deladino *et al.*, 2013). Por esta razón, se considera la utilización de hojas de atajo, harina de kiwicha para obtener una sopa instantánea con alto contenido de proteína y hierro.

El atajo (*Amaranthus viridis* L.) es una planta silvestre que crece en las zonas andinas del Perú como mala hierba, sus hojas son utilizadas para la elaboración de comidas como “picantes” o sopas, pero no hay un aprovechamiento real porque solo se cuenta con información empírica.

Las hojas de atajo contienen un promedio de 29 % de proteína y desde 8.9 mg/100g hasta 15 mg/100g de hierro; además poseen ácidos grasos esenciales y otros minerales como el calcio y magnesio; además son considerados como el alimento del futuro, por ser plantas muy resistentes que se adaptan a condiciones extremas y ser económicas (Andini *et al.*, 2013; Srivastava, 2011; Grubben y Denton, 2004).

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una fuente importante de diversos nutrientes, como proteínas, vitaminas y minerales, entre ellos el hierro (14.4 a 25 mg/100g). Es una especie que actualmente se le está dando importancia por su alto valor nutritivo, y por el potencial que posee para ser utilizado en la elaboración de diversos productos procesados, como galletas, barras energéticas, pastas, sopas instantáneas (De Prada, 2011; Akin-Idowu *et al.*, 2017).

Asimismo, la información obtenida en el presente estudio será de utilidad para concientizar a la población en general sobre el potencial nutritivo y económico de la planta de atajo, incentivando así su consumo y su uso en la elaboración de diferentes productos.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, se propone cumplir con los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar el contenido proteína, hierro y aceptación global en la sopa instantánea elaborada con hojas secas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y trigo (*Triticum aestivum*).

Objetivos específicos

- Efectuar la deshidratación de las hojas de atajo.
- Realizar análisis fisicoquímicos (proximal, hierro y ac. cianhídrico) de las hojas deshidratadas de atajo.
- Establecer la mejor formulación en función del contenido de hierro, proteína y aceptación global a través de la variación de los componentes.
- Efectuar el análisis proximal, y microbiológicos de la formulación seleccionada.

HIPOTESIS

- Hi: La concentración de hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo si influyen en el contenido de hierro y proteína y en las propiedades sensoriales de la sopa instantánea.

- Ho: La concentración de hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo no influyen positivamente en el contenido de hierro y proteína y en las propiedades sensoriales de la sopa instantánea.

- Ha: La concentración de hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo no influyen positivamente en el contenido de hierro, pero sí en el contenido de proteínas y en las propiedades sensoriales de la sopa instantánea.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DE LAS AMARANTÁCEAS

Amaranthus es un género cosmopolita de plantas perennes anuales de la familia *Amaranthaceae*. La palabra "Amaranto" tiene su origen en la palabra griega amarantos, que significa "uno que no se marchita" o "nunca se desvanece"; de modo que esta especie se caracteriza por poseer un amplio espectro de adaptabilidad y un alto nivel de diversidad a diversas condiciones ambientales (Anjali *et al.*, 2013; Aliel *et al.*, 2015).

Se han reconocido aproximadamente 60 especies del género *Amaranthus*, 40 de las cuales se consideran nativas de América y se dividen en cuatro categorías: granos, vegetales, ornamentales y malezas; solo 17 especies son amarantáceas de hojas comestibles, y al menos 3 son cultivables de grano (Rathod, 2017).

Las amarantáceas de grano no se denominan así por tratarse de un grano o cereal verdadero ya que la planta no se encuentra dentro de la familia de las gramíneas (*Poaceae*), sino se conoce como un "pseudocereal" porque el sabor, la apariencia y la cocción de muchas especies muestran similitudes con los granos. Las amarantáceas vegetales en cambio, son llamadas así porque son consumidas como hortalizas y se utilizan tanto para cocinar como para ensaladas (NWE, 2016; Grubben y Denton, 2004).

2.1.1. AMARANTHUS COMESTIBLES Y SUS PRINCIPALES ESPECIES.

Los miembros de la familia *Amaranthaceae* están ampliamente distribuidos en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. El amaranto se ha extendido y establecido por todo el mundo usándose como alimento (granos y hojas) en lugares como África, América Central, el sudeste asiático, las tierras altas andinas de América del Sur y América del Norte (Brenner *et al.*, 2000).

Algunas especies silvestres de *Amaranthus* como; *A. quitensis*, *A. dubius*, *A. powellii*, *A. spinosus*, *A. retroflexus*, y *A. viridis L.*, se han ido utilizando como hortalizas tanto en América como en Asia y África, mientras que las especies de grano como: *A. caudatus* *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* fueron cultivadas por algunas culturas de América occidental (Tabla 1) (O'Brien y Price, 2008).

En África las hojas de las amarantáceas son consumidas por sus propiedades medicinales para tratar enfermedades como: estreñimiento, fiebre, hemorragia, anemia y problemas renales. La savia de la planta se usa como; un lavado de ojos para tratar la oftalmia y convulsiones en los niños; las raíces como laxante para los bebés; el agua de las plantas maceradas como lavado para tratar dolores en las extremidades y las cenizas de los tallos como apósito para heridas (Grubben y Denton, 2004).

Tabla 1

Especies y usos del Amarantho

Especies	Estado	Usos
<i>Amaranthus blitum L.</i>	Silvestre y cultivada	Vegetales de hoja; medicina
<i>Amaranthus caudatus L.</i>	Cultivado	Pseudocereal; vegetales de hoja; ornamental; medicina
<i>Amaranthus cruentus L.</i>	Cultivado	Vegetales de hoja; grano; medicina; ornamental
<i>Amaranthus dubius</i>	Silvestre y cultivada	Vegetales de hoja, medicina
<i>Amaranthus hypochondriacus L.</i>	Cultivado	Pseudocereal, ornamental.
<i>Amaranthus spinosus L.</i>	Silvestre	Forraje, vegetales de hoja, medicina
<i>Amaranthus viridis L.</i>	Salvaje y ocasionalmente cultivado	Vegetales de hoja; forraje; medicina

Fuente: Achigan-Dako, Sogbohossou, Maundu (2014)

En China las hojas de *Amaranthus viridis* L. son preparadas como infusión y se toman para tratar problemas digestivos y del hígado (Carrizo y Isasmendi, 2012). En las zonas andinas del Perú, las hojas de las amarantáceas son picadas y añadidas a la sopa de leche para adicionarle un sabor diferente; también se utilizan en la preparación de un plato típico conocida como “picante”, el cual se prepara con papas, mote, cebolla y ajos picados.

2.2. ATAJO (*Amaranthus viridis* L.)

“Atajo” es el nombre común utilizado en Perú para referirse a cualquier variedad de la especie “*Amaranthus*”. Siendo *Amaranthus viridis* L. (Figura 1) considerada una maleza pan-tropical que se ha expandido por las regiones templadas cálidas en todo el mundo, tal como sucede en las regiones andinas del Perú, donde se recolecta para que sus hojas cocidas sean utilizadas como ingrediente en sopas y picantes. Se conoce también que, en algunos lugares de África, esta planta es utilizada como forraje para ganado y también en la medicina tradicional para curar muchas enfermedades diferentes (Ebert *et al.*, 2011).



Figura 1. Amaranthus viridis L. con inflorescencias.
Fuente: Carrizo e Isasmendi. (2012)

2.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

La familia de las *Amarantáceas* está compuesta por 60 géneros y alrededor de 800 especies. Según refiere Rathod (2017) la clasificación taxonómica del género *Amaranthus* es difícil, pues varía dentro poblaciones y entre especies, se considera características como la pigmentación, tamaño de la planta, tamaño y color de la hoja (de verde oscuro a magenta), forma y color de la inflorescencia (de verde a beige, rojo y púrpura). En la Tabla 2 se muestra la clasificación taxonómica del atajo (*Amaranthus viridis* L.).

Tabla 2

Clasificación taxonómica del atajo

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Caryophyllidae</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Género	<i>Amaranthus</i>
Especie	<i>Amaranthus viridis</i> L.

Fuente: Linneo (1763)

2.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Según Das (2012), las especies de amaranto se pueden clasificar en tres categorías, que representan más o menos los grupos de uso; vegetales, granos y malezas. *Amaranthus* posee una gran cantidad de especies consideradas como malezas, las cuales comprenden todas las especies que aún no han sido cultivadas o que pueden escapar del cultivo, “malas hierbas reales” no comestibles (Andini *et al.*, 2013).

Actualmente *Amaranthus viridis* L. se encuentra en el grupo de malezas, pero a su vez posee características similares a los amarantos vegetales, ambos presentan semillas de color negro parduzco o negro con un reborde doblado no diferenciado. Siendo la semilla un importante carácter para determinar su clasificación (Achigan-Dako *et al.*, 2014).

El amaranto vegetal se distingue por características de la inflorescencia como poseer glomérulos axilares o picos cortos, 3 tépalos, 3 estambres, semilla de color negro parduzco y hábitos de crecimiento indeterminado (Figura 2). Mientras que algunas especies que pertenecen al grupo de las malezas muestran una similitud morfológica con la forma vegetal de hoja, mientras que otras con forma de grano de amaranto (Rathod, 2017).



Figura 2. (a) Amaranto vegetal (*Amaranthus tricolor* L.).
(b) Amaranto maleza (*Amaranthus spinosus* L.)
Fuente: Grubben y Denton (2004)

A. viridis es una hierba anual de aproximadamente 0,80 m de alto, posee tallo erecto y ramificado; hojas aovadas-rómbicas de 2 a 6 cm de longitud; ápice redondeado; pecíolo de 1,0 a 5,5 cm de longitud; panojas o espigas terminales; Brácteas y bractéolas aovadas y agudas, de aproximadamente 1 mm de longitud; 3 tépalos de flor estaminada; 3 estambres, anteras de 0,5 mm de longitud; filamentos de 0,5 mm de longitud; 3 Tépalos de la flor carpelada; ovario de 1 mm de longitud; 3 estigmas de 0,5 a 1,0 mm de longitud; utrículo rugoso de 2 mm de longitud; semillas globosas castaño-negruzcas de 1 mm de diámetro (Carrizo y Isasmendi, 2012, p. 28) (Figura 3).



Figura 3. Amaranto espinoso (*Amaranthus viridis* Linn)
Fuente: Umar *et al.* (2011)

2.2.3. REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL CULTIVO

La especie *Amaranthus* se caracteriza por la etapa de latencia de sus semillas, la cual se ve afectada por diversas condiciones ambientales como el fotoperíodo parental, la temperatura del medio ambiente, la fertilización del suelo, la competencia con otras plantas, y el sombreado de la semilla. Con respecto al fotoperíodo parental, la mayoría de las especies de *Amaranthus* responden a la luz, pero el nivel de respuesta varía entre las especies; las semillas de *A. spinosus*, *A. retroflexus* y *A. viridis* germinan mejor en la luz que en la oscuridad, lo que implica que las semillas enterradas germinan después de la remoción del suelo (Assad *et al.*, 2017).

Thomas *et al.*, (2006) indica que la temperatura en la que las semillas de *A. viridis* germinan varía entre un rango de 20 a 40 ° C, con 30 ° C como la temperatura óptima para germinar. La germinación óptima de *A. viridis* va desde una profundidad de 0,5 a 2 cm con respecto del suelo, aunque algunas plántulas pueden emerger desde una profundidad de hasta 6 cm.

Se da un mejor crecimiento en suelos francos o limo fértil con buena retención de agua, pero dependiendo de la especie, también se adapta a las malas condiciones del suelo y los bajos niveles de humedad del suelo. Una de las características más resaltantes de este cultivo es que la absorción mineral del suelo es elevada. (Grubben y Denton, 2004).

Los suelos con un alto contenido orgánico y con reservas adecuadas de nutrientes producen los mejores rendimientos. La fertilidad del cultivo depende de la composición del suelo

preexistente. El rango óptimo de pH es de 5.5 a 7.5, pero algunos cultivares toleran condiciones más alcalinas (NPA, 2006; Onyango *et al.*, 2010).

2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICO - NUTRICIONAL

Las hojas frescas y secas de *Amaranthus viridis* L. poseen un alto contenido de fibras y proteínas de alta calidad, siendo la especie con mayor proteína entre el grupo de las amarantáceas; además de poseer mayor contenido de lisina (aminoácido esencial) y otros aminoácidos en buenas cantidades. Las hojas frescas poseen minerales en altas concentraciones como: P, Fe, Mg y Ca, lo que se refleja en su contenido de cenizas. (Andini *et al.*, 2013; Corke *et al.*, 2016). La composición químico proximal de las hojas frescas de atajo de acuerdo a los estudios realizados por Uwah *et al.* (2015), Pradhan *et al.* (2015), Umar *et al.* (2011) y Nadeeshani *et al.* (2018), se observa en la Tabla 3:

Tabla 3

Composición proximal de las hojas frescas de A. viridis (%base seca (bs) y % base húmeda (bh))

COMPONENTES	Uwah <i>et al.</i> (%bs)	Pradhan <i>et al.</i> (%bs)	Umar <i>et al.</i> (%bs)	Nadeeshani <i>et al.</i> (%bh)
Humedad	77.62 ± 0.02	86.7 ± 0.5	87.67 ± 1.45	85.75 ± 2.21
Cenizas	17.84 ± 0.02	12.2 ± 0.9	21.05 ± 0.30	2.62 ± 0.14
Proteínas	18.54 ± 0.02	19.8 ± 0.6	35.11 ± 0.33	3.10 ± 0.12
Grasas	2.27 ± 0.02	3.4 ± 0.5	5.26 ± 0.30	0.48 ± 0.00
Carbohidratos	49.45 ± 0.00	64.5 ± 1.7	24.54 ± 0.71	6.46 ± 0.08
Fibra Cruda	11.90 ± 0.01	8.2 ± 1.8	14.04 ± 0.35	-

Fuente: Uwah *et al.* (2015), Pradhan *et al.*, (2015), Umar *et al.* (2011) y Nadeeshani *et al.* (2018).

Amaranthus viridis L. contiene un promedio de 29 g de proteína por cada 100 gramos de hojas frescas, además los valores de lisina en hojas de amarantáceas están en el rango de 6.0 y

6.5 g /100g de proteína en base seca, siendo este valor 3-3.5 veces mayor que el del maíz y 2–2,5 mayor que en el trigo (Andini *et al.*, 2013; Borneo y Aguirre, 2008).

Las hojas de *A. viridis* presentan aminoácidos esenciales como; Lys, Thr, Val, Ile y Leu (Tabla 4), al compararlos los valores obtenidos por Umar *et al.* (2011) con el perfil de aminoácidos estándar de referencia establecido para adultos y niños en edad preescolar por la WHO / FAO / ONU (1985), resulta que todos los aminoácidos esenciales, excepto los aminoácidos que contienen lisina y azufre, exceden el valor de referencia para niños en edad preescolar, mientras que ninguno de los aminoácidos es limitante para adultos.

Tabla 4

Perfil de aminoácidos de las hojas de Amaranthus viridis L.

Aminoácidos	Contenido (g / 100g proteína)	Proteína ideal (OMS)*	
		Niños	Adultos
Lisina (Lys)	3.65	5.8	1.6
Treonina (Thr)	4.22	3.4	0.9
Metionina + Cisteína (Met + Cys)	1.87	2.5	1.7
Valina (Val)	3.99	3.5	1.3
Isoleucina (Ile)	4.13	2.8	1.3
Leucina (Leu)	7.81	6.6	1.9
Fenilalanina + Tirosina (Phe + Tyr)	7.28	6.3	1.9
Histidina (His)	2.00	1.9	1.6

* OMS / FAO / ONU (1985)

Fuente: Umar *et al.* (2011)

La lisina, fenilalanina, isoleucina y treonina son importantes ya que intervienen en las funciones metabólicas y nutricionales, algunas de ellas son: la construcción de tejidos, formación de neurotransmisores, mantenimiento y restauración de tejido muscular; y mantenimiento del buen funcionamiento del hígado. Las hojas de *A. viridis* contienen algunos aminoácidos no esenciales como el ácido glutámico y aspártico, con valores de 9.02 y 8.78 g/100g de proteína los cuales son cercanos a los valores encontrados en las hojas de quinua,

16.12 y 10.69 g/100g de proteína, respectivamente; la principal característica de estos aminoácidos es resaltar el sabor de los alimentos ya que estimula las papilas gustativas (Villacres *et al.*, 2014).

El contenido de grasa de *A. viridis* varía de 2.9% a 7.1% de grasa, y contiene ácido linoleico (40–55%) y ácido palmítico (18–25%). Se reporta también que las hojas y los tallos de las especies de amarantáceas son una buena fuente de fibra pues varían de 11.1% a 22.9% (Corke *et al.*, 2016).

Amaranthus viridis L. presenta un alto contenido de calcio (24.7-2230 mg/100g DW) y fósforo, elementos que se asocian entre sí para el desarrollo y funcionamiento de los huesos, dientes y músculos (Tabla 5). Umar *et al.* (2011) indica que para lograr una buena absorción del calcio es necesario que la relación Ca/P sea (1:1), siendo (6.43: 1) la relación de *A. viridis*, por ello se sugiere que el vegetal de hoja debe consumirse con un alimento rico en fósforo.

Tabla 5

Contenido de minerales y Vitamina C en hojas de Amaranthus viridis L.

Mineral (mg/100g)	Pradhan <i>et al.</i> (% bs)	Saika y Deka (% bs)	Srivastava (% bs)
Sodio	11.2 ± 3.5	19.7 ± 0.7	54.00 ± 7.70
Potasio	382.0 ± 15.4	364.5 ± 23.1	2230 ± 1.2
Calcio	24.7 ± 2.1	273.2 ± 15.51	1995 ± 0.48
Hierro	10.8 ± 2.2	18.72 ± 2.76	15.00 ± 0.62
Cobre	1.11 ± 0.2	0.31 ± 0.10	-
Zinc	9.73 ± 1.02	0.83 ± 0.12	-
Magnesio	0.48 ± 0.1	123.6 ± 10.2	-
Vitamina C (mg/100g)	44 ± 0.17	-	-

Fuente: Pradhan *et al.*, (2015), Saika y Deka (2013) y Srivastava (2011)

El contenido de ácido ascórbico de *A. viridis* reportado por Pradhan *et al.* (2015) fue de 44 mg/100g, siendo un valor alto comparado con las hojas de espinacas (16.40 mg/100 g) y el

limón (44.20 mg/100 g), e inferior comparado a las hojas de albahaca (48.50 mg/100 g) (INS, 2017). Umar *et al.* (2011) considera que las hojas de *A. viridis* podrían ser una fuente importante de Vitamina C, no obstante, podría perderse gran parte del mismo durante el procesamiento habitual de las hojas, que incluyen; el lavado y la cocción.

Srivastava (2011) indica que *A. viridis* contiene la cantidad máxima de hierro (15 mg/100g DW) y sodio (54 mg/100g DW) en comparación con cuatro especies de amarantáceas, igualmente Yang y Keding (2009), quienes reportaron un valor de hierro de 8.9 mg/100g FW, valor que corresponde al más alto entre cinco especies de amarantáceas. Sin embargo, la biodisponibilidad del hierro es baja, y esto podría deberse a la presencia de oxalatos, fitatos y otros factores antinutricionales que contiene la planta.

Las especies de *Amaranthus* presentan factores antinutricionales como compuestos fenólicos, saponinas, taninos, fitatos, oxalatos y nitratos (Tabla 6), que deben ser eliminados o reducidos durante el proceso de preparación, puesto que reducen la absorción de algunos minerales o en algunos casos su consumo puede llegar a ser tóxico para el ser humano (Alegbejo, 2013).

Tabla 6

Concentración (mg/100g) de antinutrientes en hojas frescas de Amaranthus viridis L.

Factor antinutritivo	Concentración (mg/100g) (%bs)
Fitatos	1326.92 ± 16.57
Oxalato total	202.5 ± 6.5
Oxalato soluble	97.50 ± 3.75
Tanino	7530.21 ± 2.38
Cianuro	13.07 ± 2.38
Nitrato	25.35 ± 2.74

Fuente: Umar *et al.*, (2011)

Amaranthus viridis L. presenta una gran cantidad de compuestos fenólicos totales (490mg / 100g), dentro de ellos se encuentran los taninos, estos compuestos quelan metales como el hierro y el zinc, reduciendo su absorción, también inhiben las enzimas digestivas y pueden precipitar proteínas, no obstante, poseen una alta actividad de eliminación de radicales libres (Corke *et al.*, 2016; Sadia *et al.*, 2016).

Las saponinas en altas concentraciones, imparten un sabor amargo y astringente en las plantas, reducen la biodisponibilidad de nutrientes, disminuyen la actividad enzimática y afectan la digestibilidad de las proteínas al inhibir varias enzimas digestivas como la tripsina y la quimotripsina (Gemedé y Ratta, 2014).

Amaranthus viridis L. presenta un alto contenido de fitatos (1326.92 ± 16.57 mg / 100g DW). El consumo de una gran cantidad de hojas podría ser perjudicial, ya que el ácido fítico forma complejos insolubles con el calcio, magnesio, zinc, hierro y cobre, afectando su absorción; asimismo, la ingesta de ácido fítico de 4 a 9 mg / 100 g (DW) disminuye la absorción de Fe en 4 a 5 veces, en contraposición a ello, bajas concentraciones de ácido fítico podría traer beneficios a la salud como la reducción del riesgo de cáncer, pues este compuesto es considerado un potente antioxidante (Emire *et al.*, 2013; Umar *et al.*, 2011).

El oxalato es un antinutriente que interfiere con la absorción de minerales divalentes, particularmente el calcio, al formar sales insolubles con ellos. Sin embargo, el nivel de oxalato en las hojas de *A. viridis* (202.50 ± 6.50 mg / 100 g) no es considerado tóxico para el ser humano, pues es bajo a comparación de otros vegetales (Umar *et al.*, 2011).

El ácido cianhídrico (HCN) es un compuesto neurotóxico que se produce a partir de glucósidos cianogénicos que se encuentran dentro de los compartimentos de las células de las plantas y se liberan cuando la planta sufre daños mecánicos por trituración o por destrucción de la estructura celular. Es importante reducir los niveles de HCN en alimentos pues puede producir daños cerebrales y letargo en el hombre y los animales. (Gemedé y Ratta, 2014; Akubugwo *et al.*, 2008).

Las hojas de *A. viridis* contienen un total de 13.07 ± 2.38 mg / 100g de ácido cianhídrico (HCN), Betancur *et al.* (2008) refieren que el nivel de HCN encontrado está dentro del rango

permitido para el consumo humano, aun así, Caselato y Amaya (2012) indican que no es seguro para el consumo humano ni del ganado. Debido a esto, para producir harina de hojas de atajo se debería tomar como referencia la legislación actual del Codex Alimentarius (2015) que establece un mínimo de 10 ppm para harina de yuca.

Como se mencionó anteriormente, los factores antinutricionales interfieren con los procesos metabólicos, de modo que afectan negativamente la biodisponibilidad de los nutrientes, por esta razón, se debe reducir su contenido. En África, el modo de preparación contempla el blanqueamiento y cocción de las hojas de amarantáceas para preparar sopas (Oulai *et al.*, 2014).

2.2.5. CULTIVO Y PRODUCCIÓN

No hay información correspondiente al lugar de cultivo de la planta de atajo dentro del territorio nacional, puesto que el atajo crece como maleza en las regiones andinas. En la actualidad, se puede conseguir esta planta en algunos mercados de la capital, pues según afirman los vendedores, crecen de manera silvestre a las afueras de Lima. Grubeen y Denton (2004) mencionan que es una planta común en lugares de desecho, bordes de carretera, riveras de ríos y áreas forestales despejada.

Uno de los lugares donde crece como maleza es Andamarca, pueblo de Ayacucho, donde forma parte de su cultura culinaria, pues cada mes de diciembre aparece entre los cultivos de maíz y es recogida para usarse en platos típicos y nutritivos.

Andamarca se encuentra a 3300 m.s.n.m., registra además un clima semiárido, con presencia de lluvias de diciembre a abril. El cultivo del maíz inicia en octubre, periodo de sol intenso y sin lluvia, por ello, una semana antes de iniciar las labores, se riega el área de cultivo durante un día completo hasta que se sature el suelo, además la profundidad de los surcos debe ser de 15 a 20 cm para que puedan mantener la humedad por más tiempo. Luego de 5 o 6 días de haber cultivado, se realiza el “lampeo”, que consiste en remover la tierra para adherir oxígeno cerca de las raíces y es durante este proceso que las semillas de “atajo” pueden conseguir una profundidad menor, que vendría a ser la óptima (Ramos, comunicación personal, 19 de marzo; Thomas *et al.*, 2006).

La semilla de atajo se encuentra en un periodo de latencia hasta alcanzar las condiciones óptimas y poder germinar, una de las más importantes es la temperatura de germinación, que se encuentra en un rango de 20 a 40 °C, durante el mes de octubre a noviembre, las semillas que ahora tienen una profundidad menor, podrían germinar con la exposición al sol intenso que reciben durante todo un mes (Assad *et al.*, 2017).

Luego de un mes del primer riego, se aplica el segundo riego. Es en diciembre que empieza la época de lluvias, el incremento de humedad favorece el crecimiento de todo tipo de malezas, por lo que en este periodo se realiza el deshierbo manual; se retiran las hierbas más grandes y visibles y se dejan las hierbas pequeñas que crecen cerca de la planta del maíz, una de ellas es el atajo. La planta de atajo crece absorbiendo los nutrientes del suelo que fueron aplicados para el cultivo del maíz, las hojas se suelen recoger cuando aún están tiernas, pero se pueden consumir de entre 30 a 50 días, antes que florezca, el mes en el que se consume el atajo es durante el mes de diciembre (Ramos, comunicación personal, 19 de marzo, 2020).

Cuando se arrancan solo las hojas, se permiten que los brotes laterales sigan creciendo y así la planta madure hasta llegar a la floración, luego semilla, permitiendo así, que el ciclo perdure y broten nuevas plantas para la siguiente temporada. Las flores de las amarantáceas son pequeñas y rojizas, dispuestas en densos racimos tallos y hojas que también están profundamente pigmentados, con frutos secos y de una sola semilla (Rathod, 2017).

No se tiene referencia del nivel de producción de hojas de atajo debido a que aún proviene de plantas que crecen espontáneamente en tierras de cultivo y tierras baldías. Sin embargo, en otros países como Benín (África), donde ya se cultiva las especies de amarantos, se conoce que el nivel de producción de hojas frescas puede llegar de 20 a 40 t/ha con la adición de abonos (Achigan-Dako *et al.*, 2014).

Se suelen consumir las hojas de atajo en platos típicos como; sopa de leche, en la que se añade un puñado de hojas frescas para darle un gusto agradable a la comida, y el picante de atajo, en el cual se cuecen las hojas en agua, luego se escurren, se aderezan con cebollas y ajos y finalmente se sirven con papa y mote. De otro modo, para la comercialización del atajo, se corta la planta dejando una proporción pequeña de la planta en el suelo, luego se atan en manojos a los cuales se les denomina “atados” y de esta forma se transporta al mercado.

2.3. KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

“Kiwicha” es el nombre común utilizado para referirse a las especies de grano del género *Amaranthus* en Perú. Siendo la especie *Amaranthus caudatus*, la que se originó hace aproximadamente 2000 años en los andes de sudamericanos y actualmente crece en Perú, Bolivia, Argentina y Ecuador; el cultivo de esta especie está recibiendo cada vez más visibilidad no solo por su alta resistencia a las condiciones extremas de cultivo a las que puede ser expuesta, sino también por su alta producción de biomasa y su alto valor nutricional. (Kong *et al.*, 2009; Rathod, 2017) (Figura 4).



Figura 4. *Amaranthus caudatus* L.
Fuente: Topwal. (2019)

2.3.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Existen dos teorías que explican la aparición de la especie de *A. caudatus*, la primera refiere que pudo haber evolucionado a partir del cruce repetido de las especies silvestres: *A. powellii* y *A. quitensis*; mientras que la otra teoría plantea que cada especie de granos fue domesticada independientemente en diferentes regiones y de diferentes especies silvestres, por lo cual se afirmaría que *A. caudatus* y *A. quitensis* son especies nativas de América del Sur (Achigan-Dako *et al.*, 2014). En la Tabla 7 se muestra la clasificación taxonómica del *Amaranthus Caudatus* L.

Tabla 7

Clasificación taxonómica de la kiwicha

Reino	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Caryophyllidae</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Género:	<i>Amaranthus</i>
Especie:	<i>Amaranthus caudatus L.</i>

Fuente: Tustón (2007)

2.3.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Las especies de amaranto se pueden clasificar en tres categorías; vegetales, granos y malezas. Los amarantos de grano se caracterizan por tener granos discoides con una región de brida plegada bien diferenciada y un color de cubierta de semilla diferente al negro o negro parduzco (Das, 2012; Grubben y Denton, 2004).



Figura 5. Amaranto de grano (Amaranthus caudatus L.)

(1) Parte superior de la planta con flores. (2) Fruto

Fuente: Agong (como se citó en Rathod,2017)

Los amarantos de grano se caracterizan por poseer una inflorescencia compleja apical grande generalmente de coloración rojiza, que comprende agregados de cimas, lóbulos de 5 tépalos, 5 estambres, semilla con un color de cubierta de semilla variable y un reborde bien definido, circunferencia de tijera del utrículo (Figuras 5), dentro de este grupo se encuentra la especie de *A. caudatus*. (Rathod, 2017).

Amaranthus caudatus es una planta de floración anual que varía en altura de 0.80 a 2.50 m; el tallo principal se ramifica de forma irregular en la parte superior, las flores masculinas presentan cinco estambres con filamentos delgados y alargados que finalizan en anteras que se abren en dos sacos, mientras que las flores pistiladas tienen un ovario esférico, con un solo óvulo y tres ramas estigmáticas de diferentes formas y tamaños, presenta además, inflorescencias colgantes de color rojo intenso y de gran tamaño (0.5 a 0.90 m); sus semillas son de forma casi globosa, lisa y brillante, de color pálido (marfil), rojizo o marrón oscuro (De Prada, 2011; Achigan-Dako *et al.*, 2014) (Figura 6).



Figura 6. Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)
Fuente: Achigan-Dako *et al.* (2014)

2.3.3. REQUERIMIENTOS BASICOS DEL CULTIVO

Como se mencionó anteriormente, las especies de amarantáceas, requieren que se cumplan algunas condiciones para que puedan germinar, se ha observado que las semillas de *Amaranthus caudatus* germinan cuando la duración del día es inferior a 8 horas, y la temperatura óptima de germinación varía entre 16°C y 35°C, además crece bien en suelos que

contienen niveles muy variables de nutrientes, puede tolerar largos periodos de sequía, y parece preferir suelos neutros o básicos (valores de pH superiores a 6) (Assad *et al.*, 2017; Rathod, 2017; De Prada, 2011).

2.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL

El grano de amaranto tiene un futuro prometedor como alimento, pues contiene diversos nutrientes como; almidón, proteínas, aminoácidos, lípidos, minerales y vitaminas (Srivastava, 2011). La composición químico proximal del grano de kiwicha de acuerdo a los estudios realizados por INS (2017), Akin-Idowu *et al.* (2017), Temesgen y Bultosa (2017), Nascimento *et al.* (2014), se observa en la Tabla 8.

Tabla 8

Composición proximal del grano de kiwicha (Amaranthus caudatus).

COMPONENTES	INS	Akin-Idowu <i>et al.</i>	Temesgen y Bultosa	Nascimento <i>et al.</i>
Humedad	9.2	10.85 ± 0.05	11.2 ± 0.0	10.50 ± 0.04
Cenizas	2.3	3.66 ± 0.08	2.4 ± 0.0	2.89 ± 0.01
Proteínas	12.8	14.25 ± 0.18	14.8 ± 0.1	13.4 ± 0.2
Grasas	6.6	8.18 ± 0.05	7.1 ± 0.2	6.43 ± 0.09
Carbohidratos	69.1	—	57.4 ± 0.2	55.30 ± 0.7
Fibra Cruda	9.3	4.04 ± 0.1	5.0 ± 0.0	11.30 ± 0.50
Almidón	-	29.36 ± 0.11	-	55.30 ± 0.7

Fuente: INS (2017), Akin-Idowu *et al.* (2017), Temesgen y Bultosa (2017), Nascimento *et al.* (2014).

La kiwicha contiene un alto nivel de proteínas que va desde el 12% al 15 %; su importancia nutricional radica en la calidad de su proteína, pues posee aminoácidos esenciales como la lisina, fenilalanina, triptófano y aminoácidos azufrados.; además, contiene tres veces más fibra que el trigo. El contenido de grasa varía desde 6.43% a 8.18%, contiene ácido oleico (26%), ácido linoleico (43%) y ácido palmítico (21.3%), asimismo, tiene propiedades reductoras del

colesterol atribuidas a su contenido de escualeno (Darwin, 2017; De Prada, 2011; Caselato y Amaya, 2012).

El grano de este cereal es considerado como posible materia prima para la producción comercial de almidón, pues contiene desde un 48% a 69 % de almidón de gránulos pequeños (aproximadamente 1-3 mm de diámetro), de forma esférica y poligonal, lo que le confiere propiedades únicas en aplicaciones alimentarias y no alimentarias. Dentro de las aplicaciones alimentarias, se puede mencionar su uso como espesantes de alimentos para sopas, sustitutos de grasas, cremas y salsas, y en cereales para desayuno, magdalenas, galletas, bocadillos, pastas y alimentos saludables (Resio *et al.*, 2006; Kong *et al.*, 2009).

El calcio, magnesio y hierro, son minerales que son deficientes en productos sin gluten; sin embargo, la kiwicha es una fuente importante de estos, así lo indican Akin-Idowu *et al.* (2017) y Nascimento *et al.* (2014) en sus investigaciones, pues ambos concluyen que posee valores altos en magnesio y posee valores alrededor del requerimiento diario de hierro (14.4 a 25.0 mg/100g).

Tabla 9

Contenido de minerales del grano de kiwicha (Amaranthus caudatus).

Mineral (mg/100g)	INS	Akin-Idowu <i>et al.</i>	Temesgen y Bultosa	Nascimento <i>et al.</i>
Sodio	-	0.89	24.8 ± 1.6	-
Potasio	-	513.7	201.2 ± 33.1	530 ± 20
Calcio	236	128.7	110.7 ± 9.8	165 ± 9.3
Hierro	7.32	14.4	25.0 ± 4.3	9.62 ± 0.12
Cobre	-	0.14	1.1 ± 0.2	0.51 ± 0.01
Zinc	2.68	4.31	2.9 ± 0.1	5.55 ± 0.36
Magnesio	-	221.9	109.9 ± 15.8	231 ± 6.9

Fuente: INS (2017), Akin-Idowu *et al.* (2017), Temesgen y Bultosa (2017), Nascimento *et al.* (2014).

La ingesta adecuada recomendada de Ca es de entre 210 y 1300 mg por día para diferentes grupos de edad (WHO, 2004), en ese sentido, la kiwicha puede contribuir en el rango de 7.3% al 17.6% al valor diario para un individuo cuyo requerimiento diario de Ca es 1000 mg, pues posee valores de entre 110.7 a 236 mg/100g (Tabla 9).

Del mismo modo, el requerimiento de ingestas dietéticas de Fe desde la edad de 1 a 50 años está en el rango de 7 a 18 mg por día. Si se supone que el Fe contenido en los granos es 100% biodisponible, el consumo de 100 g casi puede cumplir con los requisitos diarios, pues los valores encontrados en los granos de kiwicha oscilan entre 7.32 y 25.0 (Tabla 9). Sin embargo, debido a los factores antinutricionales (fitatos, polifenoles, oxalatos y taninos) presentes en los granos, la biodisponibilidad de los minerales baja. (Temesgen y Bultosa, 2017; WHO, 2004).

Los métodos de procesamiento de granos utilizados tradicionalmente no solo influyen en los cambios en las características físicas y el sabor, sino que también afectan la composición química de los alimentos producidos. Tratamientos de procesamientos como el calentamiento, tostado y germinado del grano aumentan su valor nutritivo y ayudan a reducir los antinutrientes que generalmente mejoran la digestibilidad del mismo (Kumari *et al.*, 2019).

Tabla 10

Composición químico proximal de la harina tostada de kiwicha (Amaranthus caudatus)

COMPONENTES	MINSA	Torres	Hurtado y Rodríguez	Wangui
Humedad (%)	5.4	4.76	9.07	5.78
Cenizas (%)	2.2	2.34	3.69	2.88
Proteínas (%)	12.9	12.05	24.0	14.15
Grasas (%)	6.0	7.81	4.72	7.00
Fibra bruta (%)	2.7	3.43	1.79	4.09
Carbohidratos (%)	73.5	69.6	56.73	64.95

Fuente: MINSA (2002), Torres (2019), Hurtado y Rodríguez (2011), Wangui (2015).

El porcentaje de humedad (% H) se ve afectado después del tostado (Ver Tabla 10), lo que conduce a una menor actividad microbiana y prolonga la vida útil, además, se observa la disminución del contenido de cenizas, como consecuencia de la difusión de minerales en el agua durante la etapa del lavado, remojo y otras manipulaciones (Kumari *et al.*, 2019).

Tabla 11

Contenido de la harina tostada de kiwicha

Mineral (mg/100g)	Torres	Kumari <i>et al.</i>	Wangui
Potasio	-	-	720.54
Calcio	70.02	197.58	545.15
Hierro	2.18	16.92	18.12
Fosforo	257.74	4.72	-
Zinc	-	3.88	3.61
Magnesio	-	306.86	546.15

Fuente: Torres (2019), Kumari *et al.* (2019), Wangui (2015).

El procesamiento de tostado redujo el contenido de proteína en 1.74%, a pesar de ello, el contenido de lisina no se vio afectado, por lo que aún poseía una calidad proteica alta. Asimismo, indica que hubo una disminución significativa de hierro, que puede deberse a la oxidación del hierro ferroso a férrico durante el calentamiento (Tabla 11) (Wangui, 2015; Yuquilema, 2017).

2.3.5. CULTIVO Y PRODUCCIÓN

Las especies de amarantáceas crecen a alturas de hasta 3.200 m.s.n.m., y requieren suelos bien humedecidos para que sus semillas germinen y establezcan las raíces, pero una vez que se han establecido las plántulas, crecen bien en aguas limitadas y en condiciones secas y cálidas, este es el caso de *A. caudatus*, que además es la especie que mejor se adapta a altitudes

superiores de 2.500 m.s.n.m., y a precipitaciones anuales promedio de 550 m.m (Achigan-Dako *et al.* 2014, Rathod, 2017).

En las zonas andinas, los agricultores siembran durante los meses comprendidos de octubre a diciembre y en las zonas costeras de agosto a septiembre, fechas que alcanzan temperaturas óptimas. La temperatura que favorece el crecimiento de la planta es de 21°C durante el día, aumentando la velocidad de emergencia a mayores temperaturas, mientras que a temperaturas menores de 8°C hay un cese de crecimiento y a menores de 4°C se registran daños por frío (Assad *et al.*, 2017; Peña, 2010).

Antes del almacenamiento, se debe limpiar y secar el grano para evitar la fermentación, aparición de mohos, ataque de insectos o desarrollo de sabores extraños por la humedad, de ese modo si está libre de plagas y enfermedades, y además se mantiene en un lugar seco, fresco y ventilado, conservará su potencial nutritivo de cinco a siete años (Yuquilema, 2017).

La producción nacional de kiwicha se encuentra en un rango de 1425 a 4848 ton, en los años 2005-2015, siendo las regiones productoras; Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, La Libertad y Lambayeque (Chamorro, 2018).

2.4. SOPA INSTANTÁNEA

Los cambios de hábitos provocados por la vida moderna han motivado una demanda cada vez más creciente de productos de fácil preparación, como los alimentos en polvo. Entre los productos en polvo que se producen con frecuencia se encuentran las sopas instantáneas, que son mezclas de componentes deshidratados muy diferentes (sal, harina, almidón, grasa, verduras, especias, etc.), requieren además un volumen determinado de agua y tratamiento físico de calentamiento para su preparación. Este producto puede utilizarse como un medio para fomentar el consumo de alimentos nutritivos, incorporando en su formulación harinas ricas en proteínas y minerales, asimismo, se trata de un producto versátil que permite al consumidor modificar la receta original, añadiendo otros ingredientes de su gusto (Bonamino *et al.*, 2009; Janjatovic *et al.*, 2012; García *et al.*, 2007).

2.4.1. DEFINICIÓN

Las sopas instantáneas comerciales son productos deshidratados producidos a partir de mezclas de cereales, leguminosas, verduras, pastas, carnes, entre otros ingredientes; que tienen como objetivo satisfacer los requerimientos nutricionales, ser agradables al gusto y de fácil preparación (Arcos *et al.*, 2018; Loor y Arcos, 2011).

El Codex Alimentarius (2015) establece que las sopas instantáneas están clasificadas como mezclas para sopas y caldos, de ese modo, se define como una sopa concentrada que deberá reconstituirse con agua y/o leche, con o sin otros ingredientes optativos añadidos (hortalizas, carne y/o fideos).

Por su parte la Norma Técnica Peruana 209.037 (INACAL, 2017), contempla la siguiente información:

La legislación peruana comprende la definición de sopa instantánea como sopa deshidratada, definiéndola como un producto deshidratado, elaborado principalmente con materia prima animal y/o vegetal, que una vez reconstituido de acuerdo con las instrucciones del fabricante, permite obtener una sopa con características similares a los métodos tradicionales de cocina. Pueden contener carne y/o extracto de carne, grasa, vegetales y/o sus extractos, fideos, sal, glutamatos, especias, condimentos y colorantes naturales permitidos.

Asimismo, clasifica las sopas instantáneas en dos grandes grupos:

- Sopa: Es la sopa que una vez reconstituida siguiendo las indicaciones del fabricante, presenta una porción principal líquida y una porción menor de sólido visible.
- Crema: Es la sopa que una vez reconstituida de acuerdo con las instrucciones del fabricante, presenta una consistencia cremosa, debiendo contener los ingredientes necesarios para darle las características de una crema de su tipo, obtenida por los métodos tradicionales de cocina (p. 5).

A su vez, cada grupo se clasifica de acuerdo con las principales materias primas que las integran en; sopas o cremas de carne y, sopas o cremas de vegetales.

2.4.2. REQUISITOS

La NTP 209.037 establece los requisitos fisicoquímicos para una sopa instantánea (Tabla 12).

Tabla 12

Requisitos fisicoquímicos

Criterios fisicoquímicos	
Sal	12.5 g
Glutamato de sodio	5 g
Humedad	10 %

Fuente: Norma Técnica Peruana 209.037 (INACAL, 2017)

2.4.3. INGREDIENTES

Las sopas son un producto más o menos líquido o viscoso, a los que se le pueden incorporar fideos, sémola, harina y carnes y/o vegetales, estos productos toman su nombre de los ingredientes empleados (sopas de pescado, sopa de espárragos, sopa de arracacha, etc) (Del Aguila, 2015). En ese sentido, la sopa instantánea de atajo consta de los siguientes ingredientes; hojas de atajo, harina de kiwicha, harina de trigo, almidón de maíz, cebolla deshidratada, ajo en polvo, glutamato sódico y sal. En la Tabla 13 se muestra la composición química de algunos de ellos.

Tabla 13

Composición proximal de los ingredientes de la sopa instantánea de atajo

COMPONENTES (g/100g de productos)	INGREDIENTES			
	Harina de trigo	Harina de maíz	Cebolla	Ajo
Humedad (g)	10.8	11.9	86.3	61.4
Cenizas (g)	0.4	1.7	0.8	1.8
Proteínas (g)	10.5	8.7	1.4	5.6
Grasas Totales (g)	2.0	6.5	0.2	0.8
Fibra cruda (g)	2.7	9.6	1.4	2.1
Carbohidratos (g)	76.3	71.2	11.3	30.4
Hierro (mg)	5.5	2.0	1.2	1.7

Fuente: Tablas peruanas de composición de alimentos (INS, 2017)

- Harina de trigo

La harina de trigo es resultado de la molienda y tamizado del grano; este producto se emplea en la industria de la panificación, elaboración de pasteles, galletas y fideos (Yuquilema, 2017). Asimismo, la harina contiene de un 8.6% a 16% de proteínas, compuestas principalmente por gliadinas y gluteninas, fracciones proteicas que asociadas con el agua forman el gluten, no obstante, carece de lisina e isoleucina (proteínas esenciales); presenta alto contenido de carbohidratos (73% a 76%), compuesto en su mayoría por almidón y albúmina; y bajo contenido de grasa (0.3% a 1.5%), fibra cruda (3.0%) y cenizas (1.7%). En cuanto al contenido de minerales, se destaca valores los siguientes valores para hierro (5 mg/100g a 9 mg/100g), en tanto que el aporte de calcio (18.46 mg/100g) y zinc (0.98 mg/100g) son bajos (Dyner *et al.*, 2007; Alvarado, 2010).

- Almidón de maíz

El maíz es el segundo alimento más consumido por la población andina del Perú, se consume en forma de choclo, mote, harina precocida y harina de maíz. La harina se obtiene por el proceso de molienda, el cual consiste en el pulverizado de los granos hasta alcanzar tamaño de

partícula (mm) con características como: color blanquecino, 15% de humedad, 1% de ceniza y 7 % proteína, cuyo producto final es conocido como “almidón de maíz”. Este almidón tiene la propiedad de absorber agua e hincharse, al aumentar varias veces su tamaño original forma una dispersión en medio acuoso, confiriéndole consistencia a las sopas (Rojas, 2016; Villarroel, 2012). Por su parte, las mezclas compuestas por harina de amarantáceas y harina de maíz son muy buenas, debido a que el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro (Darwin, 2017).

- Cebolla en polvo

Es una especia que se agrega a las comidas para mejorar su calidad sensorial, respecto a su composición química, no posee almidón, presenta fructanos en su composición química, como reserva de carbohidratos (Sierra, 2018; Flores e Hinojosa, 2016).

- Ajo en polvo

El ajo en polvo es utilizado como condimento de carnes, pescados, verduras, ensaladas, sopas y salsas; debido a que refuerza los demás sabores de los otros ingredientes. Asimismo, la deshidratación del ajo, reduce la emisión de olores desagradables por el consumo del mismo, y conserva las propiedades nutritivas (Franco, 2019).

- Glutamato monosódico

Es un aditivo potenciador de sabor, utilizado en la industria alimentaria (Badui, 2006).

- Sal

La sal es un producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio, confiere un sabor característico al alimento, además es un conservador eficaz (Tacusi, 2006).

2.4.4. PROCESO DE ELABORACIÓN

Espinoza y López (2018) indican que las etapas del proceso de elaboración de las sopas instantáneas, deberá ser inocuo y destacar los atributos alimenticios de los insumos, debido a esto, diversos autores (Bastidas, 2012; Ramirez, 2015; Galarza, 2010) plantearon el siguiente procedimiento para elaborar sopas instantáneas a base hojas de diversas hortalizas:

- Recepción de hojas frescas

Las hortalizas se reciben en fundas plásticas y se transportan al laboratorio.

- Pesado

La materia prima debe ser pesada antes de realizar cualquier tipo de proceso.

- Deshojado

Se procede a separar las hojas frescas de los tallos con el fin de optimizar el tiempo de deshidratación.

- Selección

Se separan las hojas frescas defectuosas (amarillentas, quebradas, atacadas por insectos) que puedan desmejorar la calidad del producto final.

- Lavado

Las hojas se lavan con abundante agua, para eliminar cualquier tipo de contaminante como polvo, tierra, arena, etc.

- Desinfección

Las hojas lavadas son desinfectadas con una solución con hipoclorito de sodio.

- Precocción

Los métodos de procesamiento influyen en el contenido de nutrientes, es así como las pérdidas de cocción de los nutrientes presentes en las hojas de las amarantáceas no son excesivas, mientras que los antinutrientes se reducen sustancialmente, aumentando así, la biodisponibilidad de minerales como el hierro, calcio y zinc (Achigan-Dako *et al.*, 2014). De ese modo, estudios realizados por Zumaeta y Gonzales (2014), indican que una cocción en agua hirviendo (100°C) por un tiempo de 15 minutos, reduce el contenido de ácidos cianogénicos en hojas de yuca, mientras que Gómez (2013), refiere que, bajo los mismos parámetros, se redujo el contenido de saponinas, oxalatos y fitatos en hojas de amaranto y sangaroché. Siendo Ramírez (2015) el único autor de los tres referenciados, quien efectuó una cocción de 15 min a una temperatura de 93°C en hojas de quinua.

- Ecurrido

Es un proceso que se realiza para disminuir el agua superficial impregnada en las hojas durante procesos anteriores.

- Secado

El secado consiste en eliminar el agua libre de un producto alimentario manteniendo las características propias del mismo, a su vez, refuerza la estabilidad, transportabilidad, sabor y textura. En los alimentos deshidratados los microorganismos no pueden proliferar debido a la mínima cantidad de agua, también se detienen reacciones químicas y enzimáticas que alteran el producto, por lo tanto, se prolonga su vida útil (Casa y Zambrano, 2011; Moreno, 2017).

Por esta razón, la industria alimentaria utiliza hortalizas deshidratadas como culantro, cebolla, ajo y perejil para la elaboración de sopas instantáneas, salsas, especias, cremas y sopas de paquete. Los parámetros utilizados para la deshidratación de hojas oscilan entre

temperaturas de 50°C y 60°C, presentando tiempos aproximados de proceso de 123 min y 68 min, respectivamente (García *et al.*, 2010 y Wickramasinghe *et al.*,2020).

- Pesado

Los ingredientes se pesan en una balanza, respetando las formulaciones antes calculadas.

- Mezclado

Los ingredientes adecuadamente dosificados, se mezclan y homogenizan, para lograr un producto uniforme.

- Envasado

Las sopas instantáneas elaboradas deben ser envasadas en fundas aluminizadas, para proteger de los factores ambientales.

- Almacenado

Luego, se almacena en un lugar seco y fresco.

2.5. DISEÑO DE MEZCLAS

En la industria alimentaria es necesario contar con un método estadístico que permita el uso práctico de una combinación de diferentes ingredientes, pues ellos son necesarios para la elaboración de salsas, néctares, yogures, etc. En ese contexto, se destaca el diseño de mezclas, pues permite estudiar los efectos de los componentes de una mezcla sobre la variable respuesta, asimismo, es considerado una herramienta tecnológica útil para optimizar las formulaciones y procesos de los productos, acelerar su desarrollo y reducir los costos (Cornell, 2002; Montgomery, 2004; Karam *et al.*, 2015).

En un diseño de mezclas, se describen los factores como los componentes de una mezcla, sus niveles no son independientes, pues si se disminuyera el nivel de uno de los componentes, el

nivel del otro componente aumentaría, de esta forma la suma total sería igual a un total fijo (Montgomery, 2004).

De este modo se presentan las siguientes denotaciones:

x_1, x_2, \dots, x_q : Representa las proporciones de cada componente

$0 \leq x_i \leq 1$: Rango establecido para las restricciones

$\sum_{i=1}^q x_i = 1$: Ecuación que explica el comportamiento de la mezcla.

Estas restricciones indican que la suma de todos los componentes que integran la mezcla debe ser 100%, esto significa que los componentes no pueden ser manipulados independientemente unos de otros, y que sus proporciones deben variar entre 0 y 1 (Ortega-Pérez *et al.*, 2014).

Sin embargo, existen situaciones donde algunas proporciones no pueden variar entre 0 y 1, porque algunas o todas las proporciones de los componentes están restringidas por límites inferiores L_i y/o límites superiores U_i , entonces la restricción puede definirse como:

$$0 \leq L_i \leq x_i \leq U_i \leq 1.$$

Además de los límites superiores e inferiores que restringen a los componentes de forma individual, puede que exista cierta dependencia entre dos o más componentes y sea necesario utilizar restricciones lineales de multicomponentes, que ponen límites a las funciones de componentes. No obstante, cuando existen restricciones adicionales, ya sean límites inferiores y/o superiores o restricciones lineales, la región experimental ya no es regular y su forma depende de la ubicación de las restricciones (Fig. 7) (Ortega-Pérez *et al.*, 2014).

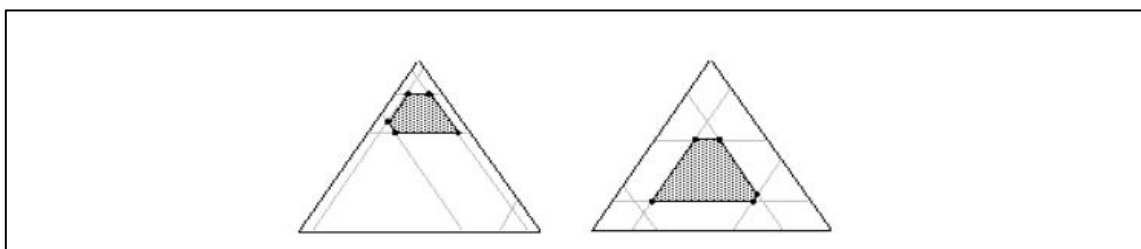


Figura 7. Diseño de vértices extremos donde el área gris representa el espacio de diseño

Al diseño que analiza componentes con restricciones de límite superior e inferior se denomina diseño de vértices extremos, el cual presenta un número menor de corridas y, por lo tanto, necesita un bajo costo de experimentación (Mohamad *et al.*, 2015; Paaanen, 2016).

Después de recolectar las observaciones definidas en el plan experimental, es necesario ajustarlas a un modelo estadístico para investigar el efecto de los componentes sobre la respuesta (Tabla 14).

Tabla 14

Modelos estadísticos para mezclas

Lineal
$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i$
Cuadrático
$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i \leq 1 \leq j}^q \beta_{ij} X_i X_j$
Cúbico especial
$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i \leq 1 \leq j}^q \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{i \leq 1 \leq j \leq k}^q \beta_{ijk} X_i X_j X_k$
Cúbico completo
$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i X_i + \sum_{i \leq 1 \leq j}^q \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{i \leq 1 \leq j}^q v_o \beta_{ij} X_i X_j (X_i - X_j) + \sum_{i \leq 1 \leq j \leq k}^q \beta_{ijk} X_i X_j X_k$

Donde: q: Número total de componentes de la mezcla. Fuente: Montgomery (2004)

2.6. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se define como la rama de la ciencia utilizada para medir, analizar e interpretar las respuestas humanas a los productos alimenticios en función de los cinco sentidos, esta información se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor, para las cuales son necesarios panelistas que se encargaran de medir las cualidades del producto (Yu *et al.*, 2018; Ramírez-Navas, 2012). De ese modo se describen tres tipos principales de pruebas de análisis sensorial: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas.

2.6.1. PRUEBAS AFECTIVAS

Las pruebas afectivas son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador, el cual puede ser un consumidor real o potencial del producto (Olivas-Gastélum *et al.* 2009).

Dentro de las pruebas afectivas, se incluyen las pruebas escalares, siendo la más utilizada la escala hedónica de 9 puntos, pues proporciona información sobre la aceptación de un producto en el mercado, lo cual es valioso para los productores y fabricantes de alimentos y bebidas (Drake, 2007; Yu *et al.*, 2018).

El objetivo de la prueba hedónica es determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor, en la prueba se pide a los panelistas evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Por consiguiente, para analizar los datos obtenidos mediante esta prueba, se realiza una conversión de la escala verbal en numérica, es decir, se le asignan valores consecutivos a cada descripción, dichos valores pueden procesarse posteriormente a través del análisis estadístico (Ramírez-Navas, 2012; Espinosa, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El desarrollo del procedimiento experimental se ejecutó en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Química Orgánica y en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), ambos pertenecientes a la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQIQ) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. MATERIA PRIMA

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron hojas de atajo (*Amaranthus viridis*), provenientes de una finca ubicada en el distrito de Chosica (Figura 8 y 9), Provincia de Lima; cuyas semillas fueron traídas desde la ciudad de Huancayo, Región Junín. Fueron identificadas por el Herbario San Marcos del Museo de Historia Natural, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



Figura 8. Sembríos de atajo en la finca ubicada en Chosica.



Figura 9. Hojas de atajo (Amaranthus viridis L.)

3.2.2. INSUMOS

- Harina de kiwicha
- Harina de trigo
- Harina de maíz
- Cebolla deshidratada
- Ajo deshidratado
- Sal de mesa (cloruro de sodio)

3.2.3. ADITIVOS

- Glutamato monosódico (SIN 621)

3.2.4. MATERIALES

- Vaso de precipitación 500ml.
- Ollas de acero inoxidable
- Bowls de 500 ml y 1000 ml.
- Cuchara de madera
- Cucharas descartables
- Vasos descartables
- Cuchillos

- Bolsas ziploc (PP) de 20 cm x 30 cm aprox.
- Baldes de plástico

3.2.5. INSTRUMENTOS

- Termómetro de mercurio (-10 - 110°C).

3.2.6. EQUIPOS

- Horno (marca Memmert, modelo UF30, Rango de temperatura 10-300°C).
- Analizador de Humedad (marca OHAUS Corporation, modelo MB45).
- Balanza electrónica. Capacidad 1 g- 5 kg.
- Balanza analítica (marca H. W. Kessel, modelo GH-200. Capacidad 10 mg-220g).
- Cocina semi-industrial.
- Deshidratador de bandejas por conducción.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. EVALUACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE HOJAS DE ATAJO

3.3.1.1. Rendimiento de hojas frescas (%Rf). Es la relación entre el peso de la planta de atajo completa (g) y el peso de hojas frescas (g), expresado en porcentajes. Se determinó la siguiente ecuación:

$$Rf = \frac{\text{Peso de hojas de hojas frescas}}{\text{Peso de planta de atajo}} \times 100 \%$$

3.3.1.2. Rendimiento de hojas deshidratadas (%Rd). Es la relación entre el peso de hojas deshidratadas de atajo (g) y el peso de hojas frescas (g), expresado en porcentajes. Se determinó la siguiente ecuación:

$$Rd = \frac{\text{Peso de hojas deshidratada}}{\text{Peso de hojas frescas}} \times 100 \%$$

3.3.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO

3.3.2.1. ANÁLISIS PROXIMAL

- *Humedad*, por el método AOAC 925.10 (2015).
- *Cenizas*, por el método AOAC 935.39 (2015).
- *Proteínas*, por el método AOAC 984.13 (2015).
- *Grasas*, por método AOAC 985.15 (2015).
- *Fibra cruda*, por el método AOAC 925.22 (2015).
- *Carbohidratos*, por cálculo. (Ver metodología, 3.5.2.6)
- *Energía total (kcal/100g)*, por cálculo. (Ver metodología, 3.5.2.7).

Los análisis de humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos, fibra cruda, energía total, fueron solicitados a UNMSM. CENPROFARMA, y los resultados, recibidos a través del Protocolo de Análisis N° 00545-CPF-2018, adjuntados en el ANEXO II.

3.3.2.2. ANÁLISIS DE HIERRO Y ÁCIDO CIANHÍDRICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO

- *Hierro*, por el método AOAC 985.35 (2015).
- *Ácido cianhídrico*, por el método UV-visible. (Ver metodología 3.5.2.9)

Los análisis de ácido cianhídrico y hierro; fue solicitados a UNMSM. CENPROFARMA, y el resultado fue recibidos a través del Protocolo de Análisis N° 00545-CPF-2018, y el análisis de hierro a través del Protocolo de Análisis N° 00536-CPF-2018, adjuntados en el ANEXO II y III, respectivamente.

3.3.3. ANÁLISIS DE PROTEÍNA Y HIERRO DE LA SOPA INSTANTÁNEA.

3.3.3.1. Proteínas, según norma LABS-ITP-FQ-001-2009 (Rev. 00,2009)

3.3.3.2. Hierro, por el método AOAC 985.35 (2015).

El análisis de proteínas fue evaluado por el Laboratorio del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), adjuntado mediante el Informe técnico N° 0168/19 (Ver ANEXO III). El análisis de hierro fue solicitado a UNMSM. CENPROFARMA, y los resultados, recibidos a través del Protocolo de Análisis N° 00123-CPF-2019, adjuntados en el ANEXO IV

3.3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.

Para la evaluación de aceptabilidad de la sopa instantánea a base de hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), harina de kiwicha y harina de trigo, se utilizó la prueba de escala hedónica de 9 puntos en la que se calificó atributos como color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad global a los 9 tratamientos. La prueba mencionada posee los siguientes recursos:

3.3.4.1 Jueces y evaluadores. El estudio contó con la colaboración de 101 jueces no entrenados con un rango de edad entre 18-45 años. El instrumento que se empleó en la recolección de datos fue una encuesta, adjuntados en el ANEXO V.

3.3.4.2 Muestra o producto. Se utilizaron nueve tratamientos para la preparación de las sopas instantáneas en la prueba sensorial, las cuales presentaron variación en el contenido de hojas de atajo (3-9 %), harina de trigo (0-55%) y harina de kiwicha (0-55 %), sin embargo, presentaron los mismos porcentajes de harina de maíz, cebolla en polvo, ajo en polvo, glutamato monosódico y sal.

3.3.5. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.

3.3.5.1 Humedad, por el método AOAC 925.10 (2015).

3.3.5.2 Cenizas, por el método AOAC 935.39 (2015).

3.3.5.3. Proteínas, por el método AOAC 984.13 (2015).

3.3.5.4. Grasas, por método AOAC 985.15 (2015).

3.3.5.5. Fibra cruda, por el método AOAC 925.22 (2015)

3.3.5.6 Carbohidratos, por cálculo. (Ver metodología, 3.5.2.6)

3.3.5.7 Energía total (kcal/100g), por cálculo. (Ver metodología, 3.5.2.7).

Los análisis de humedad, cenizas, proteína, grasas, carbohidratos, fibra cruda, energía total; fueron realizados al tratamiento “B” (7.5% H.A., 42% H.K., 14.5% H.T.) y solicitados a UNMSM. CENPROFARMA, y los resultados, recibidos a través del Protocolo de Análisis N° 00314-CPF-2019, adjuntado en el ANEXO VI.

3.3.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

La Norma Sanitaria con resolución ministerial N°591-2008 establecida por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) refiere que los alimentos y bebidas para ser considerados aptos para el consumo humano, deben cumplir íntegramente con la totalidad de criterios microbiológicos correspondientes a su grupo y subgrupo. La sopa instantánea pertenece al grupo: Productos deshidratados: liofilizados o concentrados y mezclas, y al subgrupo: Sopas, cremas, salsas y purés de legumbres u otros deshidratados que requieren cocción, por consiguiente; los criterios que debe cumplir son los siguientes:

3.3.6.1. Recuento de aerobios mesófilos, por el método por la ICMSF Vol.1. 120-124 (2000).

3.3.6.2. Recuento de coliformes, por el método por la ICMSF Vol. 1. 138-142 (2000).

3.3.6.3. Recuento de *Bacillus cereus*, por el método por la FDA-BAM Chapter 14 (2012).

3.3.6.4. Recuento de *Salmonella sp.*, por el método recomendado por la FDA-BAM Chapter 5 (2018).

El análisis microbiológico de la sopa instantánea a base de hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo fue solicitado al Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos, Aguas y Ambientes, y los resultados, recibidos a través del Informe N° 477-2009, adjuntado en el ANEXO VII.

3.3.7. TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los análisis de proteína y hierro se utilizó un Diseño de Mezclas (DM) tipo vértices extremos (VE). Los factores considerados en el diseño fueron la cantidad de hojas de atajo (%), cantidad de harina de kiwicha (%) y cantidad de harina de trigo (%) distribuida en 9 tratamientos. Se efectuó el análisis de varianza de 3 factores (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 %, considerando la concentración de hierro y proteína. Se utilizó la aplicación Microsoft Excel y el software estadístico Minitab 19.

En la evaluación sensorial de la sopa instantánea a base de hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), se aplicó la prueba de escala hedónica de 9 puntos. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente usando la prueba de rango múltiple de Duncan. Se utilizó la aplicación Microsoft Excel y el software estadístico Minitab 19.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. OBTENCIÓN DE HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO

3.4.1.1. Recolección de la materia prima. Las hojas de atajo fueron cosechadas al inicio del florecimiento (50 días después de la siembra). La recolección fue realizada por las horas de la tarde y entregadas divididas en atados (con un peso de 1.7 kg aproximadamente) dentro de bolsas plásticas (Fig.10).



Figura 10. Cultivo de atajo en la finca de Chosica

3.4.1.2. Recepción. Los atados de atajo fueron recepcionados en fundas de plástico, posteriormente dispuestas de manera espaciada entre sí sobre sacos de azúcar (Fig. 11)



Figura 11. Recepción de atados de atajo

3.4.1.3. Pesado. La materia prima fue pesada antes de realizar cualquier tipo de proceso, el mismo que sirvió para determinar el rendimiento.

3.4.1.4. Deshojado. Se procedió a separar las hojas de sus respectivos tallos (Fig.12)



Figura 12. Deshojado de la planta de atajo.

3.4.1.5. Selección. Se eliminó las hojas defectuosas (quebradas, atacadas por insectos) que puedan disminuir la calidad del producto final (Fig. 13).



Figura 13. Hojas defectuosas de atajo

3.4.1.6. Lavado. Las hojas fueron lavadas con abundante agua para eliminar cualquier tipo de contaminante como polvo, tierra, arena, restos de materia orgánica, etc. (Fig. 14).



Figura 14. Lavado de las hojas de atajo

3.4.1.7. Desinfección. Se procedió a lavar por inmersión con una solución de hipoclorito de sodio (lejía) de 50 ppm de concentración por 3 minutos. Luego se enjuagó con abundante agua.

3.4.1.8. Precocción. Se realizó una cocción en agua hirviendo (96°C) por un tiempo de 15 minutos para asegurar la reducción de los glúcidos cianogénicos y la eliminación de otros antinutrientes (saponinas, oxalatos y fitatos) presentes en las hojas de atajo, tomando como referencia los estudios realizados por Zumaeta y Gonzales (2014) y Gómez (2013).

3.4.1.9. Escurrido. Se dejó escurrir el agua de las hojas de atajo por un tiempo de 15 minutos, con el objeto de eliminar el agua superficial impregnada durante la precocción.

3.4.1.10. Secado. Las hojas escurridas se colocaron extendidas en las bandejas de acero inoxidable. Posteriormente se introdujeron en un secador de bandeja a una temperatura de 50 ± 3 °C por un tiempo de 1 hora y 30 minutos hasta que el producto final, llegó a una humedad de 8.3%; esta operación permitió facilitar la molienda posterior (Fig.15).



Figura 15. Secado de las hojas de atajo

3.4.1.11. Envasado. Las hojas deshidratadas de atajo fueron colocadas en bolsas Ziploc de 20 x 30 cm (Fig.16).



Figura 16. Envasado de hojas deshidratadas de atajo.

3.4.1.12. Almacenado. Las hojas deshidratadas de atajo fueron almacenadas en un lugar fresco y ventilado.

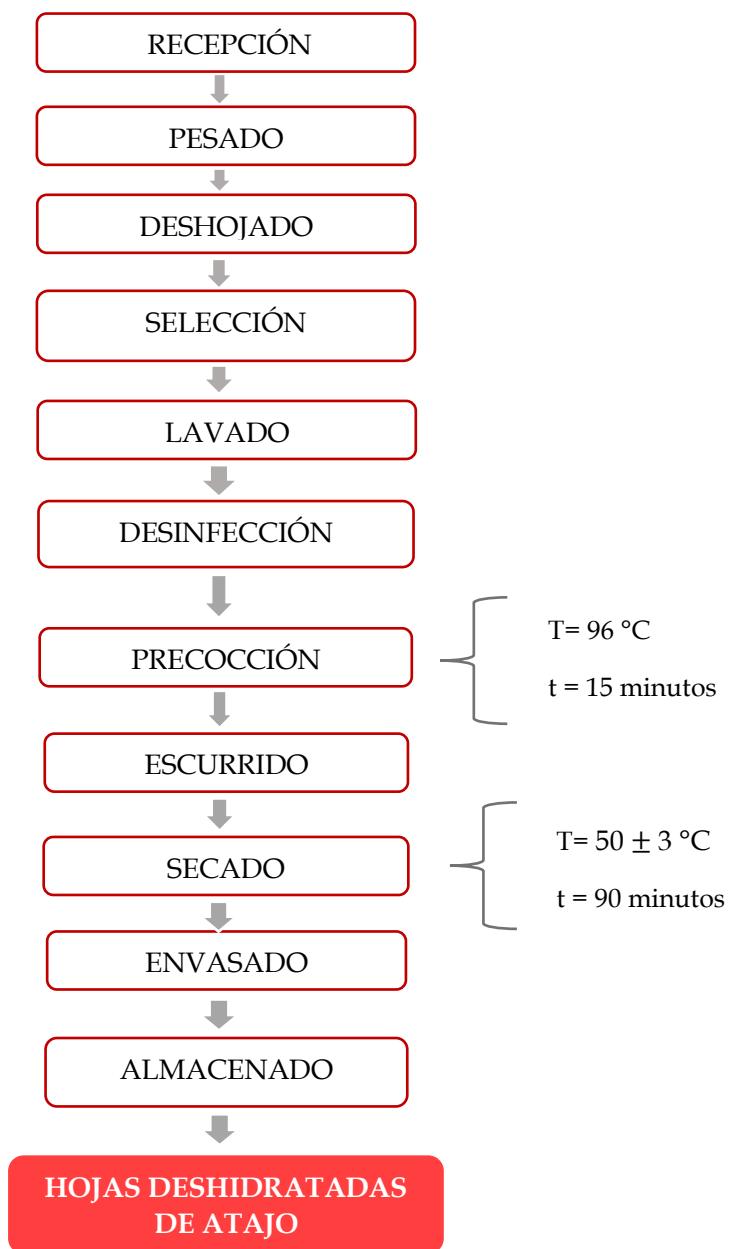


Figura 17. Flujo de operaciones para la obtención de hojas deshidratadas de atajo.

3.4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO.

3.4.2.1. *Humedad*, por el método AOAC 925.10 (2015).

Se secaron la placa y su tapa en el horno a 105 °C durante 3 h y luego fueron llevadas al desecador para posteriormente ser pesados. Las hojas deshidratadas de atajo se molieron y homogeneizaron, se pesaron 3 g en la placa antes pesada asegurándose que la muestra se haya esparcido uniformemente. La muestra fue introducida en la estufa a 100°C durante 3 h. Transcurrido el tiempo, la placa con la tapa parcialmente abierta fue retirada de la estufa y se colocó en un desecador hasta que se enfríe. En seguida, se pesó la placa con la muestra desecada. El análisis se realizó por triplicado. Se calculó el porcentaje de humedad de la siguiente manera.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

Donde:

W_1 = Peso (g) de muestra húmeda

W_2 = Peso (g) de muestra seca

3.4.2.2. *Cenizas*, por el método AOAC 935.39 (2015).

Se colocó el crisol y su tapa en el horno mufla a 550 ° C durante la noche para asegurarse de que las impurezas de la superficie del crisol se quemen. Posteriormente se dejaron enfriar en el desecador por 30 minutos, luego se pesaron. Se pesaron 5 g de muestra en el crisol. Se calentó sobre un mechero Bunsen a llama baja, y cuando ya no se produjo vapores se colocaron el crisol y su tapa en el horno a 550°C durante 12 horas. Durante el calentamiento no se cubrió con la tapa, sino hasta después de completar el calentamiento para evitar la pérdida de ceniza esponjosa. Luego se enfrió en el desecador. Cuando la muestra se volvió gris se procedió a

pesar la ceniza con el crisol y la tapa. El análisis se realizó por triplicado. El cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(W_2 - W_1)}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso (g) de la muestra

W_1 = Peso (g) del crisol y su tapa (recipiente)

W_2 = Peso (g) del recipiente + cenizas.

3.4.2.3. *Proteínas*, por el método AOAC 984.13 (2015).

Para empezar la etapa de digestión se colocó de entre 0.5- 1.0 g de muestra (hojas deshidratadas de atajo) en el matraz de digestión, seguidamente se añadió 5 g del catalizador Kjeldahl y 200 ml de H_2SO_4 concentrado. El producto químico anterior se colocó en un tubo, con excepción de la muestra en blanco. Se colocó los matraces en posición inclinada y se calentó suavemente hasta que no se viera espuma. Luego se hirvió enérgicamente hasta que la solución se aclaró. Al enfriar, se agregó cuidadosamente 60 ml de agua destilada.

Para la etapa de destilación se conectó inmediatamente el matraz al bulbo de digestión mediante el condensador. En el matraz se colocó ácido estándar y, en el receptor 5-7 gotas del indicador. Se giró el matraz para mezclar el contenido a fondo, luego se calentó hasta que todo el NH_3 fuera destilado. Finalmente se tituló el exceso del ácido estándar destilado con una solución estándar de NaOH. El análisis se realizó por triplicado. El gasto se consideró en la siguiente ecuación para determinar el contenido de proteína.

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(V_a - V_b) \times N \times 1,4007 \times 6.25}{W}$$

Donde:

V_a = Volumen (ml) de HCl al 0.2 N valorado consumido por la muestra

V_b = Volumen (ml) de HCl al 0.2 N valorado consumido por el blanco

N = Normalidad del HCl

W = Peso (g) de la muestra

1,4007 = Peso atómico del nitrógeno

6,25 = El factor de conversión proteína-nitrógeno para diversos alimentos

3.4.2.4. *Grasas*, por método AOAC 985.15 (2015).

Antes de empezar el análisis se aseguró que el matraz de ebullición esté completamente seco para asegurarse que su peso sea estable, para lo cual se colocó en una estufa a 100°C durante toda la noche. Para empezar con el método de extracción se pesó alrededor de 3 a 5 g de la muestra (hojas deshidratadas de atajo), luego se envolvió la muestra en el papel filtro y se colocó en el cartucho de extracción. Seguidamente se transfirió al equipo soxhlet. Se colocaron 250 ml de éter de petróleo (solvente) en el matraz de ebullición que a su vez estuvo sobre una placa calefactora. Se montó el equipo (matraz de ebullición, extractor soxhlet y el refrigerante), y luego se inició, se conectó el suministro de agua y se encendió la placa calefactora. La plancha calefactora calentó el matraz de ebullición durante 14 h aproximadamente (velocidad de condensación 150 gotas/min).

Se evaporó el solvente usando el condensador. Se calentó el matraz a una temperatura de 80-90 °C hasta que el solvente se evaporó completamente y el matraz esté completamente seco. Después del secado, se transfirió el matraz de ebullición al desecador para que se enfríe. Finalmente se volvió a pesar. El análisis se realizó por triplicado. El porcentaje de grasa se determinó de la siguiente manera:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(W_2 - W_1)}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra

W_1 = Peso (g) del matraz de ebullición

W_2 = Peso (g) del matraz de ebullición + Grasa (Peso constante)

3.4.2.5. *Fibra cruda*, por el método AOAC 925.22 (2015)

Se pesó de entre 2 a 3 g de la muestra (hojas deshidratadas de atajo) desengrasada y seca. Se colocó en un matraz y se adicionó 200 ml de H_2SO_4 en ebullición. Luego se conectó el matraz al condensador y se llevó a ebullición por 30 minutos, siempre manteniéndose constante el volumen de agua destilada y agitándose periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes. Luego que se retiró la mezcla del reflujo, se dejó reposar por 1 min, Simultáneamente se preparó un embudo Buchner y papel filtro previamente calentado con agua hirviendo. La mezcla del matraz se filtró cuidadosamente. Al finalizar se lavó el papel filtro con agua hirviendo. Seguidamente se transfirió el residuo al matraz con ayuda de una pizeta que contenía 200 ml de solución de NaOH en ebullición y se dejó hervir por 30 minutos.

Se precalentó el crisol de filtración con agua hirviendo y se filtró cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 minuto. Se lavó el residuo con agua hirviendo, luego con solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, se finalizó con tres lavados con éter de petróleo. Finalmente se llevó el crisol a una mufla a $100^\circ C$ por 2 horas, luego se enfrió en el desecador. Se pesó rápidamente los crisoles con el residuo y se colocó en una mufla a $600^\circ C$ por 0.5 h, luego se dejó enfriar en el desecador y se pesó nuevamente. El análisis se realizó por triplicado. Los cálculos se realizaron con la ecuación:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra seca y desengrasada

W_1 = Peso (g) del crisol + Muestra seca

W_2 = Peso (g) del crisol + Muestra calcinada.

3.4.2.6. *Carbohidratos*, por cálculo

Para calcular el porcentaje de carbohidratos se utilizaron los resultados previos (humedad, cenizas, proteína total y grasa total); como se muestra a continuación:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Ceniza} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ Grasa})$$

3.4.2.7. *Energía total (kcal/100g)*, por cálculo.

Para calcular la energía total por cada 100g de hojas deshidratadas de atajo, se multiplicó la cantidad de carbohidratos, grasa y proteína (g/100g) por 4, 4 y 9kcal/g, respectivamente, siguiendo la ecuación que se muestra a continuación:

$$\% \text{ Energía Total} = \frac{4 \text{ kcal}}{g} \times \text{Carbohidratos} \left(\frac{g}{100 g} \right) + \frac{4 \text{ kcal}}{g} \times \text{Proteínas} \left(\frac{g}{100 g} \right) + \frac{9 \text{ kcal}}{g} \times \text{Grasa} \left(\frac{g}{100 g} \right)$$

3.4.2.8. *Hierro*, por espectrometría de absorción atómica (AAS)

Se pesó aproximadamente 5 g de muestra en un crisol de porcelana limpio, después se sometió a cenizas secas en un horno de mufla a 550 ° C durante 5 horas. La ceniza resultante se disolvió en 5,0 ml de HNO₃ / HCl (1: 2) y se calentó suavemente en un metal de calentamiento hasta que desaparecieron los vapores marrones. Luego se transfirieron a matraces cónicos y se añadieron 5,0 ml de agua desionizada a cada matraz y se calentó hasta que se obtuvo una solución incolora. La solución mineral se filtró en un matraz volumétrico de

25,0 ml a través de papeles de filtro doble, y se llenó hasta la marca con agua desionizada. Las soluciones se analizaron por triplicado para el hierro utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica.

3.4.2.9. *Ácido cianhídrico*, por espectroscopia de absorción ultravioleta y visible (UV-visible)

Oliveros *et al.* (2009) desarrolló un método para la determinación de ácido cianhídrico (HCN); el cual fue reproducido para la cuantificación de HCN en hojas deshidratadas de atajo como describe a continuación: La muestra se colocó en un sistema cerrado, al cual se añadió unas gotas de tolueno para provocar el daño celular, por consiguiente, la liberación de HCN. El gas liberado (HCN) fue arrastrado con aire a una solución de picrato de sodio saturado. (pH= 11.8), donde la absorbancia se registró continuamente. El análisis se realizó por triplicado. Los espectros fueron medidos entre 200 y 900 nm para la selección de la longitud de onda de trabajo. Finalmente, la lectura obtenida nos dio directamente la concentración del elemento en las unidades de concentración utilizadas.

3.4.3. ELABORACIÓN DE LA SOPA INSTANTÁNEA

Las hojas secas de atajo se pulverizaron y tamizaron, antes de ser incorporadas a la formulación.

3.4.3.1. *Formulación.* Los porcentajes de los ingredientes se calcularon sobre el total del producto final, que en todos los tratamientos fue de 100 g aproximadamente, se variaron los tres componentes principales (hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo) según el diseño experimental establecido (Tabla 17), mientras que los demás ingredientes e insumos se mantuvieron constantes (Tabla 16).

3.4.3.2. *Pesado y dosificado.* Los ingredientes e insumos, fueron pesados en una balanza semianalítica para cada tratamiento por separado.

3.4.3.3. Mezclado. Seguidamente los ingredientes previamente dosificados, se homogeneizaron hasta lograr un producto uniforme (Figura 18).

3.4.3.4. Envasado. Las sopas elaboradas fueron envasadas en bolsas aluminizadas Ziploc debidamente codificadas.

3.4.3.5. Almacenado. Las sopas envasadas fueron almacenadas en un lugar fresco y a temperatura ambiente.

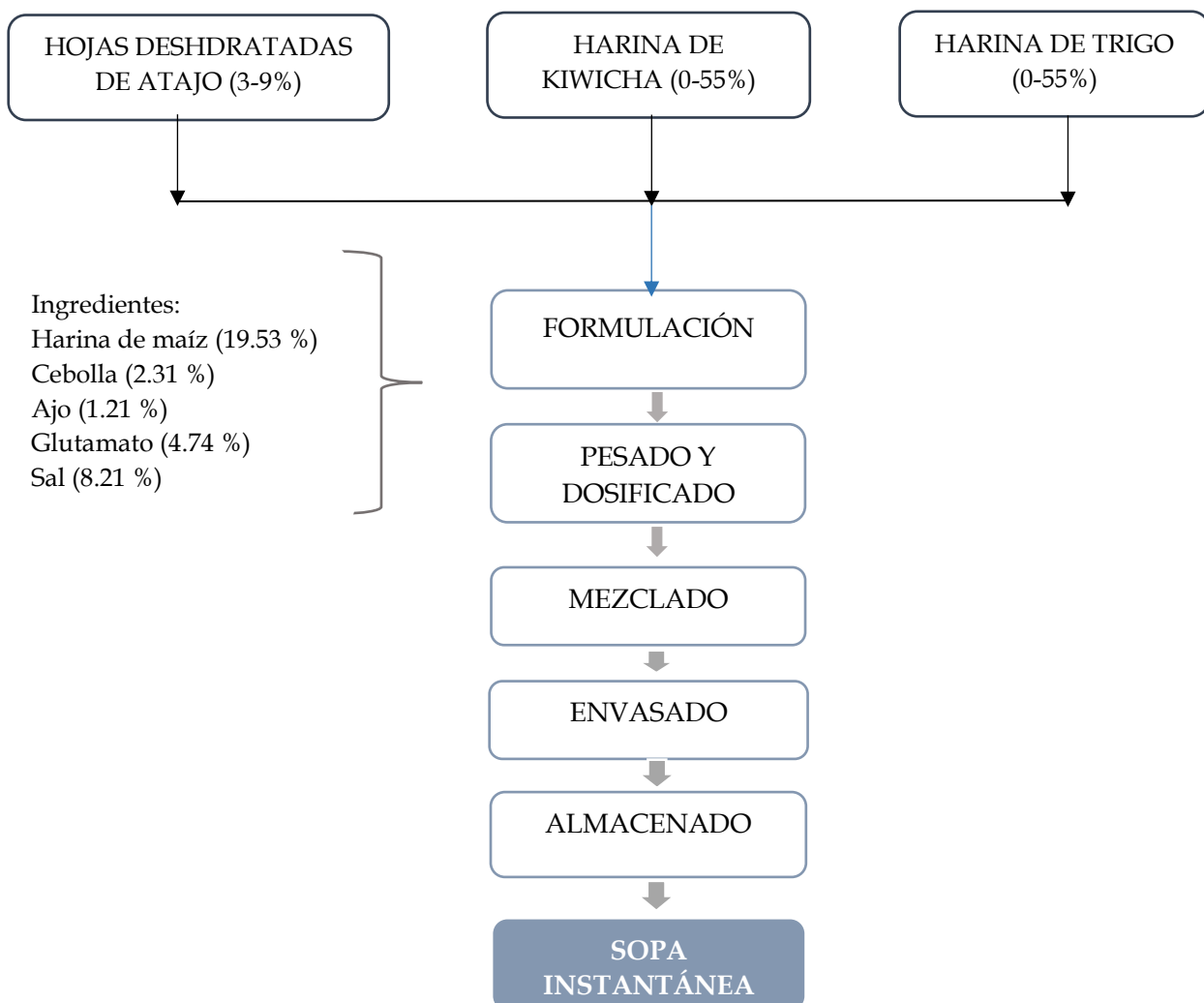


Figura 18. Flujo de operaciones para la obtención de la sopa instantánea a partir de hojas deshidratadas de atajo.

Para realizar el balance de materia de la sopa instantánea se efectuó la disolución de 78 g de sopa en 1 L de agua, obteniéndose 840 ml de sopa (Fig. 19).

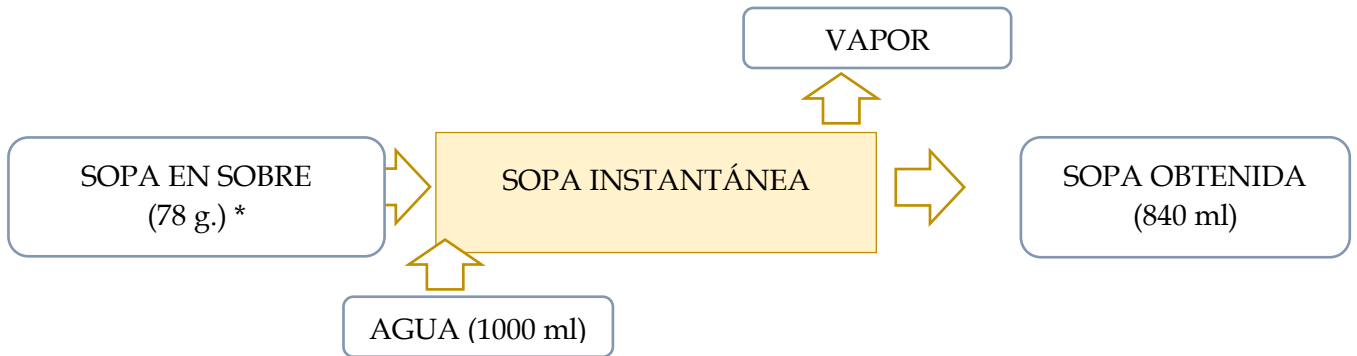


Figura 19. Balance de materia para la obtención de la sopa instantánea a partir de hojas deshidratadas de atajo.

**Nota: El peso de 78gr, se obtiene experimentalmente, al evaluar la cantidad de agua necesaria para obtener un producto aceptado.*

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1. VARIABLES

Se realizó la determinación de las principales variables según Naghi (2005):

3.4.1.1 Variable Independiente: Hojas de atajo (%), harina de kiwicha (%), harina de trigo (%).

3.4.1.2 Variables dependientes: Propiedades fisicoquímicas (concentración de hierro y proteína) y características sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptación global).

3.5.2. FACTORES EN ESTUDIO

Se aplicó un diseño de mezclas (DM) tipo vértices extremos (VE). Las variables dependientes consideradas en el diseño fueron la cantidad de hojas de atajo, cantidad de harina

de kiwicha y cantidad de harina de trigo distribuido en 9 tratamientos como se muestra en la Tabla 15. La cantidad de tratamientos del diseño de experimentos y los respectivos porcentajes de los tres componentes se generaron en el software estadístico Minitab 19, tomando en cuenta los límites mínimos y máximos de los componentes definidos a continuación:

Tabla 15

Variables independientes

Factores	Límites (%)	
	Límite mínimo	Límite máximo
Atajo deshidratado	3	9
Harina de kiwicha	0	55
Harina de trigo	0	55

Los límites de hojas de atajo fueron definidos en pre experimentaciones, se observó que valores mayores de 9 % dan como resultado sopas poco palatables y poco aceptable visualmente, de modo análogo se evaluaron en pre experimentaciones la harina de kiwicha, la harina de trigo y los demás ingredientes; harina de maíz, cebolla y ajo en polvo, glutamato y sal.

Tabla 16

Ingredientes

Insumos	Concentración (%)
Harina de maíz	19.53
Cebolla	2.31
Ajo	1.21
Glutamato	4.74
Sal	8.21

El diseño de mezclas permitió especificar la proporción a usar en la mezcla de cada uno de los componentes en cada uno de los 9 tratamientos (Tabla 17), constituidas por cuatro puntos

axiales, cuatro puntos vértices y un punto central. Se realizaron dos repeticiones por cada tratamiento, teniendo un total de 18 tratamientos. Las variables independientes fueron establecidas en un 64 %, y los demás ingredientes fueron establecidos en un 36 % como se define en la Tabla 16.

Tabla 17

Resultados del diseño experimental de mezclas

Tratamientos	Componentes		
	Hojas de atajo seco (%)	Harina de kiwicha (%)	Harina de trigo (%)
A	4.5	42	17.5
B	7.5	42	14.5
C	9	0	55
D	7.5	14.5	42
E	3	6	55
F	4.5	17.5	42
G	9	55	0
H	6	29	29
I	3	55	6

3.5.3. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA.

Para la prueba sensorial se realizó según el método adaptado de Bastidas (2012) y Galarza (2010), con el procedimiento que a continuación se detalla:

1. En una olla se midió 500 ml de agua, luego se añadió la formulación previamente envasada (39 g), se mezcló y homogeneizó.
2. Posteriormente se sometió a cocción durante 7 minutos.
3. Las muestras (5 ml) fueron servidas en vasos de polipropileno de 25 ml a temperaturas entre 45 °C y 50 °C, a los 101 jueces no entrenados, debidamente rotulados.

4. Asimismo, se sirvió agua mineral, para proceder al enjuague bucal, evitando así la saturación y confusión de sabores.
5. Luego, se procedió a hacer el test de escala hedónica de 9 puntos.

La ficha de evaluación utilizada para la sopa instantánea se adjunta en el Anexo V.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos en la investigación realizada a través de análisis físico-químicos, sensoriales, microbiológicos y estadísticos.

4.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS

4.1.1. RENDIMIENTO DE LA HOJA DE ATAJO

4.1.1.1. Rendimiento de hojas frescas (%Rf).

Se obtuvieron 19.375 kg de plantas de atajo luego de la recepción, equivalente a 12 atados de atajo, el rendimiento de hojas frescas es de 20,28% y se obtuvo una merma de 9,29% que incluyen hojas secas, maltrechas o agusanadas (Tabla 18).

Tabla 18

Rendimiento de la planta de atajo

	Peso (Kg)	(%)
Planta de atajo	19.375	100
Hojas frescas	3.93	20.28
Ramas	13.645	70.43
Residuos	1.8	9.29

4.1.1.2. Rendimiento de hojas deshidratadas (% Rd).

Referente al rendimiento de hojas deshidratadas de atajo, se afirma que este es de un 18.32% con respecto a las hojas frescas, con un peso de 3.93 kg para un total de 12 atados de atajo (Tabla 19).

Tabla 19

Rendimiento de las hojas deshidratadas de atajo

	Peso (Kg)	(%)
Hojas frescas	3.93	100
Hojas deshidratadas	0.720	18.32

4.1.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO

El resultado del análisis proximal de las hojas deshidratadas de atajo se observa en la Tabla 20, asimismo se muestra la energía total (kcal/100g).

Tabla 20

Composición proximal de las hojas deshidratadas de atajo (Amaranthus viridis L.)

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	8.3
Cenizas	16.6
Proteínas	24.6
Grasas	12.0
Fibras	10.8
Carbohidratos	27.7
Energía Total (kcal/100g)	317.0

Según lo refieren algunos estudios realizados por Nadeeshani *et al* (2018) y Umar *et al.* (2011), las hojas frescas de *A. Viridis* muestran un alto contenido de humedad (85.75% y 87.67%, respectivamente), mientras que el resultado obtenido luego de la deshidratación es de 8.3 %, valor superior al 5% y 5.35% obtenido por Bravo y Perez (2016) y Wickramasinghe *et al.* (2020); para hojas deshidratadas de quinua y moringa, respectivamente.

Por su parte, Wickramasinghe *et al.* (2020) refiere que al reducir el contenido de humedad a un valor inferior al 15% ayuda a prevenir cualquier crecimiento microbiano y mejora la vida útil de las hojas, sin embargo, si se desea obtener un producto que pueda almacenarse a largo plazo (aproximadamente un año), la humedad requerida es de al menos 7%, donde la a_w presente es 0.35, valor en el que no hay actividad microbiana y casi todas las reacciones de deterioro están minimizadas (Gascón *et al.*, 2006).

Para el análisis de cenizas de hojas secas en *Amaranthus viridis* L. no se encontró datos bibliográficos, por tal motivo se toma como referencia trabajos realizados con hojas secas de quinua. En el presente trabajo se obtuvo un 16.6% de cenizas, resultado superior al 2.45 % reportado por Bravo y Perez (2016), e inferior al 17.17% y 19. 86 % de cenizas encontrados por Paquita (2015) y Galarza (2010) respectivamente. La diferencia entre estos resultados puede deberse a la temperatura de secado y las técnicas utilizadas (Barahona, 2013). El secado de hojas de *A. Viridis* se realizó a una temperatura constante de 50°C con un tratamiento previo de precocción, mientras que las hojas de quinua de Bravo y Perez (2016) se deshidrataron a una temperatura de 26 °C sin tratamientos previos. Por otro lado, Paquita (2015) deshidrató las hojas de quinua a temperatura entre 50°C y 70°C con un tratamiento de escaldado previo al secado, Galarza (2010) realizó el secado a las mismas temperaturas, pero sin tratamiento previo.

El contenido de cenizas indica la cantidad de materia inorgánica (minerales) presente en los alimentos (AEIQ, 2001), es así como las hojas frescas de *A. viridis* presentan un 12.2% de cenizas, mientras que las hojas deshidratadas resultaron con un 16.6%, este aumento se debe a que la disminución del agua durante el secado provoca un aumento concentración de solutos, además de la pérdida de algunos minerales resultado de la lixiviación de minerales durante la precocción (Barahona, 2013; Oulai *et al.*, 2014). *Amaranthus viridis* L. presenta minerales como sodio (11.2 mg/100g), potasio (382.0 mg/100g), calcio (24.7 mg/100g), hierro (10.8 mg/100g), cobre (1.11 mg/100g), zinc (9.73 mg/100g), y magnesio (0.48 mg/100g) (Pradhan

et al., 2015). Durante el escaldado y cocción hay una pérdida significativa de K, Na, Ca, Zn, Fe y P en hojas de amaranto, a pesar de ello en los resultados presentó mayores contenidos de Fe comparado con otros vegetales (Mepba *et al.*, 2007).

Se realizó una comparación del contenido proteico de las hojas deshidratadas de atajo mostrado en la Tabla 7 (24,6%) con valores de porcentaje proteico obtenidos en investigaciones realizados en: hojas secas de quinua como los efectuados por Bravo y Perez (2016), quienes obtuvieron un resultado inferior al obtenido en el presente trabajo (11,82%); por el contrario, los datos obtenidos por Galarza (2010) y Paquita (2017), mostrando resultados superiores, pero más cercanos: 27,84% y 28,34%, respectivamente. El contenido proteico de la harina de hojas deshidratadas de acelga y espinaca (19.09% y 21.36%) mostraron valores inferiores al resultado obtenido (Casa, 2011), en el trabajo mencionado tanto la acelga como la espinaca fueron sometidos a una temperatura de secado de 70°C por 16 horas.

Amaranthus viridis L. es una fuente importante de proteínas pues la composición de aminoácidos de esta planta cumple con el estándar de proteínas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Sadia *et al.*, 2016); sin embargo, también se señala que durante la cocción se da la coagulación de proteínas, lo cual mejora su digestibilidad y propiedades sensoriales, pero se reduce de manera significativa el contenido de proteínas (Mepba *et al.*, 2007).

El contenido de grasa obtenido para hojas deshidratadas de atajo (12.0%) se encuentra por encima de los valores reportados por Galarza (2010) y Paquita (2015) para hojas secas de quinua, quienes reportaron valores de 3.5% y 8.13% respectivamente. Comparativamente se obtienen resultados más cercanos a Paquita (2015), pues efectuó un escaldado como tratamiento previo al secado de las hojas tal como se realizó una precocción previa, en el presente trabajo. Kakade y Hathan (2014) indican que, al efectuar un tratamiento térmico, la materia seca de las hojas disminuye debido a la lixiviación de minerales, azúcares y vitaminas, por consiguiente, el porcentaje de grasa aumenta en la materia seca restante, puesto que la grasa es insoluble en agua.

El contenido de fibra de las hojas deshidratadas de atajo mostrado en la Tabla 7 (10.8%) es inferior al valor obtenido por Agbede *et al.* (2012), para la harina de hojas de *A. viridis*, (18.45%), esta diferencia puede deberse al tipo de secado utilizado, pues el autor realizó un secado solar de 4 a 5 días, registrando un menor impacto en los nutrientes por la utilización de

menores temperaturas por un tiempo más prolongado, mientras que en el presente trabajo se optó por un secado de bandejas a 50°C por 1 hora y 30 minutos con un tratamiento previo de cocción por 15 minutos, Acho *et al.* (2014) indica que la cocción de los vegetales por este tiempo, resulta en un aumento significativo en el porcentaje de fibra cruda, pues se da un aumento en el contenido de fibras solubles, con la correspondiente disminución en el contenido de fibras insolubles; por el contrario Galarza (2010) y Paquita (2015) reportan valores inferiores de 8.2% y 10.7%, respectivamente para hojas secas de quinua, el resultado de Paquita (2015) es más cercano al obtenido pues el autor también realizó un pretratamiento térmico físico antes del secado.

El porcentaje de carbohidratos obtenido en la presente investigación (27.7%) es doblemente inferior al valor reportado por Agbede *et al.* (2012) para harina de hojas de *Amaranthus viridis* (44.36%); y Galarza (2010) para hojas secas de quinua (40.78%); mientras que Paquita (2015), reportó un valor superior pero más cercano de 36.27%.

Se realizó el cálculo de la energía total de acuerdo a lo señalado por la FAO (2003) usando los resultados del análisis proximal en este trabajo y los mencionados a continuación; obteniéndose 317 kcal/100g para hojas deshidratadas de atajo, un valor inferior al calculado para harina de hoja de *Amaranthus viridis* L. (340.32 kcal/100g) (Agbede, 2012), en cambio al comparar la energía total con los valores calculados de Galarza (2010) y Paquita (2015), el resultado obtenido, para hojas secas de quinua, se encuentra dentro del rango de valores calculados de estos autores; 305.98 kcal/100g y 331.73 kcal/100g.

Por consiguiente, al comparar los resultados reportados por otros autores con los obtenidos en este estudio se puede deducir que la variación del contenido proximal se debe a la variedad de especies, condiciones ambientales establecidas, la edad de las plantas en la cosecha, y principalmente, a las diferencias entre métodos y temperaturas de secado utilizados (Nadeeshani *et al.*, 2018; Barahona, 2013).

4.1.3. ANÁLISIS DE HIERRO Y ÁCIDO CIANHIDRICO DE LAS HOJAS DESHIDRATADAS DE ATAJO

Uno de los antinutrientes que debe tenerse en consideración cuando de efectos negativos a la salud se refiere, son los glucósidos cianogénicos, pues estos se encuentran en algunas plantas y al degradarse mediante esfuerzos mecánicos, químicos o térmicos, puede liberar ácido cianhídrico (HCN), que es un elemento tóxico, pues se ha demostrado que provoca problemas respiratorios y compromete el sistema endocrino, el sistema cardiovascular y el sistema nervioso (Behkit *et al.*, 2018).

Umar *et al.* (2011) reportó un contenido de ácido cianhídrico (HCN) de 13.07 mg /100g (%DW) en hojas frescas de *Amaranthus viridis* L., siendo el límite máximo permisible para este elemento (HCN) en harina de yuca un máximo de 10 ppm (1 mg/100 g) (Codex Alimentarius, 2015), debido al alto valor de HCN encontrado en hojas frescas, se realizó un tratamiento previo al secado para asegurar su disminución, tomando como referencia los trabajos de Zumaeta y Gonzales (2014) y Gómez (2013).

Zumaeta y Gonzales (2014), realizaron tratamientos de precocción de 15-25 min, demostrando que el contenido de HCN en hojas de yuca, disminuye conforme aumenta el tiempo de precocción, mientras que Gómez (2013) realizó un tratamiento de cocción por 15 min para asegurar la eliminación de otros compuestos anti nutricionales en hojas frescas de sangaroché (*Amaranthus hybridus* L.) como: nitratos, ácido oxálico, ácido fólico, taninos y saponinas, también presentes en las hojas frescas de atajo (*Amaranthus viridis* L.) en cantidades de 4.4 mg/g para saponinas y 2.7 mg/g para taninos. (Sadia *et al.* 2016).

El contenido de HCN en hojas deshidratadas de atajo obtenido fue de 0.2 ug/gMP, que equivale a 0.02 mg/100 g (Tabla 21), demostrándose que el tratamiento de cocción de 15 min si fue efectivo para la disminución de este compuesto en hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.). Este resultado se encuentra dentro del rango de valores de 0.036 mg/100g y 0.2 mg/100g obtenidos por Essack *et al.* (2017) para *A. hybridus* y *A. dubius*, respectivamente.

Tabla 21

Análisis de hierro y ácido cianhídrico de las hojas deshidratadas de atajo (Amaranthus viridis L.)

Análisis Físicoquímicos	%
HCN	0.2 ug/gMP*
Hierro	33.87 mg/100 g

* Existen 0.2 ug de HCN por cada gramo de muestra.

Alegbejo (2013) reportó un contenido de hierro de 27.0 mg/100g (DW) en hojas frescas de *Amaranthus viridis* L, mientras que el valor obtenido para hojas deshidratadas de *A. viridis* fue de 33.87 mg/100 g (Tabla 21). La disminución observada corresponde con los resultados de Zoro *et al.* (2015), quien evaluó la influencia del método de secado en el contenido nutricional de hojas de *Abelmoschus esculentus*, reportando que las hojas frescas de *A. esculentus* contienen un 83.91% de humedad y 21.06 mg/100 g de hierro, al segundo día de secado al sol (35°C-38 °C) se obtiene un contenido de humedad menor (8.31%) y el contenido de hierro mayor (29.85 mg/100g), este valor es inferior al obtenido en el presente trabajo.

Por el contrario, los autores Saika y Deka (2013) obtuvieron un incremento no significativo en la concentración de hierro en hojas secadas a temperaturas menores de 65°C de *Amaranthus viridis* L. que fueron sometidas a cocción, obteniéndose valores de 18.72 mg/100 g y 20.78 mg/100 g, respectivamente, ambos valores son menores que el obtenido en el presente estudio, antagónicamente Asaolu *et al.* (2012) obtuvo un resultado superior al obtenido para hojas secas de *Amaranthus hybridus* (39.04 mg/100g) a una humedad del 10%.

De modo general, se puede observar un incremento del contenido de hierro después de la deshidratación de las hojas de *A. viridis*, el cual se debe a la concentración de micronutrientes después de la deshidratación, comportamiento similar que muestran otros vegetales (Gupta *et al.*, 2011).

4.1.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS SOPAS INSTANTÁNEAS

4.1.4.1. HIERRO

SELECCIÓN DE MODELO MATEMÁTICO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El contenido de hierro (mg/100g) correspondiente a cada tratamiento evaluado se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22

Resultados del contenido de hierro (mg/100g) de la mezcla de componentes de la sopa instantánea en los tratamientos.

Tratamientos	Hojas de atajo (%)	Harina de kiwicha (%)	Harina de trigo (%)	Hierro (mg/100g)
A	4.5	42	17.5	8.93
B	7.5	42	14.5	10.45
C	9	0	55	9.63
D	7.5	14.5	42	9.45
E	3	6	55	8.61
F	4.5	17.5	42	7.26
G	9	55	0	9.02
H	6	29	29	4.45
I	3	55	6	6.83

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de regresión múltiple (Tabla 23). Consiguientemente, se selecciona el modelo cuyo valor-P es menor al 5 %, siendo el modelo cúbico completo el elegido, puesto que su valor-P es 0.0002 y su R-cuadrada es 99.37, un valor superior a los obtenidos para otros modelos.

Tabla 23

Análisis de los posibles modelos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Lineal	10.6661	2	5.33303	1.85	0.1916
Cuadrático	5.95825	3	1.98608	0.64	0.6045
Cúbico Especial	30.5435	1	30.5435	49.60	0.000
Cúbico Completo	6.4318	2	3.2159	84.57	0.000
Cuartico Especial	34.1516	2	17.0758	53.94	0.000
Error	0.3422	9	0.0380		
Total	53.9419	17			

Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	1.69855	19.77	9.08
Cuadrático	1.76346	30.82	1.99
Cúbico Especial	0.784747	87.44	80.59
Cúbico Completo	0.195007	99.37	98.80
Cuartico Especial	0.562668	94.13	90.02

El modelo matemático se ajustó a la ecuación cúbica completa:

$$\hat{y} = - 1163801 * A + 1685.9 * B + 1665.5 * C + 1264983 * A * B + 1273938 * A * C - 18808 * B * C - 10880 * A * B * (A - B) + 0 * A * C * (A - C) - 127.9 * B * C * (B - C) + 38477 * A * B * C + \varepsilon$$

Donde:

\hat{Y} = Contenido de hierro de la mezcla

A = Hojas de atajo

B = Harina de kiwicha

C = Harina de trigo

Debido a la limitada región experimental para los experimentos de mezclas, el modelo cuadrático puede no ser lo suficientemente flexible como para representar los resultados de algunos experimentos. En consecuencia, se puede optar por el modelo cúbico completo, pues cuantifica como afecta la mezcla ternaria en el interior del simplex, agregando el término $x_1x_2x_3$ (Lawson y Willden, 2016; Gutiérrez y De la Vara, 2012).

El valor-p es la probabilidad que permite determinar la significancia de una prueba, entre menor sea la diferencia encontrada entre dos o más grupos hay una mayor significancia estadística. Se considera significativo un valor-p < 0.05 para un nivel de confianza de 95% (Romero, 2012; Gómez *et al.*, 2013). Debido a que el valor-p para este modelo resultó menor que 0.05, se puede inferir que existe una relación estadísticamente significativa entre el hierro y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0%.

El coeficiente de determinación (R^2) para el modelo seleccionado es 0.9937, es decir, el modelo explica el 99.37% de la variabilidad de la respuesta (hierro); por otro lado, el coeficiente de determinación ajustado (R^2 (ajus)) es 98.80 %, lo que indica que es más adecuado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes. En ese sentido, según los autores Gutiérrez y De la Vara (2012), Novales (2010) y Mora y Rodríguez (2001), se afirma que el modelo es significativo y representa la relación entre la respuesta (hierro) y las variables (hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) se muestran en el Anexo VIII.

EFEECTO DE LOS INGREDIENTES SOBRE EL CONTENIDO DE HIERRO

Se estudió la influencia de cada componente de la mezcla sobre el contenido de hierro en la sopa instantánea utilizando Gráficos de superficie (Figura 21), Gráficos de contorno (Figura 22) y Gráficos de Trazas (Figura 20).

El mayor contenido de hierro es de 10.77 mg /100g y el menor, 4.6 mg /100g., siendo las harinas de kiwicha y trigo, las variables que muestran mayor influencia sobre el contenido de hierro.

La Gráfica de trazas de respuesta, también conocida como gráfica de los efectos de los componentes, sirve para examinar el efecto de cada componente sobre la respuesta (hierro) (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

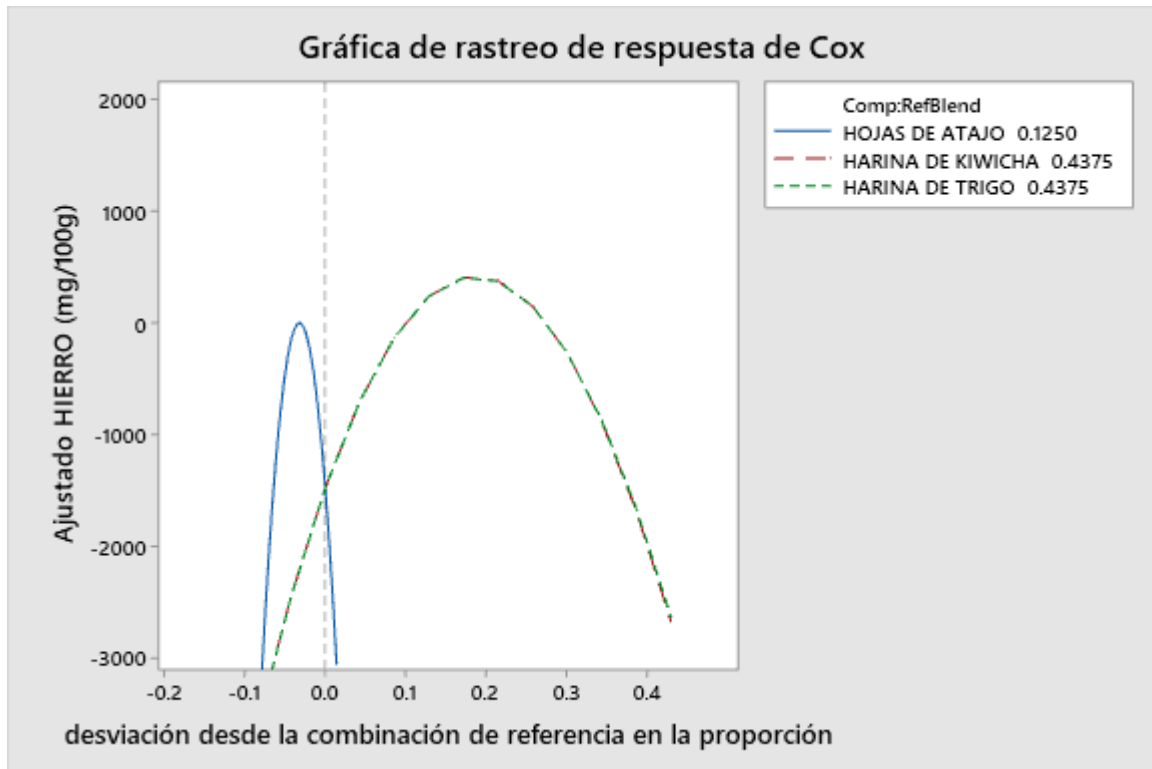


Figura 20. Gráfico de trazas para el contenido de Hierro

En la gráfica de trazos (Fig. 20), se muestra la influencia de las hojas de atajo (trazo azul), harina de kiwicha (trazo rojo) y la harina de trigo (trazo verde) en el contenido de hierro de la mezcla. Se observa que el componente con mayor efecto en la respuesta son las hojas de atajo, pues presenta un trazo más pronunciado, sin embargo, el incremento de la harina de kiwicha y la harina de trigo generan un mayor incremento del contenido de hierro que las hojas de atajo, por otro lado, también se puede decir que la harina de kiwicha y la harina de trigo presentan un comportamiento similar. Debido a esto, el valor máximo del contenido de hierro se alcanza cuando se incrementa el porcentaje de harina de kiwicha y/o harina de trigo en la mezcla y como consecuencia, disminuye el contenido de hojas de atajo.

En el gráfico de superficie respuesta (Fig. 21) se observa que hay una predisposición negativa de los datos interpolados, Wicklin (2019) indica que esto sucede cuando hay una extensa área no cubierta por datos reales y una tendencia negativa de los mismos, como es

nuestro caso, puesto que el componente “hojas de atajo” solo se evaluó de un 3 al 9%, pues se trata de un modelo de región restringida (vértices extremos), además refiere que los valores pronosticados en el área más extensa no son muy confiables porque se encuentra lejos de los datos.

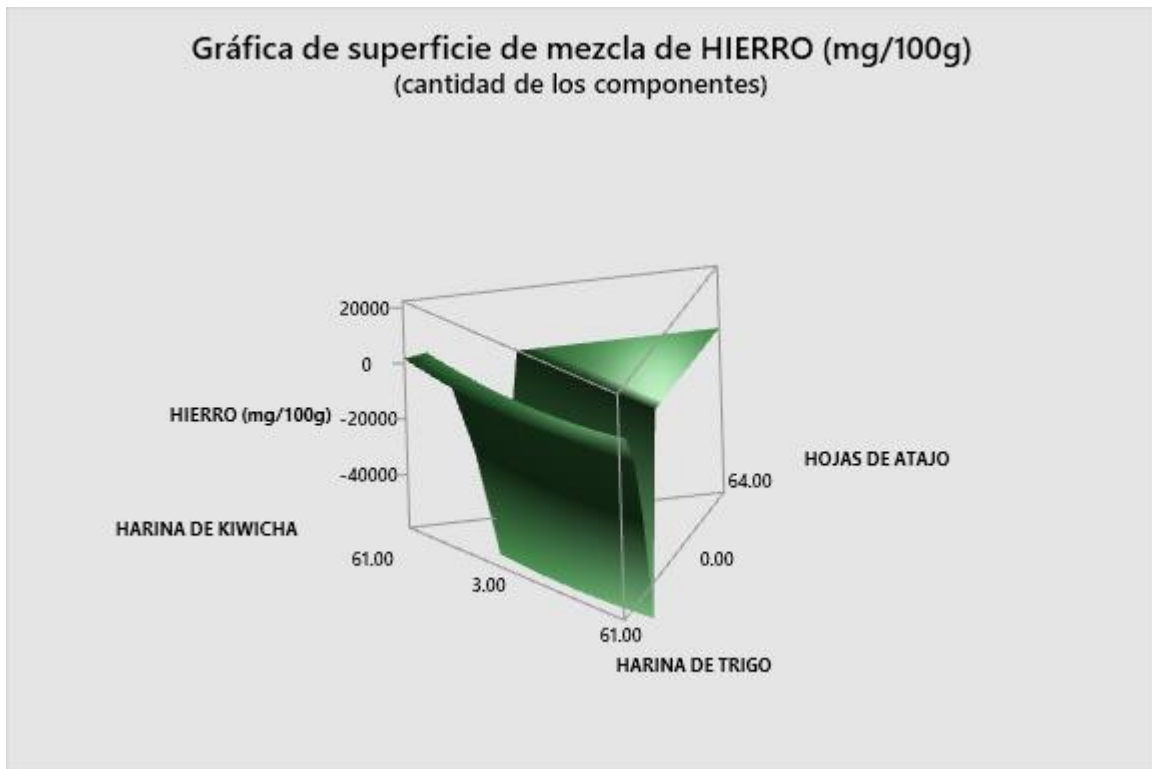


Figura 21. Superficie de respuesta tridimensional del contenido de hierro

Dentro de la región restringida se observa que el incremento de la harina de kiwicha y la harina de trigo produce un incremento en el contenido de hierro, aunque esto se observa más claramente en la gráfica de contorno (Fig.22), donde el color del gráfico cambia de rojo a azul, de acuerdo al incremento del contenido de hierro, siendo los tonos rojos los valores más bajos, verde los valores intermedios y azules los valores más altos.

Los tratamientos con mayor proporción de harina de kiwicha y harina de trigo obtuvieron valores más altos de hierro (color morado), mientras que los tratamientos con mayor proporción y menor proporción de hojas de atajo obtuvieron valores mínimos de hierro (color rojo). Se evidencia de la Fig. 22 que los valores máximos de contenido de hierro se obtienen disminuyendo uno de los componentes de la mezcla, ya sea harina de kiwicha o harina de trigo,

además el tercer componente (hojas de atajo) depende de los otros dos componentes, aun así, se observa que hay una tendencia positiva al incrementarse el contenido de hojas de atajo.

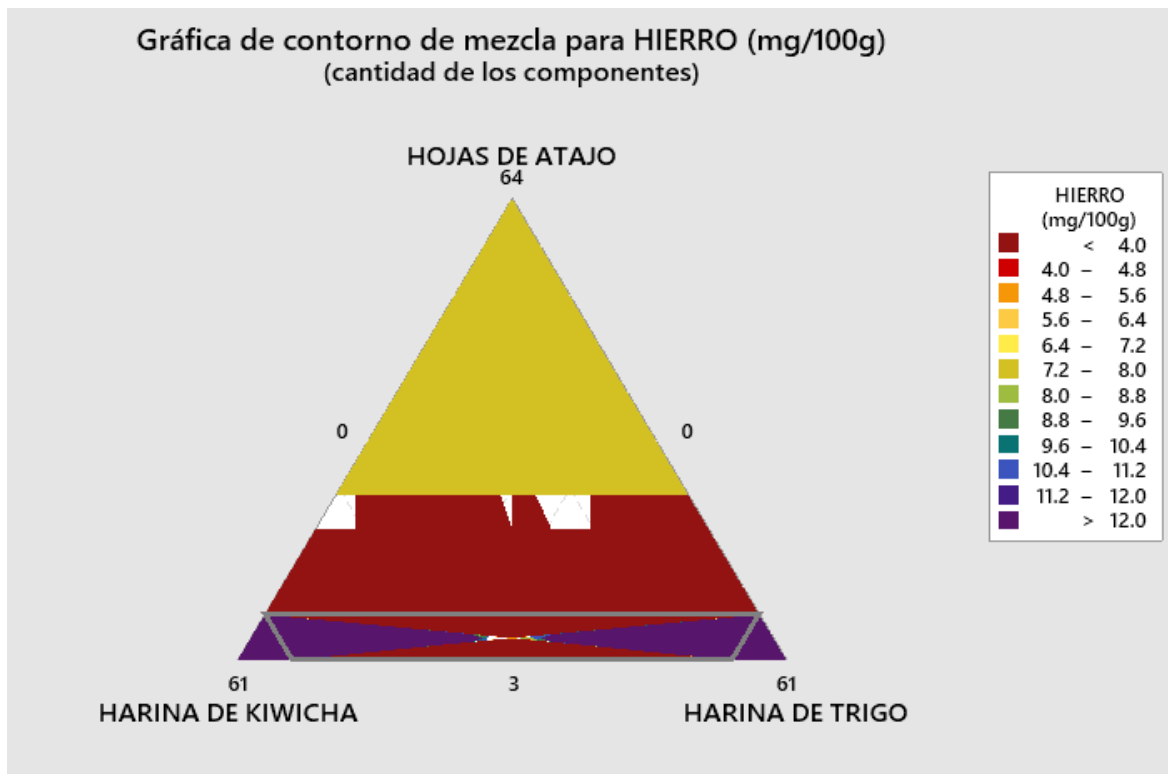


Figura 22. Gráfico de contornos del contenido de hierro de la sopa instantánea

Los resultados obtenidos indican que la harina de kiwicha y la harina de trigo incrementan el contenido de hierro en la sopa instantánea. García *et al.* (2009) indicaron que al utilizar un 65% de harina de arracacha amarilla y 25% de leche entera en la formulación de una sopa instantánea obtuvieron 5.4 mg/100g de hierro, del mismo modo Albán *et al.* (2011) observaron que un 83% de harina de camote aportó una cantidad mínima de hierro de 0.04 mg/100g en una sopa instantánea, al comparar ambos valores con el contenido de hierro (4.45 mg/100g) que se obtuvo en la mezcla formada por 29% de harina de kiwicha, 29% de harina de trigo y 6% de hojas de atajo, se puede observar que es la formulación que menor contenido de hierro obtuvo (Tabla 24), sin embargo, todas las demás obtuvieron valores superiores a los obtenidos por los autores.

Por su parte, Velásquez (2011) obtuvo un contenido de hierro de 6.03 mg/100g utilizando 64.94% de harina de olluco y 18.46% de leche en polvo para una sopa instantánea, un valor superior al valor obtenido para la formulación antes mencionada, pero menor para mezcla

formada por 55% de harina de kiwicha, 6 % harina de trigo y 3% hojas de atajo, donde se obtuvo un 6.83 mg/100g de hierro, mientras que si utilizamos 6% de harina de kiwicha, 55% harina de trigo y 3% hojas de atajo se obtiene un valor de 8.61 mg/100g de hierro, en referencia a lo anterior, se puede decir que la incorporación de 55% de harina de kiwicha o trigo puede aumentar significativamente el contenido de hierro, no obstante el valor obtenido utilizando mayor proporción de trigo es ligeramente mayor que el obtenido cuando se utiliza harina de kiwicha.

Tabla 24

Tratamientos con mayores contenidos de hierro (mg/100g)

Tratamientos:	Hojas de atajo (%)	Harina de kiwicha (%)	Harina de trigo (%)	Hierro (mg/100g) *
B	7.5	42	14.5	10.45
C	9	0	55	9.63
D	7.5	14.5	42	9.45
G	9	55	0	9.02
A	4.5	42	17.5	8.93
E	3	6	55	8.61
F	4.5	17.5	42	7.26
I	3	55	6	6.83
H	6	29	29	4.45

Es conveniente mencionar que la mezcla formada por 55% de harina de kiwicha 6 % harina de trigo y 3% hojas de atajo, presentó un contenido de hierro de 6.83 mg /100g, mientras que la mezcla formada por 55% de harina de kiwicha 0% harina de trigo y 9% hojas de atajo obtuvo un valor de 9.02 mg/100g, siendo este valor superior a la mezcla anterior donde se varió en mayor medida el contenido de hojas de atajo de 3% a 9%, incrementándose en gran medida el contenido de hierro, un comportamiento similar se obtiene al analizar la harina de trigo.

Galarza (2010) seleccionó la formulación de sopa instantánea que contiene 10 % de harina de hojas de quinua, 26% almidón de maíz y 39% harina de quinua, obteniendo un total de 7.8 mg/100g de hierro, mientras que en el presente estudio al utilizar 9% de hojas de atajo y 55% de harina de kiwicha o trigo se obtuvo 9.02 mg/100g y 9.63 mg/100g, respectivamente.

Si observamos la formulación que tiene los valores más altos de hierro (Tabla 21), cuya formulación es 42% de harina de kiwicha 14.5 % harina de trigo y 7.5% hojas deshidratadas de atajo obtenemos un 10.45 mg/100 g de hierro, valor superior al obtenido en una sopa instantánea a base de quinua, con una formulación compuesta por 9% de hojas de atajo y 55% de harina de kiwicha, lo que quiere decir que no necesariamente al excluir uno de los componentes de la mezcla con el fin de maximizar los otros dos componentes se obtendrá los máximos valores, pues se ha demostrado que la mezcla debe contener los tres componentes y la harina de trigo o kiwicha debe tener valores mayores a 29%, mientras que las hojas de atajo debe presentar valores mayores a 6%, además se observa que la harina de trigo aporta más hierro que la harina de kiwicha, sin embargo cuando hay mayores porcentajes de hojas de atajo y harina de kiwicha se obtienen valores más altos de hierro comparados a los obtenidos cuando hay mayores porcentajes de hojas de atajo y harina de trigo.

Se puede concluir entonces, que tanto la harina de trigo, como la harina de kiwicha, incrementan significativamente el contenido de hierro en la sopa instantánea, además se observa que las hojas de atajo también lo incrementan, pero en menor medida; la razón puede deberse que al tratarse de una mezcla el incremento de un componente incide en la disminución de otro, y al tener un rango de participación mucho menor al usado en la harina de trigo y de kiwicha, esto se podría interpretar como si influyera negativamente en el incremento del contenido de hierro.

En efecto, la kiwicha es una buena fuente de minerales en comparación con otros alimentos básicos como el arroz, maíz, avena y cebada, además contiene buena cantidad de hierro y calcio, razón por la cual se podría utilizar para mitigar la deficiencia de hierro entre las mujeres en edad reproductiva y las personas anémicas mediante la incorporación de harina de kiwicha en la formulación de harinas compuestas, sin embargo, es necesario la utilización de técnicas de procesamiento que puedan reducir el contenido de antinutrientes que afectan la disponibilidad de estos minerales. En ese sentido, al evaluar la variación del contenido de minerales cuando se efectúan diversos tratamientos (Cocción, tostado y germinado), se concluye que hay una

disminución significativa en cada tratamiento, no obstante, el tostado fue el tratamiento que menor pérdida de hierro tuvo, por tanto, el más recomendado (Kumari *et al.*, 2019; Wangui, 2015).

Por su parte, originalmente la harina de trigo aportaba un aproximado de 1.5 mg/100g de hierro, sin embargo, en el año 2006, se aprobó el Decreto Supremo N° 012-2006-SA, que dispone la fortificación de harinas con micronutrientes a fin de combatir la anemia a nivel nacional, esta ley establece que la cantidad mínima de adición de hierro debe ser de 5.5 mg/100g, a pesar de ello un informe realizado en el año 2012, refiere que el valor real de la harina de trigo oscila entre 2.6 mg/100g y 10.7 mg/100g, lo que sugiere valores más altos que el encontrado en la información nutricional de la harina de trigo utilizada (FAO, 2002; INS, 2016).

En lo que respecta a las hojas de atajo, algunos autores indican que esta amarantácea es conocida como una fuente importante de minerales como magnesio, calcio y hierro (Sadia *et al.*, 2016; Achigan-Dako *et al.*, 2014); debido a ello, se recomienda una ingesta diaria de 100 g de verduras en la dieta de un adulto (Kumari *et al.*, 2004). En este trabajo se obtuvo un total de 33.87 mg/100 g de hierro en hojas deshidratadas de atajo, que fueron utilizadas para elaborar la sopa instantánea en porcentajes del 3% al 9%, por lo que en comparación de la harina de kiwicha y trigo, tuvo una participación menor.

Finalmente, los tratamientos “B”, “C”, “D” y “G” obtuvieron los mayores valores para el contenido de hierro para una sopa instantánea a base de hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo.

4.1.4.2. *PROTEÍNA*

SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El contenido de proteína (%) correspondiente a cada tratamiento evaluado se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25

Resultados del contenido de proteína (%) de la mezcla de componentes de la sopa instantánea en los tratamientos.

Tratamientos:	Hojas de atajo (%)	Harina de kiwicha (%)	Harina de trigo (%)	Proteína (%)
A	4.5	42	17.5	10.25
B	7.5	42	14.5	10.25
C	9	0	55	11.2
D	7.5	14.5	42	11.0
E	3	6	55	10.2
F	4.5	17.5	42	9.45
G	9	55	0	10.15
H	6	29	29	10.4
I	3	55	6	10.6

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de regresión múltiple (Tabla 26). Consiguientemente, se selecciona el modelo cuyo valor-P es menor al 5 %, siendo el modelo cúbico completo el elegido, puesto que su valor-P es 0.0002 y su R-cuadrada es 99.37, un valor superior a los obtenidos para otros modelos.

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de regresión múltiple (Tabla 26). Consiguientemente, se selecciona el modelo cuyo valor-P es menor al 5 %, en ese sentido se escogería el modelo cúbico completo, sin embargo, los valor-p de los modelos cuadrático y

cúbico especial también son significativos, por tanto, en este caso se utiliza otros criterios (Coeficiente de determinación R^2 y R^2 (ajus)).

Tabla 26
Análisis de los posibles modelos

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Lineal	2	0.9285	0.4643	1.65	0.224
Cuadrático	5	3.3782	0.6756	4.61	0.014
Cúbico especial	6	3.47178	0.57863	3.82	0.026
Cúbico completo	8	4.1778	0.5222	4.90	0.014

Modelo	ES	R-Cuadrada	R-Cuadrada Ajd.
Lineal	0.52973	18.07%	7.15%
Cuadrático	0.38293	65.75%	51.48%
Cúbico Especial	0.38917	67.57%	49.89%
Cúbico Completo	0.32659	81.31%	64.71%

El modelo cúbico completo presenta el coeficiente de determinación más alto (81.31 %), sin embargo, sus términos no son significativos y algunos no se pueden estimar, por ello se optó por el modelo cúbico especial.

En la Tabla 27 se muestra el análisis de varianza para el modelo cúbico especial, junto con la estimación de sus coeficientes. El valor-p = 0.026 en el ANOVA muestra que el modelo es significativo con un coeficiente de determinación (R^2) de 67.57%.

Tabla 27

Análisis de varianza del modelo cúbico especial

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor-F	Valor-P
Regresión	6	3.47178	0.57863	1.74	0.026
Lineal	2	0.52697	0.26348	5.56	0.221
Cuadrático	3	2.52786	0.84262	0.70	0.014
A*B	1	0.10619	0.10619	0.70	0.420
A*C	1	0.10613	0.10613	0.69	0.420
B*C	1	0.10470	0.10470	0.62	0.423
Cúbico especial	1	0.09361	0.09361	0.62	0.448
A*B*C	1	0.09361	0.09361	1.74	0.448
Error residual	11	1.66600	0.15145		
Total	17	5.13778			

Se observa que de entre todas las interacciones de términos cuadráticos, el término B*C posee un valor-p más alto, en consecuencia, al suprimirlo aumenta el coeficiente de determinación. De ese modo, al eliminar el término B*C, el valor-p para el modelo disminuye hasta alcanzar un valor de 0.015 y el R² (ajus) se incrementa hasta 51.18%. Por lo tanto, los coeficientes del modelo cúbico especial son diferentes (Tabla 28) y están dados por la siguiente ecuación cúbica:

$$\hat{y} = 492*A + 10.76*B + 10.01*C - 541*A*B - 521*A*C + 1200*B*C - 87.6 *A*B*C$$

Donde:

\hat{Y} = Contenido de proteína de la mezcla

A = Hojas de atajo

B = Harina de kiwicha

C = Harina de trigo

Tabla 28

Ajuste del análisis de varianza (ANOVA) para el modelo cubico especial.

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor-F	Valor-P
Regresión	5	3.3671	0.6734	4.56	0.015
Lineal	2	1.3320	0.6660	4.51	0.035
Cuadrático	2	2.4232	1.2116	8.21	0.006
A*B	1	0.9247	0.9247	6.27	0.028
A*C	1	0.8564	0.8564	5.80	0.033
Cúbico especial	1	0.6392	0.6392	4.33	0.059
A*B*C	1	0.6392	0.6392	4.33	0.059
Error residual	12	1.7707	0.1476		
Total	17	5.1378			

En ese sentido, al analizar cada término del modelo, se concluye que los términos lineal y cuadráticos poseen una relación estadísticamente significativa entre la proteína y las interacciones de los componentes pues el valor-p resultó menor que 0.05, sin embargo; el componente cúbicos (hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo) no tienen efecto significativo (valor-p >0.05) en el comportamiento de la respuesta, es decir, no hay diferencia significativa entre la cantidad de proteínas que aporta cada mezcla.

El coeficiente de determinación (R^2) para el modelo ajustado es 0.6554, es decir, el modelo explica el 65.54% de la variación de la proteína es explicada por la mezcla de los componentes (hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo). Además, el coeficiente de determinación Ajustado (R^2_{ajus}), cuyo valor fue 51.18%, lo que indica que es más adecuado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes, por tanto, se infiere que el modelo matemático es significativo y representa la relación entre la respuesta (proteína) y las variables (hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo).

EFECTO DE LOS INGREDIENTES SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA

Se estudió la influencia de cada componente de la mezcla sobre el contenido de proteína en la sopa instantánea utilizando Gráficos de superficie (Figura 24), Gráficos de contorno (Figura 25) y Gráficos de Trazas (Figura 23).

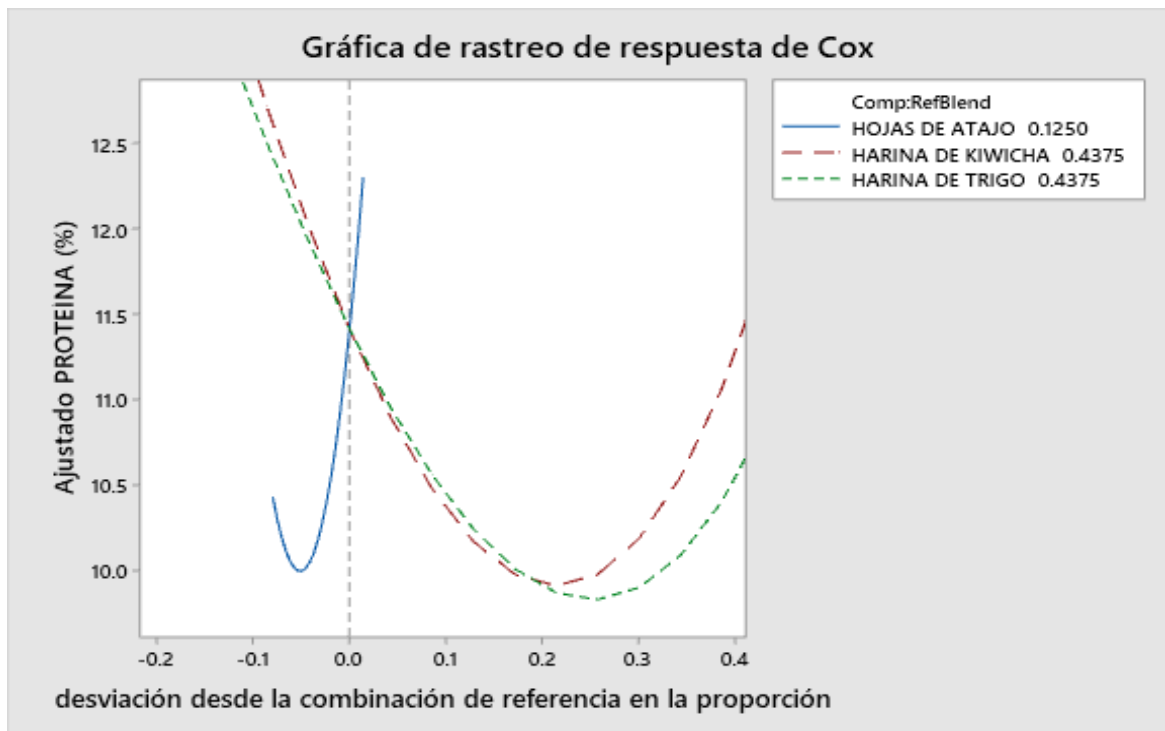


Figura 23. Gráfico de trazas para el contenido de Proteína

El valor máximo y mínimo de proteína fue de 11.3 % y 9.2 %, respectivamente, siendo las hojas de atajo la variable que posee mayor influencia sobre el contenido de proteína.

La Gráfica de trazos para el contenido de proteína en función de los componentes de la mezcla (hojas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo) (Figura 23).

En el gráfico de trazos, se presenta la influencia de las hojas de atajo (trazo azul), harina de kiwicha (trazo rojo) y harina de trigo (trazo verde) en el contenido de proteína de la mezcla. Se observa que el componente con mayor efecto en la respuesta son las hojas de atajo, pues presenta un trazo más pronunciado, asimismo el incremento de harina de kiwicha y harina de trigo generan una disminución en el contenido de proteína, mientras que el incremento de hojas

de atajo, genera un incremento en el contenido de proteína. Además, la harina de kiwicha y la harina de trigo presentan un comportamiento similar. Debido a esto, el valor máximo del contenido de hierro se alcanza cuando se incrementa el contenido de hojas de atajo en la mezcla y como consecuencia, disminuye el contenido de harina de kiwicha y/o trigo.



Figura 24. Superficie de respuesta tridimensional del contenido de proteína

El gráfico de superficie respuesta nos muestra la variación de la respuesta (contenido de proteína) en función de la interacción de los componentes de la mezcla (hojas de atajo, harina de kiwicha - trigo). Se puede observar una evidente curvatura hacia arriba en el extremo correspondiente a las hojas de atajo, sin embargo, se debe tomar en cuenta lo mencionado anteriormente, que los valores extrapolados en la región no cubierta por datos no son confiables (Wicklin, 2019), a pesar de ello la tendencia es real, por lo que al aumentar el contenido de hojas de atajo en la mezcla incrementaría el contenido de proteína en la sopa instantánea de manera significativa (Figura 24).

Asimismo, la harina de kiwicha y harina de trigo muestran una ligera curvatura hacia arriba, es decir, el incremento de estos componentes en la mezcla, influye en el aumento del contenido de proteína en el producto, pero no en la misma proporción que las hojas de atajo; esta

diferencia se observa más claramente en el gráfico de contornos (Fig. 25). Finalmente, se concluye que el aumento de uno de los componentes condicionaría la disminución de otros componentes, debido a esto, para obtener el mayor contenido de proteína, se debe considerar incrementar las hojas de atajo en la formulación.

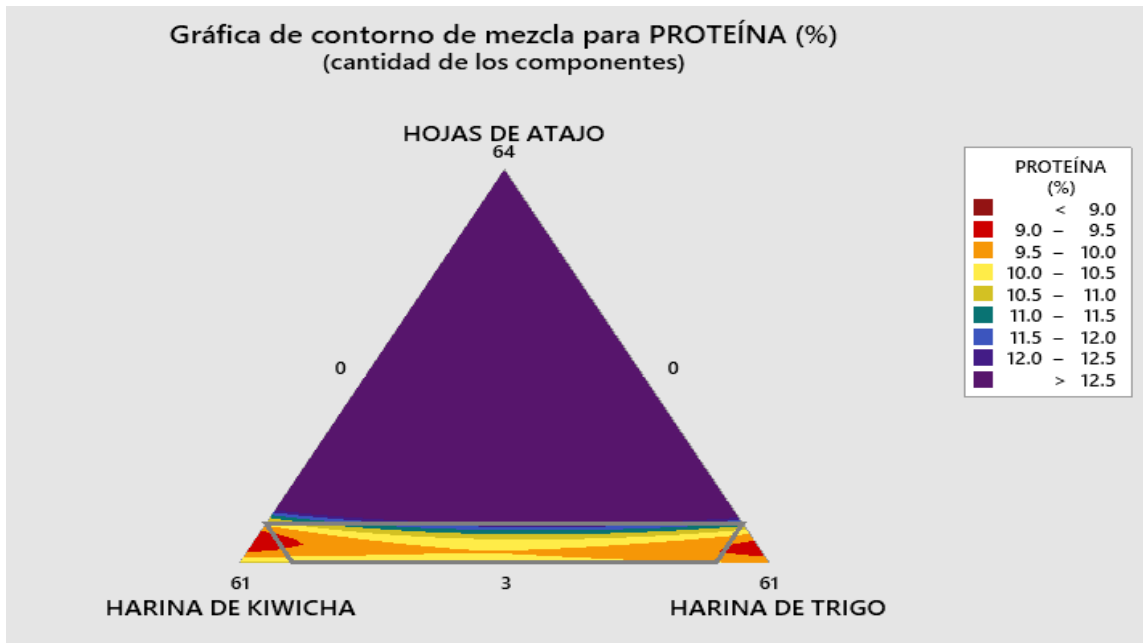


Figura 25. Gráfica de contornos para el contenido de proteína de la sopa instantánea

En el gráfico de contornos los colores varían de rojo a morado de acuerdo al incremento del contenido de proteína, en ese sentido, las áreas que corresponden a los valores más bajos son de color rojo, valores intermedios son color amarillo y valores altos son color morado (Figura 25).

La harina de kiwicha y de trigo influyen positivamente en el porcentaje (%) de proteína, pues al disminuir la cantidad de hojas de atajo y aumentar el contenido de harina de kiwicha, se incrementa el contenido de proteína (color amarillo), sin embargo, la mezcla con los valores más altos de proteína se obtendría cuando la formulación presenta altos porcentajes de hojas de atajo y un alto porcentaje de uno de los componentes restantes (color azul).

No se ha reportado en la literatura el uso de hojas deshidratadas de atajo en la elaboración de sopa instantánea, sin embargo, existen investigaciones donde utilizan harinas de hojas de otras plantas.

García (2017) indicó que al utilizar 79 % de harina de arveja y harina de hojas de moringa (5 %) en la formulación de una sopa instantánea obtuvieron 9.07 % de proteína, en el presente trabajo todos los tratamientos obtuvieron valores superiores al mencionado por el autor, siendo los tratamientos más cercanos, los siguientes: 4.5 % de hojas de atajo, 17.5 % harina de kiwicha y harina de trigo (42 %) con un valor promedio de 9.45 % de proteína y; 4.5% de hojas de atajo, 42 % harina de kiwicha y 17.5 % harina de trigo, con un valor promedio de 10.25 % proteína (Tabla 29).

Así mismo, Galarza (2010) obtuvo un 14.02 % de proteína utilizando 10 % de harina de hojas de quinua, 26% almidón de maíz y 39% harina de quinua para la elaboración de una sopa instantánea; sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron inferiores al mencionado por el autor; siendo los tratamientos más cercanos los siguientes; 9% de hojas de atajo con 55% harina de kiwicha y 9% hojas de atajo con 55% harina de trigo, cuyos valores promedio fueron; 10.15% y 11.2 % de proteína, respectivamente.

Por su parte, Bastidas (2012) evaluó 6 formulaciones de sopas instantáneas elaboradas a partir de harina de pulpa de sambo (PS), harina de pulpa de zapallo (PZ) y harina de hojas y tallos de sambo (HT), eligiendo 3 formulaciones que obtuvieron resultados superiores en la evaluación sensorial: T1, T4 y T5.

Los componentes de la formulación T4, fueron: 35 % de PS, 25 % de PZ y 5 % de HT, cuyo contenido de proteína fue 10.97 % de proteína, de igual modo, al utilizar las siguientes formulaciones en el presente estudio; 42% de harina de kiwicha, 17.5 % harina de trigo y 4.5% hojas de atajo y, harina de kiwicha (17.5 %), harina de trigo (42 %) y 4.5 % hojas de atajo, se obtuvo un promedio de 10.25 y 9.45 % de proteína, respectivamente; valores inferiores a los reportados por el autor.

La formulación T5 (40% de PS, 10% de PZ y 10% HT) obtuvo un 11.61% de proteína, valor superior a la formulación T4, y a los resultados obtenidos en el presente estudio, pues la formulación elaborada a partir de; 9% de hojas de atajo con 55% harina de kiwicha y 9% de hojas de atajo con 55% harina de trigo, reportaron valores de 10.15 % y 11.2 % de proteína, respectivamente.

Tabla 29

Tratamientos con mayores contenidos de proteína (%)

Tratamientos	Hojas de atajo (%)	Harina de kiwicha (%)	Harina de trigo (%)	Proteína (%)
C	9	0	55	11.2
D	7.5	14.5	42	11.0
I	3	55	6	10.6
H	6	29	29	10.4
B	7.5	42	14.5	10.25
A	4.5	42	17.5	10.25
H	6	29	29	10.4
G	9	55	0	10.15
F	4.5	17.5	42	9.45

Finalmente, la formulación T1 (30% de PS, 30% de PZ y 15% de HT) obtuvo un 11.07% de proteína, valor inferior al obtenido en la formulación T5, y a los valor obtenido en la formulación de sopa instantánea de 9% de hojas de atajo y 55% harina de trigo, el autor indica que el aporte de proteína de harina de sambo, de zapallo y de hojas y tallos son 7.7%, 9.43% y 15.72%, respectivamente, de ello se deduce que la harina de hojas y tallos aporta más contenido de proteína a la sopa instantánea, sin embargo, la mezcla que más contenido de proteína obtuvo fue la formulación T5 (Bastidas, 2012).

Se observa que se obtienen valores máximos de proteína cuando se tiene la máxima proporción de un componente, por lo tanto, la formulación T5 obtuvo el mayor contenido de proteína, al tener un 40% de harina de zambo, el mismo comportamiento se puede observar en los resultados de la sopa instantánea de atajo, donde la mezcla de 9% de hojas de atajo con 55% de harina de kiwicha obtuvo el valor máximo.

Adicionalmente, Ramirez (2015) elaboró una sopa deshidratada utilizando harina de germinado de quinua, harina de arveja y hojas de quinua seca, la harina de hoja de quinua

aporta un 26.24% de proteína, valor ligeramente superior al 24.6% de proteína que aporta la sopa instantánea de atajo. Las formulaciones elegidas por el autor oscilan en los siguientes valores de proteína; harina de germinado de quinua (22.5 a 27% de proteína), harina de arveja (25.5 - 29%) y harina de hojas de quinua (7 - 8.5%), resultando valores de 10.05 a 11.61 % de proteína.

La formulación que contiene 7% de harina de hojas de quinua, posee el menor contenido de proteína (10.05%), a pesar de tener el valor más alto de harina de germinado (27%), de igual modo, cuando se utilizó los siguientes tratamientos de sopa instantánea de atajo: 7.5% hojas de atajo, 42% harina de kiwicha y 17.5% harina de trigo; y 7.5% de hojas de atajo, 17.5% harina de kiwicha y 42% harina de trigo se obtuvieron; 10.25% y 11.0% de proteína, respectivamente, valores superiores a los obtenidos por el autor, en ese sentido, la harina de trigo tiene una mayor influencia en cuanto al aumento del porcentaje de la proteína en comparación con la harina de kiwicha.

Los tratamientos F1 y F2 estuvieron compuestas por 8.5% de harina de hojas, pero la formulación que mayor contenido de proteína reportó fue F1, con un valor de 11.61, y esto debido a que contuvo mayor proporción de harina de germinado de quinua que la formulación F2. En ese sentido, se puede decir que el aumento del porcentaje de harina de germinado de quinua y el porcentaje de harina de hojas de quinua incrementan el contenido de proteína en la sopa instantánea, del mismo modo que la harina trigo, harina de kiwicha y hojas de atajo lo hacen, sin embargo, las harinas de hojas influyen en mayor medida en comparación con los demás componentes.

Con referencia a lo anterior, Achigan-Dako *et al.* (2014) realizaron una comparación del contenido de proteínas entre las especies amarantáceas de grano (*A. cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. caudatus*) y, de malezas (*A. blitum*, *A. dubius*, *A. viridis*), obteniendo como resultado que el contenido de proteínas en las hojas de los tres tipos de malezas fue más alto que las especies de grano. En efecto, las hojas de amarantáceas son consideradas un alimento prometedor, pues contienen entre 17.5-38.3% de proteína, además presentan un 5% de lisina en su composición, un aminoácido esencial y difícil de encontrar (Srivastava, 2011).

Por otro lado, se observa que el porcentaje harina de trigo incrementa en mayor medida el contenido de proteína en la sopa instantánea, en comparación con la harina de kiwicha, sin

embargo, la calidad proteica del grano de kiwicha es mayor que el de la harina de trigo, pues contiene aminoácidos esenciales como la lisina, fenilalanina, triptófano y aminoácidos azufrados, mientras que la harina de trigo carece de lisina e isoleucina (Dyner *et al.*, 2007; De Prada, 2011).

Por otro lado, se observa que una mayor proporción de harina de trigo incrementa en mayor medida el porcentaje de proteína en la sopa instantánea, en comparación con la harina de kiwicha, sin embargo, la calidad proteica del grano de kiwicha es mayor que el de la harina de trigo, pues contiene aminoácidos esenciales como la lisina, fenilalanina, triptófano y aminoácidos azufrados, mientras que la harina de trigo carece de lisina e isoleucina (Dyner *et al.*, 2007; De Prada, 2011).

Finalmente, los tratamientos “C”, “D”, “I” y “H” obtuvieron los mayores valores para el contenido de proteína para una sopa instantánea elaborada a partir de hojas secas de atajo.

4.1.5. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA SOPA INSTANTÁNEAS

Para realizar el análisis sensorial, se elaboró sopas instantáneas a partir de hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y de trigo, para los 9 tratamientos.

A. OLOR

Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los 9 tratamientos de sopa instantánea elaboradas utilizando hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo (Tabla 30).

Tabla 30

Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo de olor.

FV	GL	SC	CM	F	F tabla
TRATAMIENTOS	8	43.84	5.48	4.567	1.938
CATADORES	100	902.54	9.03	7.522	1.243
ERROR	800	959.93	1.20		
TOTAL	908	1906.32			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17.71%				

El resultado del ANOVA para el atributo olor, nos indica que existe diferencias significativas entre tratamientos (F calculado $>$ F crítico), por tal razón se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 31). El coeficiente de variación (α) es confiable, pues se obtuvo un valor de 17.71%. En conclusión, se explica que la concentración de hojas deshidratadas de atajo si influye sobre la variable olor de la sopa instantánea con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 31

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
I	6.48	A
G	6.37	A
F	6.37	A
H	6.30	A
A	6.28	AB
D	6.11	AB
E	6.02	AB
B	6.00	AB
C	5.74	B

La prueba no paramétrica de Duncan indica si existe diferencia significativa entre la media de los nueve tratamientos, debido a esto se puede concluir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos del mismo grupo homogéneo, por tanto, el grupo que presenta un mejor olor es el “A”. En la Tabla 32, se detalla los componentes de cada sopa en este grupo.

Como se puede observar los tratamientos que mayor puntaje han obtenido, son las que tienen mayor proporción de harina de kiwicha, por consiguiente, la formulación que mayor media tiene, es la formulación I, cuyos componentes son; 3% de hojas de atajo, 55% harina de kiwicha, 6% harina de trigo y 36 % otros ingredientes (19.53% de harina de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un valor de 6.48.

Tabla 32

Componentes de cada tratamiento de Sopa Instantánea con mejor olor

Tratamientos	COMPONENTES			Media	Grupos homogéneos
	Hojas de atajo	Harina de kiwicha	Harina de trigo		
I	3	55	6	6.48	A
G	9	55	0	6.37	A
F	4.5	17.5	42	6.37	A
H	6	29	29	6.30	A

La formulación I, posee la menor proporción de hojas de atajo de todos los tratamientos, resultado similar al reportado por Casa y Zambrano (2011), quienes elaboraron moncaibas utilizando hojas deshidratadas de espinaca y acelga, obteniendo que la formulación con mejor olor corresponde a 1.5% harina de espinaca y 1.5 % harina de acelga, que corresponde a la formulación con menor contenido de hojas.

Sin embargo, estudios realizados por Galarza (2010), Bastidas (2012) y García (2017), indican que los mayores valores para el atributo “olor” para sopas instantáneas, se obtuvieron utilizando 10% hojas de moringa, harina de hojas y tallos de la planta zambo (15 %) y de 6 a 10% de hojas de quinua, respectivamente; siendo este resultado similar al obtenido por la formulación “G”, que contiene 9% de hojas de atajo y harina de kiwicha (55 %).

Como se observa en el gráfico (Figura 26), la formulación “I” presenta los mayores valores para el atributo “olor”, de acuerdo a las encuestas realizadas.

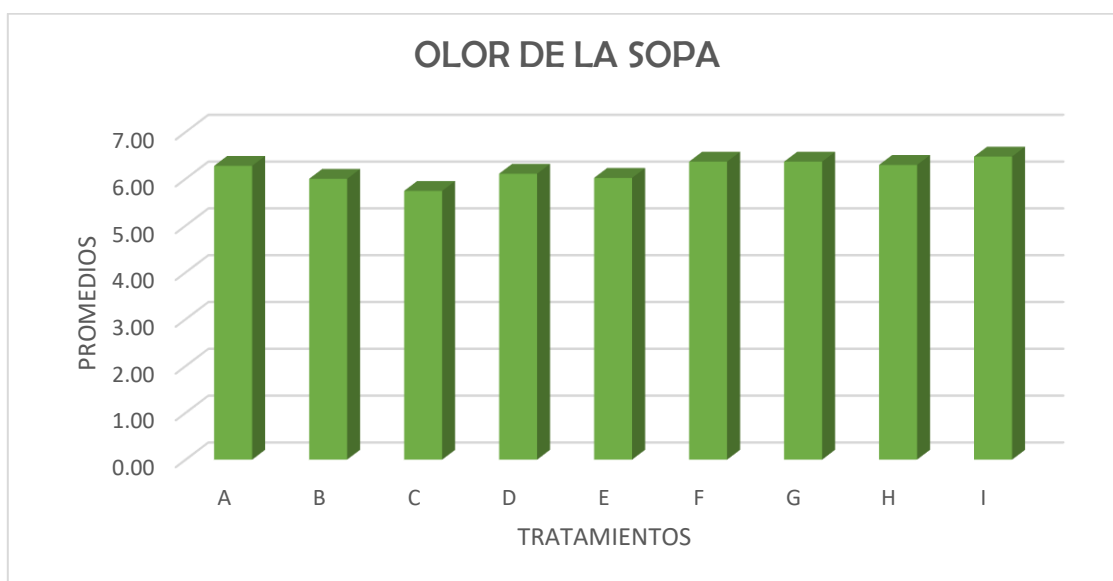


Figura 26. Gráfico de calificaciones promedio para el atributo olor de la sopa

B. COLOR

Se presenta el análisis de varianza para el color de los 9 tratamientos de sopa instantánea elaboradas utilizando hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo (Tabla 33).

Tabla 33

Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo color.

FV	GL	SC	CM	F	F tabla
TRATAMIENTOS	8	16.33	2.04	1.788	1.938
CATADORES	100	892.74	8.93	7.821	1.243
ERROR	800	913.22	1.14		
TOTAL	908	1822.29			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16.52				

El resultado del ANOVA para el atributo color, nos indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos (F calculado $<$ F crítico), por tal razón se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 34). El coeficiente de variación (α) es confiable, pues se obtuvo un valor de 16.52%. En conclusión, se explica que la concentración de hojas deshidratadas de atajo si influye sobre la variable color de la sopa instantánea con un nivel de confianza del 95%.

La prueba no paramétrica de Duncan refuerza el resultado anterior, que no existe diferencia significativa entre las medias de los nueve tratamientos. En la Tabla 34, se detalla las medias obtenidas por cada tratamiento, siendo la de mayor aceptación la formulación “I”. Como se puede observar la formulación “I” obtuvo el mayor puntaje para el atributo “color”, esta formulación tiene mayor proporción de harina de kiwicha, contiene 3% de hojas de atajo, 55% harina de kiwicha, 6% harina de trigo y 36 % otros ingredientes (19.53% de harina de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un valor de 6.64.

Tabla 34

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
I	6.64	A
H	6.63	A
D	6.55	A
E	6.51	A
B	6.50	A
F	6.47	A
C	6.36	A
A	6.32	A
G	6.23	A

La formulación “I”, posee la menor proporción de hojas de atajo de todos los tratamientos. De la misma manera, estudios realizados por Bastidas (2012) y García (2017), indican que se

obtienen mayores puntajes para el atributo “color” para sopas instantáneas cuando se utilizan menores porcentajes de harinas de hojas, pues a medida que aumentan la proporción de esta, resulta menos agradable para los catadores, en los estudios realizados los tratamientos con mayores valores presentaron; 5% de hojas de moringa y harina de hojas y tallos de la planta zambo (5 %), respectivamente. En ese sentido, se puede concluir que, para obtener una sopa instantánea de color agradable, debe usarse harinas de hojas en un rango alrededor de 5 %.

Por el contrario, Galarza (2010) reportó que, al incrementar el contenido de harina de hojas en la formulación de una sopa instantánea, obtuvo mayores puntajes para el atributo “color”, de este modo, la formulación que presentó mayor puntaje estuvo compuesta por; harina de quinua (39 %), 26% almidón de maíz, 25% ingredientes complementarios y 10% hojas de quinua.

El apetito del consumidor por un determinado producto alimenticio es estimulado por su color, en ese sentido, el componente que mayor color le confiere a la sopa instantánea, son las hojas de atajo (Oduro *et al.* 2013). Las hojas deshidratadas de atajo eran color verde oscuro intenso, color que obtuvieron al pasar por una precocción previo al secado. Wickramasinghe *et al.* (2020) explica que cuando las hojas se calientan a 100°C, se inactivan las enzimas polifenol oxidasa, lo que ayuda a preservar el color. Siendo que las hojas de atajo le confirieron color a la sopa instantánea, se obtuvo un color verdoso a medida que se incrementaba las hojas de atajo en la formulación.

Ramírez-Navas *et al.* (2014) afirma que un producto aceptado será el que presente un aspecto atractivo en el parámetro de color, en ese sentido, se puede afirmar que los 9 tratamientos fueron aceptados por los degustadores, pues todas tienen una puntuación superior a 6.

En el presente gráfico se muestra que la formulación “I” presenta los mayores valores para el atributo “color” (Figura 27), de acuerdo a las encuestas realizadas.

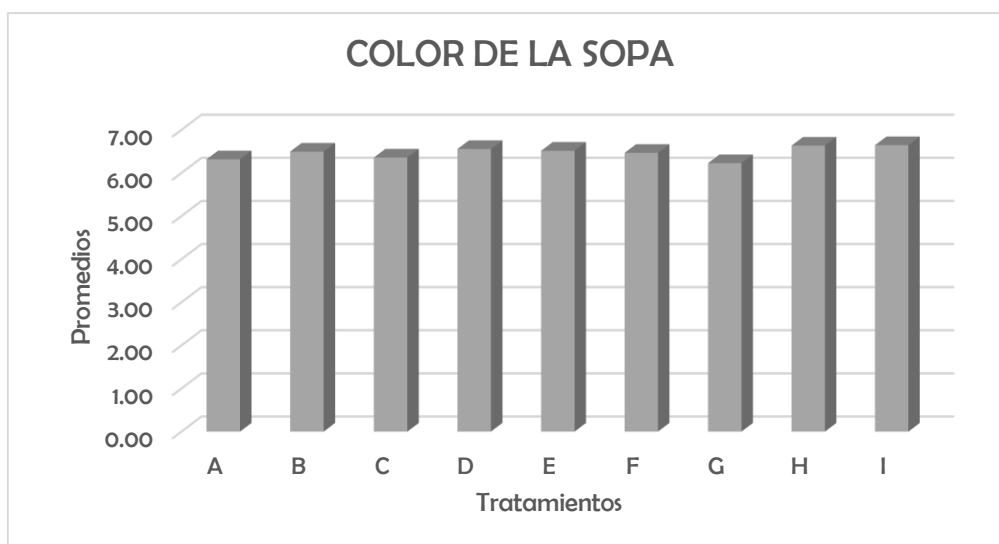


Figura 27. Gráfico de puntajes promedio para el atributo color de la sopa

C. SABOR

Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los 9 tratamientos de sopa instantánea elaboradas utilizando hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo.

Tabla 35

Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo de sabor.

FV	GL	SC	CM	F	F tabla
TRATAMIENTOS	8	81.01	10.13	5.918	1.938
CATADORES	100	1003.90	10.04	5.867	1.243
ERROR	800	1368.99	1.71		
TOTAL	908	2453.90			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19.13				

El resultado del ANOVA para el atributo sabor, nos indica que existe diferencias significativas entre tratamientos (F calculado $>$ F crítico), por tal razón se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 36). El coeficiente de variación (α) es confiable, pues se

obtuvo un valor de 19.13%. En conclusión, se explica que la concentración de hojas deshidratadas de atajo si influye sobre la variable sabor de la sopa instantánea con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 36

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
I	7.26	A
F	7.04	AB
H	7.01	ABC
A	7.00	ABC
D	6.95	ABC
B	6.84	ABC
G	6.71	BC
E	6.51	CD
C	6.21	D

La prueba no paramétrica de Duncan indica si existe diferencia significativa entre la media de los nueve tratamientos, debido a esto se puede concluir que el tratamiento “I” posee mejor sabor en comparación con el resto. En la Tabla 37, se detalla los componentes de cada sopa en este grupo.

Como se puede observar la formulación “I” está compuesta por 3% de hojas de atajo, 55% harina de kiwicha, 6% harina de trigo y 36 % otros ingredientes (19.53% de harina de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un valor de 7.26.

La formulación I, posee la menor proporción de hojas de atajo de todos los tratamientos, resultado similar al reportado por Casa y Zambrano (2011), quienes elaboraron moncaibas utilizando hojas deshidratadas de espinaca y acelga, obteniendo que la formulación con mejor sabor esta compuesta por harina de espinaca (1.5 %) y harina de acelga (1.5 %), que corresponde a la formulación con menor contenido de hojas.

Tabla 37

Componentes de cada tratamiento con mejor sabor

Tratamientos	COMPONENTES			Media	Grupos homogéneos
	Hojas de atajo	Harina de kiwicha	Harina de trigo		
I	3	55	6	7.26	A
F	4.5	17.5	42	7.04	AB
H	6	29	29	7.01	ABC
A	4.5	42	14.5	7.00	ABC

De la misma manera, estudios realizados por Bastidas (2012) y García (2017), indican que se obtienen mayores puntajes para el atributo “sabor” para sopas instantáneas cuando se utilizan menores porcentajes de harinas de hojas, pues a medida que aumentan la proporción de esta, resulta menos agradable para los catadores, en los estudios realizados los tratamientos con mayores valores presentaron; harina de hojas y tallos de la planta zambo (5 %) y hojas de moringa (5%), respectivamente. En ese sentido, se puede concluir que, para obtener una sopa instantánea de color agradable, debe usarse harinas de hojas en un rango alrededor de 5 %.

Por el contrario, Galarza (2010) reportó que, al incrementar el contenido de harina de hojas en la formulación de una sopa instantánea, se obtuvieron mayores puntajes para el atributo “sabor”, de este modo, la formulación que presentó mayor puntaje estuvo compuesta por; harina de quinua (39 %), 26% almidón de maíz, 25% ingredientes complementarios y 10% hojas de quinua.

Varios estudios han demostrado que el sabor es el principal factor preocupante en la aceptación y el comportamiento de compra de los consumidores por ello se debe evaluar cuidadosamente (Ahmed *et al.*, 2016).

En el presente gráfico se muestra que la formulación “I” presenta los mayores valores para el atributo “sabor” (Figura 28), de acuerdo a las encuestas realizadas.

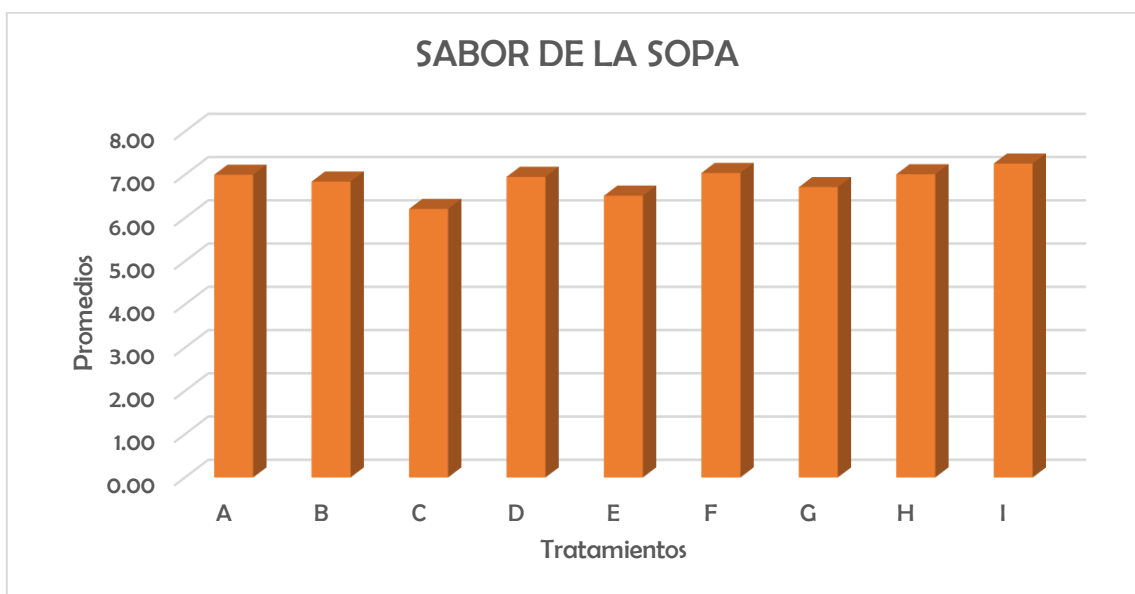


Figura 28. Gráfico de puntajes promedio para el atributo sabor de la sopa

D. TEXTURA

Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la textura de los 9 tratamientos de sopa instantánea elaboradas utilizando hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo (Tabla 38).

Tabla 38

Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados del atributo textura.

FV	GL	SC	CM	F	F tabla
TRATAMIENTOS	8	25.88	3.24	2.922	1.938
CATADORES	100	1159.81	11.60	10.476	1.243
ERROR	800	885.67	1.11		
TOTAL	908	2071.37			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	15.09				

El resultado del ANOVA para el atributo textura, nos indica que existe diferencias significativas entre tratamientos (F calculado $>$ F crítico), por tal razón se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 39). El coeficiente de variación (α) es confiable, pues se obtuvo un valor de 15.09 %. En conclusión, se explica que la concentración de hojas deshidratadas de atajo si influye sobre la variable textura de la sopa instantánea con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 39

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
I	7.29	A
H	7.11	AB
B	7.01	AB
A	7.00	AB
F	6.99	AB
D	6.98	AB
G	6.95	AB
E	6.77	B
C	6.66	B

La prueba no paramétrica de Duncan indica si existe diferencia significativa entre la media de los nueve tratamientos, debido a esto se puede concluir que el tratamiento “I” posee mejor textura en comparación con el resto. En la Tabla 40, se detalla los componentes de cada sopa en este grupo.

Como se puede observar la formulación “I” está compuesta por 3% de hojas de atajo, 55% harina de kiwicha, 6% harina de trigo y 36 % otros ingredientes (19.53% harina de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un valor de 7.29.

La formulación I, posee la menor proporción de hojas deshidratadas de atajo de todos los tratamientos, resultado similar al reportado por Casa y Zambrano (2011), quienes elaboraron

moncaibas utilizando hojas deshidratadas de espinaca y acelga, obteniendo que la formulación con mejor textura está compuesta por harina de espinaca (1.5 %) y harina de acelga (1.5 %), que corresponde a la formulación con menor contenido de hojas.

Tabla 40

Componentes de cada tratamiento de Sopa Instantánea con mejor textura

Tratamientos	COMPONENTES			Media	Grupos homogéneos
	Hojas de atajo	Harina de kiwicha	Harina de trigo		
I	3	55	6	7.29	A
H	6	29	29	7.11	AB
B	7.5	42	14.5	7.01	AB
A	4.5	42	17.5	7.00	AB

De la misma manera, estudios realizados por Bastidas (2012) y García (2017), indican que se obtienen mayores puntajes para el atributo “textura” para sopas instantáneas cuando se utilizan menores porcentajes de harinas de hojas, pues a medida que aumentan la proporción de esta, recibe menor calificación, en los estudios realizados los tratamientos con mayores valores presentaron; harina de hojas y tallos de la planta zambo (5 %) y hojas de moringa (5 %), respectivamente. En ese sentido, se puede concluir que, para obtener una sopa instantánea de textura agradable, debe usarse harinas de hojas en un rango alrededor de 5 %.

Por el contrario, Galarza (2010) reportó que, al incrementar el contenido de harina de hojas en la formulación de una sopa instantánea, se obtuvieron mayores puntajes para el atributo “textura”, siendo la formulación que presentó mayor puntaje está compuesta por; harina de quinua (39%), 26% almidón de maíz, 25% ingredientes complementarios y 10% hojas de quinua.

Por otro lado, observamos que el atributo “textura” se ve influenciado por la harina de kiwicha, y esto se debe a las propiedades fisicoquímicas de su almidón que le confiere propiedades térmicas y texturales (Kong *et al.*, 2009).

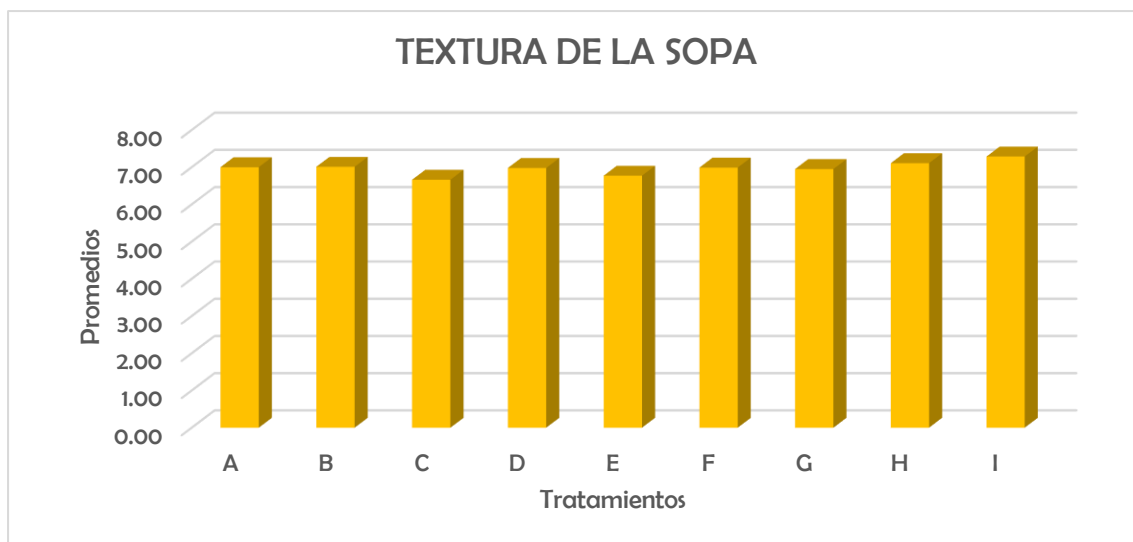


Figura 29. Gráfico de puntajes promedio para el atributo textura de la sopa

En el presente gráfico se muestra que la formulación “I” presenta los mayores valores para el atributo “textura” (Figura 29), de acuerdo a las encuestas realizadas.

E. ACEPTABILIDAD GENERAL

Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de los 9 tratamientos de sopa instantánea elaboradas utilizando hojas deshidratadas de atajo, harina de kiwicha y harina de trigo (Tabla 41).

Tabla 41

Análisis de Varianza (ANOVA) para los resultados de Aceptabilidad general

FV	GL	SC	CM	F	F tabla
TRATAMIENTOS	8	32.00	4.00	4.028	1.938
CATADORES	100	1100.88	11.01	11.086	1.243
ERROR	800	794.44	0.99		
TOTAL	908	1927.33			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	13.59				

El resultado del ANOVA para la aceptación general, nos indica que existe diferencias significativas entre tratamientos (F calculado $>$ F crítico), por tal razón se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 42). El coeficiente de variación (α) es confiable, pues se obtuvo un valor de 13.59%. En conclusión, se explica que la concentración de hojas deshidratadas de atajo si influye sobre la variable aceptación general de la sopa instantánea con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 42

Prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
I	7.63	A
A	7.50	A
D	7.42	A
B	7.40	A
F	7.36	AB
H	7.32	AB
G	7.21	AB
E	7.21	AB
C	6.94	B

La prueba no paramétrica de Duncan indica si existe diferencia significativa entre la media de los nueve tratamientos, debido a esto se puede concluir que el tratamiento “I” posee mayor aceptación general en comparación con el resto. En la Tabla 43, se detalla los componentes de cada sopa en este grupo.

Como se puede observar la formulación “I” está compuesta por 3% de hojas de atajo, 55% harina de kiwicha, 6% harina de trigo y 36 % otros ingredientes (19.53% de harina de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un valor de 7.29.

La formulación I, posee la menor proporción de hojas deshidratadas de atajo entre todos los tratamientos, resultado similar al reportado por Casa y Zambrano (2011), quienes elaboraron moncaibas utilizando hojas deshidratadas de espinaca y acelga, obteniendo que la formulación

con mejor textura está compuesta por harina de espinaca (1.5%) y harina de acelga (1.5%), que corresponde a la formulación con menor contenido de hojas. En ese sentido, Bastidas (2012) indica que obtuvo mayores puntajes para el atributo “aceptación general” para sopas instantáneas cuando utilizó menores porcentajes de harinas de hojas, pues a medida que aumentaba la proporción de esta, recibía menor calificación, en los estudios realizados los tratamientos con mayores valores presentaron 5% hojas de moringa. En este propósito, se puede concluir que, para obtener una sopa instantánea de mayor aceptación general, debe usarse harinas de hojas en un rango alrededor de 5 %.

Tabla 43

Componentes de cada tratamiento con mayor aceptación general

Tratamientos	COMPONENTES			Media	Grupos homogéneos
	Hojas de atajo	Harina de kiwicha	Harina de trigo		
I	3	55	6	7.63	A
A	4.5	17.5	42	7.50	A
D	7.5	17.5	42	7.42	A
B	7.5	42	14.5	7.40	A

Por el contrario, Galarza (2010) reportó que, al incrementar el contenido de harina de hojas en la formulación de una sopa instantánea, se obtuvieron mayores puntajes para el atributo “aceptación general”, de este modo, la formulación que presenta mayor puntaje estuvo compuesta por; harina de quinua (39%), 26% almidón de maíz, 25% ingredientes complementarios y 10% hojas de quinua.

En el presente gráfico se muestra que la formulación “I” presenta los mayores valores para el atributo “aceptación general” (Figura 30), de acuerdo a las encuestas realizadas.

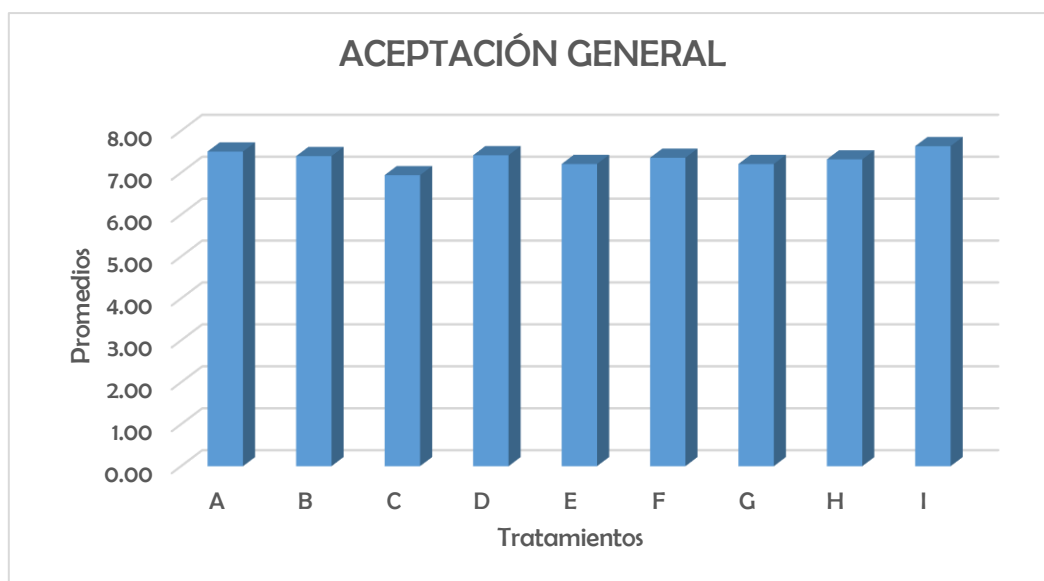


Figura 30: Gráfico de puntajes promedio para el atributo aceptación general.

SELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

El grado de aceptación de los nueve tratamientos de sopa instantánea evaluadas sensorialmente en cuanto olor, color, sabor, textura y aceptación general por 101 catadores, usando escalas hedónicas de nueve puntos, se sintetizan en las medias comparadas a través de la prueba de Duncan.

Tabla 44

Atributos de Calidad del Análisis sensorial

Atributos de calidad	Tratamientos								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Olor	6.28	6.00	5.74	6.11	6.02	6.37	6.37	6.30	6.48
Color	6.32	6.5	6.36	6.55	6.51	6.47	6.23	6.63	6.64
Sabor	7	6.84	6.21	6.95	6.51	7.04	6.71	7.01	7.26
Textura	7.00	7.01	6.66	6.98	6.77	6.99	6.95	7.11	7.29
Aceptación Sensorial	7.50	7.4	6.94	7.42	7.21	7.36	7.21	7.32	7.63

En la Tabla 44 se observa que la formulación “I” obtuvo los mayores valores en olor (6.48), color (6.64), sabor (7.26), textura (7.29) y aceptación general (7.63), seguido por los tratamientos “H” y “F”. Los atributos de olor, sabor, textura y aceptación general difieren

significativamente en los resultados del análisis sensorial, mientras que el resultado de color no difiere significativamente.

Los tratamientos “I”, “H” y “F” obtuvieron mayores puntajes en el análisis sensorial, sin embargo, se consideró el análisis fisicoquímico previo para la selección del mejor tratamiento.

Como se mencionó anteriormente, los tratamientos que presentan mayor contenido de hierro fueron “B” y “C”, mientras que los tratamientos “C” y “D” obtuvieron valores más altos de proteína. No obstante, la formulación “C” obtuvo valores mínimos en el análisis sensorial (Fig. 31), por lo que no puede ser elegido como mejor tratamiento.

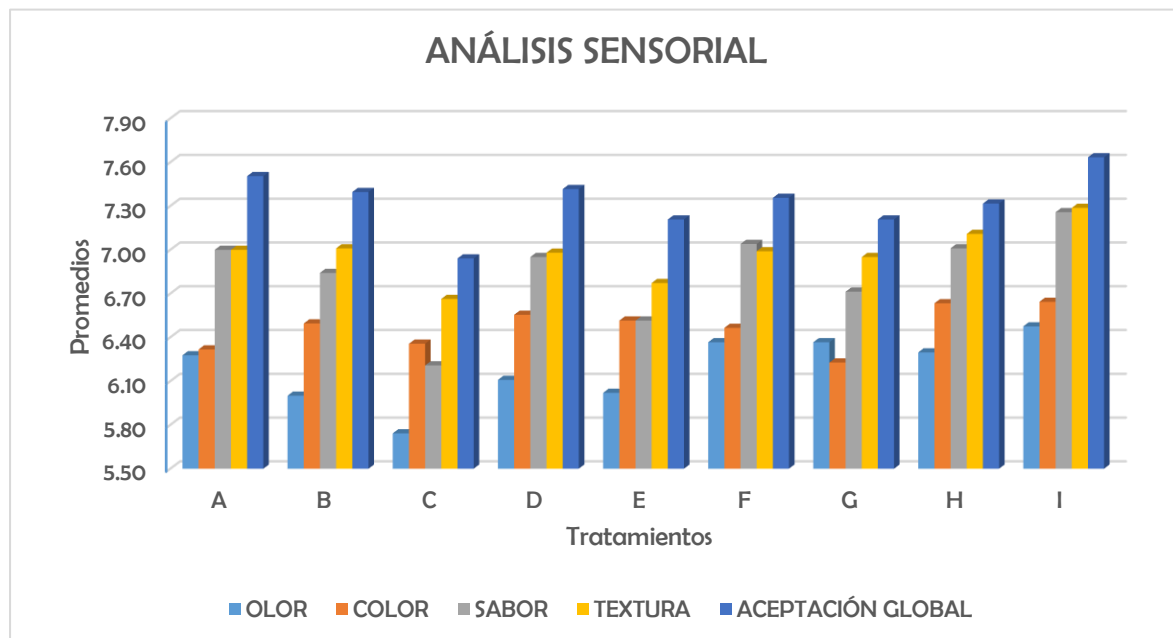


Figura 31: Gráfico de calificaciones promedio para cada atributo.

Los tratamientos “B” y “D” obtuvieron valores promedios significativamente iguales en el análisis sensorial donde el tratamiento “D” fue el mejor, sin embargo, el tratamiento “B” obtuvo el máximo valor en el contenido de hierro, y un valor significativamente alto de proteína, por ello fue seleccionado como el mejor tratamiento.

El mejor tratamiento corresponde a la sopa instantánea elaborada con 7.5% hojas de atajo, harina de kiwicha (42 %) y harina de trigo (14.5%) y 36 % otros ingredientes (19.53% de harina

de maíz, 2.31% cebolla, 1.21% ajo, 4.74 glutamato y 8.21% sal) con un contenido de hierro de 10.45 mg/100g y 10.25% de proteína.

4.1.6. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA SOPA INSTANTÁNEA

Los resultados del análisis proximal, se presenta a continuación (Tabla 45):

Tabla 45

Composición proximal de la formulación elegida

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	8.1
Cenizas	22.2
Proteínas	16.2
Grasas	5.0
Fibras	7.0
Carbohidratos	41.4
Energía Total (kcal/100g)	275.4
Hierro (mg/100g)	10.45

El valor de humedad obtenido (8.1%) está dentro del valor de humedad permitido (10%) por la NTP 209 037, 1974 (Revisada al 2017), de acuerdo a lo señalado, los resultados obtenidos por Gavidia (2013) también se encontraron por debajo del límite, pues presentó un 7.45 % de humedad para una sopa instantánea compuesta por 80% de harina de quinua y 5% leche de soya en polvo.

Mientras que otros autores, reportan valores ligeramente superiores, como; Bastidas (2012), quien obtuvo 11.20% de humedad, para una sopa instantánea compuesta por harina de pulpa de zambo (35%), harina de pulpa de zapallo (25%) y harina de hojas y tallos de sambo (5%), y Espinoza y López (2018), quienes reportan un 9.56% de humedad para una sopa instantánea compuesta de 50% de harina de tallos de espárragos, 23% leche y 21 % almidón.

El contenido de cenizas fue de 22.2%, este valor fue superior al encontrado por Bastidas (2012) para su sopa instantánea a base de pulpa de zambo (8.21%) y para Galarza (2010), quien reportó 13.07% de cenizas para su sopa instantánea compuesta por 39% de harina de quinua, 26% almidón de maíz y 10% hoja de quinua, además obtuvo valores altos para minerales como; potasio (10.4 mg/100 g), calcio (4.3 mg/100 g) y hierro (7.8 mg/100 g). El contenido de cenizas, refleja la concentración de minerales en el producto, por tanto, se puede decir que la sopa compuesta por 7.5% de hojas de atajo, 42% harina de kiwicha y 14.5% harina de trigo, contiene más minerales que otras sopas instantáneas.

La sopa instantánea elaborada con 7.5% de hojas de atajo, harina de kiwicha (42%) y harina de trigo (14.5%) contiene mayor cantidad de proteína (16.2%) en comparación a las sopas instantáneas elaboradas por Galarza (2010), quien reportó 14.02% de proteínas para su sopa instantánea compuesta por 39% de harina de quinua, 26% de almidón de maíz y 10% de hoja de quinua; y García (2017) obtuvo 9.07% de proteína para su sopa compuesta por harina de arveja (79%) y harina de hojas de moringa (5%); cabe resaltar que la diferencia del porcentaje de proteína obtenida en el análisis proximal y del análisis de proteína mostrados podría deberse a la variabilidad en los procesos de elaboración de la harina de kiwicha artesanal que se utilizó para la preparación de la sopa, observándose un incremento de casi el 5%. En consecuencia, se puede afirmar que la harina de kiwicha aporta más proteína que la harina de quinua y arveja.

Asimismo, Ramírez (2015) reportó 11.61% de proteína para una sopa instantánea elaborada con harina de germinado de quinua (26%), harina de hojas de quinua (8.5%) y harina de arveja (25.5%), valor inferior al encontrado en el presente trabajo.

El porcentaje de grasa final fue de 5.0%, este valor fue superior que el encontrado por Flores e Hinojoza (2016), quienes obtuvieron un total de 4.3% de grasa para su sopa instantánea compuesta por harina de quinua precocida (60 %) y leche en polvo descremada (20 %), por el contrario, el contenido graso obtenido es menor a los obtenidos por Velásquez (2011) para su sopa instantánea elaboradas de 64% de harina de olluco y 18% de leche en polvo (6.52% de grasa) y Villarroel (2012) para sopas instantáneas de harina de amaranto (75 %), zanahoria (10 %) y leche descremada (7 %), con un valor de 13.78% de grasa.

El contenido de grasa en la sopa de hojas deshidratadas de atajo se debe a que presenta ácidos grasos en su composición química, de este modo, el porcentaje de lípidos puede alcanzar

hasta un 7.1% y contiene además, ácidos grasos esenciales como; ácido linoleico (40–55%) y ácido palmítico (18–25%); el grano de kiwicha posee hasta un 9.7% de grasa, que se encuentra en el embrión y el endospermo, y contiene ácido palmítico (19%), ácido oleico (31,3%) y ácido linoleico (38%), además posee niveles significativos de escualeno, el cual se encarga de regular el colesterol (Burgos y Armadas, 2015; Corke *et al.*, 2016; De Prada, 2011; Morales *et al.*, 2014).

El contenido de fibra fue de 7.0%, este valor fue inferior al 12.1% encontrado por Espinoza y López (2018) para su sopa instantánea compuesta por 50% de espárragos, 23% leche descremada y 21% almidón. Por el contrario, el resultado de fibra fue relativamente mayor a los de Yntusca (2018) que variaron entre 4.77% y 5.22% para su sopa compuesta por 75% de quinua y Bastidas (2012) con 6.98% de fibra para su sopa de zambo y zapallo.

Villarroel (2012) indica que la diferencia en el porcentaje de fibra se debe al proceso de molienda y tamizado, en el que es retenida la fibra obteniéndose una harina más fina. Sin embargo, la fibra procedente de las frutas y hortalizas tienen buenas cualidades nutricionales pues la ingesta de fibra estimula el movimiento peristáltico aumenta la excreción de ácidos biliares, disminuye el nivel de colesterol y el riesgo de enfermedades coronarias; debido a su capacidad de reducir la tasa de absorción de glucosa y grasa (Cañas *et al.*, 2011; Umar *et al.*, 2011).

El porcentaje de carbohidratos final fue de 41.4%, este valor fue inferior que los encontrados por otros autores, por su parte, López y Sánchez (2011) obtuvieron un total de 50.7% de carbohidratos para su sopa instantánea de 81.87% de harina de frejol y 8.93% almidón; mientras que Albán *et al.* (2011) obtuvieron un total de 71.67% de carbohidratos para su sopa instantánea compuesta por 84.3% de harina de camote; del mismo modo Flores e Hinojoza (2016), obtuvieron un valor superior de 59.86% de carbohidratos para su sopa instantánea elaborada a base de harina de quinua precocida (60 %) y leche descremada (20%).

El contenido de carbohidratos fue menor debido al mayor contenido de otros componentes (fibra, ceniza, proteínas y grasa) con respecto a las sopas instantáneas mencionadas, además en comparación a las demás, el grano de kiwicha está compuesto de 50-70% de carbohidratos, compuesta por almidón (48 - 69 %), constituido a su vez por amilosa (20 %) y amilopectina (80%) (Resio *et al.*, 2006; De Prada, 2011).

Tabla 46

Aporte nutricional de la sopa de atajo

SOPA DE ATAJO		SOPA (POLLO)	SOPA (ESPÁRRAGOS)
Porción 1 plato: (19 g aprox. En 250 ml de agua).		Porción ½ paquete (40 g en 250 ml de agua)	Porción: (13 g en 200 ml de agua)
Porción por envase: 2		Porción por envase: 2	Porción por envase: 5
Componente	1 porción	1 porción	1 porción
Proteínas (g.)	3.16	4	1
Grasas (g)	0.98	8	1
Fibras (g)	1.37	-	-
Carbohidratos (g)	8.07	22	9
Energía Total (kcal/100g)	53.74	181	50
Hierro (mg/g)	2.04	-	-

La energía total fue de 275.4 kcal/100g, valor inferior a los reportados por Flores e Hinojoza (2016), Espinoza y López (2018) y García (2017), quienes obtuvieron valores de 342.82 kcal/100g, 344.4 kcal/100g y 436.53 kcal/100g para sus sopas de quinua precocida, espárragos y, harina de arveja y hojas de moringa, respectivamente.

Según lo indica la FDA, un 5% del valor diario (VD) de un nutriente o menos por porción es bajo, mientras que un 20% o más por porción es alto. Con referencia a lo anterior se determina que una porción de sopa instantánea aporta los siguientes valores diarios para cada nutriente: proteínas (6.36%), grasas (1.26%), fibras (4.89%), carbohidratos (2.93%), asimismo la sopa aporta el 11.33% de hierro para un valor diario de referencia de 18 mg para una persona adulta.

Por otro lado, se observa que la sopa instantánea de atajo (3.16g) aporta menor contenido de proteínas que la sopa de pollo (4g) por porción (Tabla 46), el contenido de carbohidratos y

grasa son mayores también, pues el componente mayoritario son los fideos a base de trigo. En cambio, la sopa de espárragos, aporta menor contenido proteínas, pero mayor contenido de grasa y carbohidratos. Estas diferencias en el contenido de nutrientes se deben a la diferencia de cantidad de producto por porción, mientras que la sopa de atajo contiene 19 g por porción, la sopa pollo y espárragos, contienen 40 g y 13g por porción, respectivamente.

4.1.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SOPA INSTANTÁNEA

Los resultados microbiológicos obtenidos (Tabla 47) muestran que todos los criterios microbiológicos analizados (aerobios mesófilos, coliformes, *Bacillus cereus* y *Salmonella* sp.), cumplen con lo establecido por el R. M. N° 591-2008.

Tabla 47

Resultados del análisis microbiológico de la formulación elegida.

Criterio microbiológico	Resultado	RM N°591-2008 (Límite aceptable)
Aerobios Mesófilos Numeración (Recuento Estándar en Placa) (ufc/g)	< 10	10 ⁴
Coliformes Numeración (NMP/g)	< 3	10
<i>Bacillus cereus</i> (ufc/g)	< 10	10 ²
<i>Salmonella</i> sp. Detección (/25g)	Ausencia/25g	Ausencia/25g

En consecuencia, la formulación “B”, que corresponde a la sopa instantánea compuesta por 7.5% hojas de atajo, harina de kiwicha (42 %) y harina de trigo (14.5%), cumple con los parámetros establecidos por el R. M. N° 591-2008, lo cual garantiza que la sopa instantánea fue elaborada con las normas de higiene y calidad para la obtención de un producto inocuo.

V. CONCLUSIONES

- La sopa instantánea elaborada a base de hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y trigo (*Triticum aestivum*) presentó 10.25 % de proteína, 10.45 mg /100 g de hierro, puntuaciones en los atributos sensoriales de 6.48, 6.64, 7.26, 7.29 y 7.63 para el olor, color, textura, sabor y aceptación general, respectivamente.
- El rendimiento para las hojas frescas de atajo fue de 20.28 %, y para las hojas deshidratadas fue de 18.32 %.
- Las hojas de atajo deshidratadas presentaron 8.3 % de humedad, 24.6 % proteína, 16.6 % cenizas, 12 % grasas, 27.7 % carbohidratos, 33.87 mg/100 g de hierro y 0.02 mg/100 g de ácido cianhídrico.
- La formulación “I”, compuesta por 9 % de hojas de atajo, 55 % harina de kiwicha y 0 % harina de trigo obtuvo la calificación más alta en todas las características sensoriales evaluadas, sin embargo, no presentó altos contenidos de hierro y proteína, por lo tanto se eligió la formulación “B”, compuesta por 7.5 % de hojas de atajo, 42 % harina de kiwicha y 14.5 % harina de trigo, se diferenció por contener el máximo valor de hierro (10.45 mg /100 g), alto en proteína (10.25 %) y en aceptación global.
- La evaluación sensorial mostró que los atributos olor, sabor, textura y aceptación general difieren significativamente en los resultados, asimismo, el atributo color no presentó diferencias significativas a un nivel de confianza de 95 %.

- En cuanto al análisis proximal de la sopa instantánea, se obtuvo los siguientes resultados: 8.1 % de humedad; 16.2 % proteína; 22.2 % cenizas; 5 % grasas y 41.4 % carbohidratos.
- El análisis microbiológico mostró que la sopa instantánea cumplió con todos los criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes, *Bacillus cereus* y *Salmonella* sp.), que establece el R. M. N°591- 2008.

VI. RECOMENDACIONES

- Disminuir el tiempo de precocción de las hojas de atajo antes de deshidratarlas, para evitar la pérdida de nutrientes.
- Formular sopas instantáneas con otros ingredientes como leche o carne, para incrementar el contenido de proteínas y potenciar el sabor.
- Desarrollar sopas instantáneas a base de hojas de atajo con fideos, con el fin de competir con las sopas comerciales.
- Realizar pruebas biológicas sobre la digestibilidad y biodisponibilidad de los nutrientes presentes en la sopa instantánea de atajo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Achigan-Dako, E., Sogbohossou, O. y Maundu, P. (2014). Current knowledge on *Amaranthus* spp.: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. *Euphytica: Netherlands Journal of Plant Breeding*, 197(3), 303-317.
- Acho F., Zoué L, Koua G., Kra S. y Niamké S. (2014). Effect of cooking on nutritive and antioxidant properties of leafy vegetables consumed in Southern Côte d'Ivoire. *International Journal of Research in Biosciences*, 3(3), 75-87.
- Agbede, J., Adeyeye, S. y Adegbenro, M. (2012). Nutritional, functional property and bioactive components of the leaf products from edible vegetables. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 741-748.
- Ahmed, A., Ali, S., Shakir, M. y Ayub, S. (2016). Development and organoleptic evaluation of Moringa-Aloe vera blended nutraceutical drink. *Journal of Hygenic Engineering and Design*, 17(1), 72–76.
- Akin-Idowu, P., Odunola, O., Gbadegesin, M., Ademoyegun, O., Aduloju, A. y Olagunju, Y. (2017). Nutritional Evaluation of Five Species of Grain Amaranth – An Underutilized Crop. *International Journal of Sciences*, 6(01), 18-27.
- Akubugwo, I., Obasi, N., Chinyere, G. y Ugbogu, A. (2008). Mineral and phytochemical contents in leaves of *Amaranthus hybridus L* and *Solanum nigrum L*. subjected to different processing methods. *African Journal of Biotechnology* 2(2), 1-5.
- Albán, C., Figueroa, A. y Cornejo, F. (2011). Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de *Ipomoea Batatas* (Camote). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec>

- Alegbejo, J. (2013). Nutritional value and utilization of Amaranthus (*Amaranthus spp.*) – A review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(1): 136 – 143
- Aliel, N., Mwase, W., Maliro, M. y Damaliphetsa, A. (2015). Chemical and Mineral Composition of Amaranth (*Amaranthus L.*) Species Collected from Central Malawi. *Journal of Food Research*. 4(4). 92-102.
- Alvarado, U. (2010). *Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Allen) como sustituto parcial de la harina de trigo (Triticum vulgare)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Andini, R., Yoshida, S., Yoshida, Y. y Ohsawa, R. (2013). Amaranthus genetic resources in Indonesia: Morphological and protein content assessment in comparison with worldwide amaranths. *Genet Resour Crop Evol*, 2013(60). 2115–2128.
- Andini, R., Yoshida, S., Yoshida, Y. y Ohsawa, R. (2013). Variation in Protein Content and Amino Acids in the Leaves of Grain, Vegetable and Weedy Types of Amaranths. *Agronomy*, 2013(3). 391-403.
- Anjali, K., Arunabh, J., Maloo, S. y Sharma, R. (2013). Assessment of the morphological and molecular diversity in Amaranthus spp. *African Journal of Agricultural Research*, 8(19), 2307-2311.
- Arcos, C., Loor, A. y Cornejo, F. (2018). Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de arroz (*Oriza sativa*). Recuperado de <https://docplayer.es/58388091-Resumen-palabras-claves-harina-de-arroz-sopas-instantaneas-secado-permeabilidad-de-vapor-de-agua-abstract.html>
- Asaolu, S., Adefemi, O., Oyakilome, I., Ajibulu, K. y Asaolu, M. (2012). Proximate and Mineral Composition of Nigerian Leafy Vegetables. *Journal of Food Research* 1(3), 214-218
- Asociación Escuela de Estudiantes de Ingeniería Química (AEIQ). (2001). *Termodinámica química*. Cali, Colombia: ReCiTeIA.
- ASPEC (2011). [Sopas instantáneas y su verdadero valor nutritivo]. Recuperado: <https://www.aspec.org.pe/>
- Assad, R., Reshi, Z., Jan, S. y Rashid, I. (2017). Biology of Amaranths. *The New York Botanical Garden*. 2017(83). 382- 436.

- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Barahona, C. (2013). *Evaluación de la actividad antioxidante y valor nutracéutico de las hojas y frutos de la guanábana (Annona muricata)* (Tesis pregrado). Escuela superior politécnica de Chimborazo Riobamba, Ecuador.
- Bastidas, M. (2012). *Elaboración de una sopa instantánea de la pulpa de sambo (cúrcubita ficifolia), zapallo (cucúrbita máxima), hojas y tallos de la planta sambo con tres formulaciones y dos tipos de saborizantes (pollo y cerdo)*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador
- Betancur, D., Gallegos, S., Delgado, A., Perez, V., Ruelas, A. y Chel, L. (2008). Some physicochemical and antinutritional properties of raw flours and protein isolates from *Mucuna pruriens* (velvet bean) and *Canavalia ensiformis* (jack bean). *International Journal of Food Science and Technology*, 1(43), 816–823.
- Bonamino, M., Carreño, V. y Cervilla, N. (2009). Elaboración de sopas a partir de la molienda de semillas de quinoa. *Invenio*, 12(23), 119-129.
- Borneo, R. y Aguirre, A. (2008). Chemical composition, cooking quality, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour. *Food Science and Technology*, 41(1), 748–1751.
- Bravo, J. y Perez, J. (2016). Evaluación del grado de sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(2), 96-120.
- Brenner, D., Baltensperger, D., Kulakow, P., Lehmann, J., Myers, R., Slabbert, M. y Sleugh, B. (2000). Genetic resources and breeding of Amaranthus. *Plant Breeding Reviews*, 19(1). 227–285.
- Burgos, V. y Armada, M. (2015). Characterization and nutritional value of precooked products of kiwicha grains (*Amaranthus caudatus*). *Food Science and Technology*, 35(3), 531-538.
- Cañas, Z., Restrepo, D. y Rodríguez, M. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6023-6035.

- Carrizo, J. e Isasmendi, S. (2012). Flora del Valle de Lerma. *Aportes Botánicos de Salta*, 5(4), 28-30.
- Casa, C. (2011). *Enriquecimiento de la harina de trigo duro a base de dos tipos de hortalizas: acelga (*Beta vulgaris* var *cicla*) y espinaca (*Spinacia oleracea*) a diferentes concentraciones y dos tipos de secado deshidratación y secado natural*. (Tesis Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Caselato, V. y Amaya, J. (2012). State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science*, 77(4), 93-104.
- Chamorro, R. (2018). *Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del INIA-Perú* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Codex Alimentarius (2015). *Norma general para los aditivos alimentarios*. Codex Stan 192-1995, 41.
- Codex Alimentarius (2015). *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*. Codex Stan 193-1995, 60.
- Corke, H., Cai, Y. y Wu, H. (2016). *Amaranth: Overview*. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00032-9
- Cornell J. (2002). *Experiments with Mixtures: Design, Models and the Analysis of Mixtures*. Florida, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Darwin, J. (2017). *Industrialización de granos andinos “Elaboración de pan integral de quínoa (*Chenopodium quínoa* Willd) y amaranto (*Amaranthus caudatus* L)”* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Das, S. (2012). Systematics and taxonomic delimitation of vegetable; grain and weed Amaranths: a morphological and biochemical approach. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59(2), 289-303.
- Deladino, L., Navarro, A. y Martino, M. (2013). Carrier systems for yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) to enrich instant soups. Release mechanisms under different pH conditions. *Food Science and Technology*, 53 (2013), 163-169.

- Del Aguila, C. (2015). *Estudio del arte para la elaboración de sopas deshidratadas con materias primas de la región* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.
- De Prada, G. (2011). *Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (INIAP alegría y sangorache) para panificación* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Drake, M. (2007). Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 4925-4937.
- Dyner, L., Drago, S., Piñeiro, A., Sánchez, H., González, R., Villaamil, E. y Valencia, M. (2007). Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1), 69-77.
- Ebert, A., Wu, T. y Wang, S. (2011, noviembre). Vegetable amaranth (*Amaranthus L.*). AVRDC – The World Vegetable Center. Recuperado de <https://www.doc-developpement-durable.org>
- Emire, S., Jha, Y. y Mekam, F. (2013). Role of Anti-nutritional Factors in Food Industry. *Beverage and Food World*, 1(1), 23-28.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial*. La Habana, Cuba. Editorial Universitaria.
- Espinoza, J. y López, A. (2018). *Evaluación de las Propiedades Funcionales y Fisicoquímicas de una Sopa Instantánea formulada a partir de tallos de espárragos verdes (Asparagus officinalis)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.
- Essack, H., Odhav, B. y Mellem, J. (2017). Screening of traditional South African leafy vegetables for specific anti-nutritional factors before and after processing. *Food Sci. Technol*, 37(3), 0101-2061.
- Flores, A. y Hinojosa, A. (2016). *Formulación, caracterización y evaluación sensorial de una sopa deshidratada a base de quinua (Chenopodium quinoa wild) variedad Hualhuas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

- Franco, T. (2019). Ajo deshidratado: nutrientes y uso culinario [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://informaciongastronomica.com/ajo-deshidratado-nutrientes-y-uso-culinario/>
- Galarza, S. (2010). *Elaboración de una Sopa Instantánea a base de las Hojas Verdes de Quinoa (Chenopodium Quinoa wild) para obtener un producto de Alto Valor Nutritivo* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- García, A., Pacheco, E., Tovar J. y Perez E. (2007). Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) para sopas instantáneas. *Ciencia Tecnología y Alimentaria*, 5(5), 384-393.
- García, M., Cortes, M. y Rodríguez, E. (2010). Evaluación del Secado de Perejil Aplicando Técnicas de Deshidratación Osmótica Como Pretratamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5693-5705.
- García, L. (2017). *Porcentaje óptimo de harina de moringa (Moringa oleífera) en la elaboración de una sopa instantánea de harina de arveja, evaluado sensorialmente*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Gavidia, C. (2013). *Elaboración y evaluación nutricional de sopa instantánea de quinua enriquecida con soya* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador.
- Gemedede, H. y Ratta, N. (2014). Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4), 284-289.
- Gómez, A. (2013). *Selección de un proceso de transformación para la disminución de compuestos antinutricionales en el grano y hojas de amaranto (Amaranthus caudatus L.) y Sangaroché (Amaranthus hybridus L.)*. (Tesis de pregrado). Escuela Técnica, Quito, Ecuador.
- Gómez, M., Danglot, C. y Vega L. (2013). Cómo seleccionar una prueba estadística. *Revista Mexicana de Pediatría*, 80 (1), 30-34.
- Grubben, G. y Denton, O. (2004). *Plant Resources of Tropical Africa 2: Vegetables*. Netherlands, Wageningen, PROTA Foundation.

- Gupta, S., Gowri, B., Lakshmi, A. y Prakash, J. (2011). Retention of nutrients in green leafy vegetables on dehydration. *Journal of Food Science and Technology*. 50(5), 918–925. Doi: 10.1007/s13197-011-0407-z
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. Guanajuato, México. McGraw-Hill.
- Hurtado, J. y Rodríguez, J. (2011). *Elaboración de una bebida láctea enriquecida con harina de cañihua (Chenopodium pallidicaulle) y kiwicha (Amaranthus caudatus)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (2017). *NTP 209.037:1974 (revisada el 2017), Sopas deshidratadas. Generalidades, 1ª Edición*. Perú: Ministerio de Producción.
- Instituto Nacional de Salud (INS) (2016). *Informe sobre la fortificación de la harina de trigo durante el año 2012*. Recuperado de <https://web.ins.gob.pe>
- Instituto Nacional de Salud (INS). (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Recuperado de <https://repositorio.ins.gob.pe>
- Janjatovic, D., Benkovic, M., Srecec, S., Jezek, D., Spoljaric, I. y Bauman, I. (2012). Assessment of powder flow characteristics in incoherent soup concentrates. *Advanced Powder Technology*, 23(2012), 620–631.
- Kakade, S. y Hathan, B. (2014). Effect of Blanching and Drying Air Temperature on Quality Characteristics of Beetroot (Beta Vulgaris L.) Leaves Powder. *International Journal of Engineering and Management Research*, 4(5), 2250-0758.
- Karam, L., Eiras, M., Silva, R., Ferrero, C. y Zaritzky, N. (2015). Gel Textural Characteristics of Corn, Cassava and Yam Starch Blends: A Mixture Surface Response Methodology Approach. *Starch/Stärke* 57(2005) 62–70.
- Kong, X., Bao, J. y Corke, H. (2009). Physical properties of *Amaranthus* starch. *Food Chemistry*, 113(2009). 371–376.
- Krejcová, A., Cernohorský, T. y Meixner, D. (2007). Elemental analysis of instant soups and seasoning mixtures by ICP–OES. *Food Chemistry*, 105(2007), 242–247.
- Kumari, M., Gupta, S., Jyothi, A. y Prakash, J. (2004). Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils. *Food Chemistry*, 86(2004), 217–222.

- Kumari, S., Devi, A. y Sindhu, R. (2019). Effect of grain processing on nutritional and physico-chemical, functional and pasting properties of amaranth and quinoa flours. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(3), 500-507.
- Lawson, J. y Willden, C. (2016). Mixture Experiments in R Using mix exp. *Journal of Statistical Software*, 72(2), 1-20.
- Loor, A. y Arcos, C. (2011). *Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de arroz (Oriza sativa)* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- López, M. y Sánchez, H. (2011). *Elaboración de sopa instantánea a partir de Harina de Fréjol* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Mepba, H., Eboh, L. y Banigbo, D. (2007). Effects of processing treatments on the Nutritive Composition and consumer acceptance of some Nigerian edible leafy vegetables. *African Journal of Agricultural Nutrition and Development* 7(1), 1-18.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2002). *Tabla de Composición de Alimentos Industrializados*. Recuperado de <https://repositorio.ins.gob.pe/>
- Ministerio de Salud del Perú (2017). *Plan Nacional para la REDUCCIÓN Y CONTROL DE LA ANEMIA Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017-2021*. (1ra Edición). Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/>
- Mohamad, N., Salwa, S., Gani, A., Shamsudin, R. y Fard, H. (2015). The use of D-Optimal mixture design in optimizing development of Okara tablet formulation as a dietary supplement. *The ScientificWorld Journal*, 2015(1), 1-7.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño Y Análisis De Experimentos*. Arizona, Estados Unidos: Limusa Wiley.
- Mora, R. y Rodriguez, M. (2001). *Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS Capítulo 3: Análisis de Regresión Simple*. Recuperado de <http://rua.ua.es>
- Morales, J., Vásquez, N. y Bressani, R. (2014). *El Amaranto: Características y aporte nutricio*. Ciudad de México, México: Trillas.

- Moreno, S. (2017). Evaluación del efecto de la temperatura de secado en las hojas del pachataya – pampa taya (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac, Perú.
- Nadeeshani, H., Wimalasari, K., Samarasinghe, G., Silva, R y Madhujith, T. (2018). Evaluation of the Nutritional Value of Selected Leafy Vegetables Grown in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*, 29(3), 255 – 267.
- Naghi, M. N. (2005). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Limusa.
- Nascimento, A., Mota, C., Coelho, I., Gueifao, S., Santos, M., Matos, A., ... Castanheira, I. (2014). Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), Amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food Chemistry*, 148(2014), 420–426.
- New World Encyclopedia (NWE). (2016). *Amaranth*. Recuperado de <http://www.newworldencyclopedia.org>
- Novalés, A. (2010). Análisis de Regresión. *Universidad Complutense de Madrid*. España. Recuperado de <https://www.ucm.es>
- NPA (The National Academies Press) (2006). *Lost crops of Africa*. Washington, D.C. United States. National Research Council of the National Academies. Recuperado de: <https://www.nap.edu/>
- O'Brien, G. y Price, M. (2008). *Amaranth: grain and vegetable types*. Echo Technical Note.
- Oduro, I., Twumasi, P., Tandoh, M., Ankar-Brewoo, G. y De-Heer, N. (2013). Formulation and Sensory Evaluation of Herb Tea from Moringa oleifera, *Hibiscus sabdariffa* and *Cymbopogon citratus*. *Journal of the Ghana Science Association*, 15(1), 53-62.
- Olivas-Gastélum, R., Nevárez-Moorillón, G. y Gastélum-Franco, M. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua*, 3(1), 1-7.
- Oliveros-Bastidas, A., Carrera, C. y Marín, D. (2009). Estudio por espectrofotometría UV-Visible de la reacción entre los iones cianuro y picrato. Un ejemplo práctico de aplicaciones analíticas y estudios cinéticos. *Revista Colombiana de Química* 38(1), 61-82.

- Onyango, CM (2010). *Preharvest and postharvest factors affecting yield and nutrient contents of vegetable amaranth (Var. Amaranthus hypochondriacus)*. (Tesis doctoral). Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1990). *Consumo recomendado de nutrientes*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s1a.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0u.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Food energy – methods of analysis and conversion factors*. Recuperado de <http://www.fao.org/>
- Ortega-Pérez, D., Bustamante-Rua, M., y Gutiérrez-Roa, R. (2014). Mixture experiments in industrial formulations. *DYNA*, 82 (189), 149-156.
- Oulai, P., Zoue, L., Bedikou, M., Megnanou, R. y Niamke, S. (2014). Impact of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in northern Côte D'ivoire. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(3). 578-579.
- Paajanen, H. (2016). *Pigment dispersion processing, optimization for higher pigmentation* (Tesis de Maestría). Lund University, Lund, Suecia.
- Paquita, R. (2015). *Efecto del escaldado y temperatura en la cinética de secado de hojas de quinua (Chenopodium quinoa Wild), Variedad Salcedo INIA* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Peña, J. (2010). *Determinación del contenido de fibra dietaria, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de dos variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus) y su variación con el proceso de extrusión* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Pradhan, S., Manivannan, S. y Tamang, J. (2015). Proximate, mineral composition and antioxidant properties of some wild leafy vegetables. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 74(1). 155-159.

- Ramirez, E. (2015). *Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (Chenopodium quinoa, willd) y arveja (Pisum sativum)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Ramírez – Navas, J. (2012). *Análisis Sensorial: Pruebas al consumidor*. Cali, Colombia: ReCiTeIA.
- Ramírez-Navas, J., Murcia, C. y Castro, V. (2014). Análisis de aceptación y preferencia del manjar blanco del valle. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27.
- Rathod, K. (2017). *Phytochemical studies of Rajigara (Amaranthus species) for its potential use in medicine*. (Tesis Doctoral). Maharshi Dayanand Science College. Porbandar, India.
- Resio, A., Aguerre, R. y Suarez, C. (2006). Hydration kinetics of amaranth grain. *Journal of Food Engineering*, 72(2006), 247–253.
- Rojas, W. (2016). *Optimización de mezclas de harinas (Chenopodium quínoa, Solanum tuberosum y Zea mays) para la elaboración de cake libre de gluten* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Ñaña, Perú.
- Romero, N. (2012). La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor. TELOS. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 14(3), 439–446.
- Sadia, S., Rehman, Z., Amin, H., Shedayi, A., Zhang, J., Bai, X., ... Mazar, P., (2016). Qualitative and quantitative phytochemical analysis and antioxidant potential of *Amaranthus viridis* L. from Pakistan. *The IIER International Conference*, Beijing, China.
- Saika, P. y Deka, D. (2013). Mineral content of some wild green leafy vegetables of North-East India. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 5(3), 117-121.
- Sierra, P. (2018). *Desarrollo de una sopa instantánea a partir de una variedad de cubio (Tropaeolum tuberosum R&P)* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Srivastava, R. (2011). Nutritional quality of some cultivated and wild species of *Amaranthus* L. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research (IJPSR)*, 2(12), 3152-3156.

- Tacusi, T. (2006). *Deshidratación de trucha Arco iris (Oncorhynchus mykiss) en presentación de sopa instantánea* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Temesgen, A. y Bultosa, G. (2017). Physicochemical Characteristics and Nutrient Composition of Three Grain Amaranth Species Grown in Hirna, Eastern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 11(1), 17-26.
- Thomas, W., Burke, I., Spears, J. y Wilcut, J. (2006). Influence of environmental factors on slender amaranth (*Amaranthus viridis*) germination. *Weed Science*, 54(1), 316–320.
- Topwal, M. (2019). A Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta Scientific Agriculture*, 3(1), 9-15.
- Torres, J. (2019). *Efecto Comparativo de las Variaciones Producidas en los Constituyentes Funcionales y Capacidad Antioxidante durante el Procesamiento de Harinas Tostadas de Quinoa (Chenopodium quinoa Wild), Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) y Kiwicha (Amaranthus caudatus L.)*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Tustón, S. (2007). *Adaptación de cinco líneas de amaranto de grano blanco Amaranthus caudatus y cinco líneas de ataco o sangaroché Amaranthus hybridus en los cantones de Otavalo y Antonio Ante* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Umar, K., Hassan, L., Dangoggo, S., Maigandi, S. y Sani, N. (2011). Nutritional and anti-nutritional profile of spiny Amaranth (*Amaranthus Viridis* linn). *Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții*, 21(4), 727-737.
- Uwah, E., Moses, E. y Okokon, K. (2015). Proximate, minerals and anti – nutrients composition of two leafy vegetables commonly consumed in Idu, Uruan, Akwa Ibom State. *International Journal of Current Research in Chemistry and Pharmaceutical Sciences*, 2(10), 24–30.
- Velásquez, M. (2011). *Desarrollo de sopa instantánea a partir de Harina de Melloco Ullucus Tuberosus* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

- Villacres, E., Silva, E., Cuadrado, L., Álvarez, J., y Quelal, M. (2014). La riqueza oculta de las hojas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. (Boletín Técnico No. 166).
- Villarroel, C. (2012). *Elaboración y control de calidad de una sopa instantánea nutritiva a base de amaranto (Amaranthus spp.)* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Wangui, J. (2015). *Impact of different processing techniques on nutrients and antinutrients content of grain amaranth (Amaranthus albus)* (Tesis de maestría). Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kiambu, Kenia.
- WHO/FAO/UNU (1985). Report: Energy and protein requirements: *WHO technical report series. 724*, 220-221.
- World Health Organization (WHO). (2004). *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*, 2nd ed., Geneva, Switzerland.
- Wicklin, R. (2019). Interpolation vs extrapolation: the convex hull of multivariate data. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blogs.sas.com/content/iml/2019/03/18/interpolation-extrapolation-convex-hull.html>
- Wickramasinghe, Y., Wickramasinghe, I. y Wijesekara, I. (2020). Effect of Steam Blanching, Dehydration Temperature & Time, on the Sensory and Nutritional Properties of an Herbal Tea Developed from *Moringa oleifera* Leaves. *International Journal of Food Science*, 2020(1), 1-11.
- Yang, R. y Keding, G. (2009). *Nutritional contributions of important African indigenous vegetables*. London, UK. Shackleton CM, Pasquini MW, Drescher A (eds).
- Yntusca, H. (2018). *Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac, Perú.
- Yu, P., Low, M. y Zhoua, W. (2018). Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71(2018), 202–215.

- Yuquilema, D. (2017). *Utilización de harina de sangorache (Amaranthus quitensis L.) mediante la aplicación en productos de panificación* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Zoro, A., Zoué, L., Adom, N. y Niamké, S. (2015). Effect of sun drying on nutritive and antioxidant properties of leafy vegetables consumed in western Côte D'ivoire. *African Journal of Science and Research*, 5(4), 24-31.
- Zumaeta, L. y Gonzales, G. (2014). *Aceptabilidad y valor nutricional de la pasta de la hoja de yuca (Manihot Esculenta) utilizada en distintos productos alimenticios*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: Clasificación taxonómica del atajo



Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

CONSTANCIA N° 053-USM-2019

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (tallo, hojas, flores) recibida de **Claudia Mercedes Chalco Ramos**; estudiante de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química, Ingeniería Química e Ingeniería Agroindustrial; ha sido estudiada y clasificada como: ***Amaranthus viridis* L.** y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: CARYOPHYLLIDAE

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: AMARANTHACEAE

GENERO: *Amaranthus*

ESPECIE: *Amaranthus viridis* L.

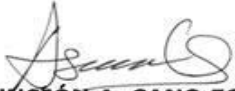
Nombre vulgar: Atajo

Determinado por Mag. Asunción A. Cano Echevarría

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 de febrero de 2019




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRÍA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

ANEXO II: Análisis proximal de las hojas deshidratadas de atajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00545-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005133/2018
SOLICITADO POR : CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS
MUESTRA : HOJAS DE ATAJO DESHIDRATADA
NÚMERO DE LOTE : ---
CANTIDAD : 01 bolsa x 150g
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACIÓN : --
FECHA DE VENCIMIENTO : --

ENSAYO	ESPECIFICACIONES	MÉTODO	RESULTADOS
PROTEINAS	---	AOAC (2015)	24,6%
HUMEDAD	---	AOAC (2015)	8,3%
CENIZAS	---	AOAC (2015)	16,6%
GRASAS	---	AOAC (2015)	12,0%
FIBRAS	---	AOAC (2015)	10,8%
CARBOHIDRATOS	---	AOAC (2015)	27,7%
CUANTIFICACIÓN DE HCN	---	UV - VISIBLE (2015)	0,2µg/gMP

*Existe 0,2 µg de HCN por cada gramo de muestra

Lima, 05 de Diciembre del 2018


QF. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



ANEXO III: Análisis fisicoquímico de las hojas deshidratadas de atajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANO DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00536-CPF-2018

ORDEN DE ANÁLISIS : 005133/2018
SOLICITADO POR : CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS
MUESTRA : HOJAS DE ATAJO DESHIDRATADAS
LOTE : ---
CANTIDAD : 01 bolsa x 150g
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de Noviembre del 2018
FECHA DE FABRICACION : ----
FECHA DE VENCIMIENTO : ----

ENSAYO	ESPECIFICACIONES	MÉTODO	RESULTADOS mg/100g
CUANTIFICACIÓN DE HIERRO	---	AAS	33.87

Lima, 30 de Noviembre del 2018


QF. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

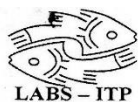
Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
N° BR233265



ANEXO IV: Análisis fisicoquímico de la sopa instantánea.

A. Análisis de Proteínas



LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 0168/19

Solicitante : CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS.
Dirección : El Rosal de Santa Rosa Mz. "C", Lote "7" San Martín de Porres.
Producto declarado : SOPA INSTANTANEA DE ATAJO (27 MUESTRAS):
 A1, A2, A3; B1, B2, B3; C1, C2, C3; D1, D2, D3;
 E1, E2, E3; F1, F2, F3; G1, G2, G3; H1, H2, H3 y
 I1, I2, I3
Presentación y Condiciones de la Muestra : En bolsa plástica transparente cerrada y rotulada. A temperatura ambiente
Cantidad de muestras : 100g Aprox. de c/u
Fecha de recepción de la muestra : 25.03.19
Fecha de Ejecución de Análisis : 27.03.19
Referencia de la muestra : Comunicación verbal del cliente.
N° de Solicitud de Servicio de Ensayo : 0095-19

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS		
Determinación de Proteína cruda	LABS-ITP-FQ-001-2009 Rev. 00, 2009*	%	A1 = 10,5	A2 = 10,2	A3 = 10,3
		%	B1 = 10,7	B2 = 10,3	B3 = 10,2
		%	C1 = 11,7	C2 = 11,1	C3 = 11,3
		%	D1 = 10,9	D2 = 10,6	D3 = 11,1
		%	E1 = 10,4	E2 = 10,0	E3 = 9,6
		%	F1 = 9,2	F2 = 9,7	F3 = 10,3
		%	G1 = 9,6	G2 = 10,7	G3 = 12,3
		%	H1 = 10,6	H2 = 11,4	H3 = 10,2
		%	I1 = 10,5	I2 = 10,7	I3 = 10,0

Observaciones: XXXXXX

Callao, 02 de Abril del 2019

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA


QUIM. GARY ALVAREZ GUZMÁN
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA

CARRETERA A VENTANILLA KM 5,200 – TELFS. 5770116 – 5770118 – CASILLA 360 – CALLAO I PERU
 TELEFAX: 5773130 E-mail: clientelab@itp.gob.pe

Queda prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP. Los resultados emitidos en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El nombre del producto declarado es de responsabilidad del cliente.

EACI-F01- P22, Rev 05

Fecha: 11/12/15

Cambio: Cambio de estructura del formato.

B. Análisis de Hierro



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00123-CPF-2019

ORDEN DE ANÁLISIS : 05295/2019
SOLICITADO POR : CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS
MUESTRA : SOPA INSTANTÁNEA DE ATAJO
NÚMERO DE LOTE : ----
CANTIDAD : 27 bolsas
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Abril del 2019
FECHA DE FABRICACIÓN : ----
FECHA DE VENCIMIENTO : ----

PRUEBA	MÉTODOS	RESULTADOS
CUANTIFICACIÓN DE HIERRO		(mg/100g)
A1	AAS	8.92
A2	AAS	8.93
A3	AAS	9.47
B1	AAS	10.132
B2	AAS	10.771
B3	AAS	11.56
C1	AAS	9.72
C2	AAS	9.64
C3	AAS	9.62
D1	AAS	9.57
D2	AAS	9.32
D3	AAS	8.54
E1	AAS	8.49
E2	AAS	8.72
E3	AAS	9.38
F1	AAS	7.33
F2	AAS	7.19
F3	AAS	7.53

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
N° BR233265






UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



G1	AAS	10.08
G2	AAS	8.93
G3	AAS	9.10
H1	AAS	4.60
H2	AAS	4.48
H3	AAS	4.29
I1	AAS	6.89
I2	AAS	6.77
I3	AAS	6.62

Lima, 17 de Abril del 2019


.....
Q.F. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



ANEXO V: Ficha de evaluación utilizada en la evaluación sensorial.

FICHA DE EVALUACIÓN

Frente a usted se presentan 9 muestras de sopa instantánea. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo (olor, color, sabor, textura y aceptabilidad general) de cada muestra, de acuerdo a la escala de puntaje mostrada, escriba el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Nota: Recuerde tomar agua entre cada muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta Mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo				
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
893					
579					
711					
399					
221					
027					
137					
535					
196					

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO VI: Análisis proximal de la sopa instantánea.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA




PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00314-CPF-2019

ORDEN DE ANÁLISIS : 0054484/2019
SOLICITADO POR : CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS
MUESTRA : SOPA INSTANTÁNEA DE ATAJO
NÚMERO DE LOTE : ---
CANTIDAD : 01 bolsa x 50g
FECHA DE RECEPCIÓN : 08 de Agosto del 2019
FECHA DE FABRICACIÓN : --
FECHA DE VENCIMIENTO : --

ENSAYO	ESPECIFICACIONES	MÉTODO	RESULTADOS
PROTEINAS	---	AOAC (2015)	16,2%
HUMEDAD	---	AOAC (2015)	8,1%
CENZAS	---	AOAC (2015)	22,2%
GRASAS	---	AOAC (2015)	5,0%
FIBRAS	---	AOAC (2015)	7,0%
CARBOHIDRATOS	---	AOAC (2015)	41,4%

Lima, 22 de Agosto del 2019


QF. Gustavo Guerra Brizuela
Director del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ☒ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

N° BR233205



ANEXO VII: Análisis microbiológico



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS, AGUAS y AMBIENTES.

INFORME N° 477-2019

ESTUDIO REALIZADO	: Análisis Microbiológico.	
MUESTRA	: SOPA INSTANTÁNEA DE ATAJO F.P: 06/02/19 F.V: 08/02/19	
PRESENTACIÓN	: En bolsa hermética x 100 g.	
FECHA DE MUESTREO	: 21 de agosto del 2019.	HORA: 12:20
FECHA DE ANÁLISIS	: 21 de agosto del 2019.	HORA: 14:00
SOLICITANTE	: CLAUDIA MERCEDES CHALCO RAMOS	
DIRECCIÓN	: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.	

I. RESULTADO.-

		<u>Límite Aceptable*</u>
- Recuento de aerobios mesófilos	: < 10 UFC/g	10 ⁴ UFC/g
- Numeración de Coliformes	: < 3 NMP/g	10 NMP/g
- Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	: < 10 UFC/g	10 ² UFC/g
- Detección de <i>Salmonella</i> sp.	: Ausencia/25g	Ausencia/25g

1. Rec. Aerobios mesófilos. ICMSF Vol. 1. 120-124. 2000.
2. Num. de Coliformes. ICMSF Vol. 1. 138-142. 2000.
3. Rec. de *Bacillus cereus*. FDA-BAM Chapter 14- 2012.
4. *Salmonella*. FDA-BAM Chapter 5- 2018.

II. CALIFICACIÓN.-

CONFORME

* De acuerdo con la "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". R.M. N° 591-2008/MINSA.

Lima, 28 de agosto del 2019.

U. N. M. S. M.
Lab. Control de Calidad Alimentos y Aguas

GERMAN VERGARA
DIRECTOR

ANEXO VIII: Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de Hierro en la sopa instantánea

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor-F	Valor-P
Regresión	8	53.5996	6.7000	176.19	0.000
Lineal	2	10.6661	15.2478	400.97	0.000
Cuadrático	3	5.9582	12.0219	316.13	0.000
HOJAS DE ATAJO*HARINA DE KIWICHA	1	0.3882	28.4846	749.05	0.000
HOJAS DE ATAJO*HARINA DE TRIGO	1	3.7977	29.1515	766.58	0.000
HARINA DE KIWICHA*HARINA DE TRIGO	1	1.7724	29.8836	785.84	0.000
Cúbico Especial	1	30.5435	8.3029	218.34	0.000
HOJAS DE ATAJO*HARINA DE KIWICHA*HARINA DE TRIGO	1	30.5435	8.3029	218.34	0.000
Cúbico Completo	2	6.4318	3.2159	84.57	0.000
HOJAS DE ATAJO*HARINA DE KIWICHA*(-)	1	5.8239	0.7718	20.30	0.001
HARINA DE KIWICHA*HARINA DE TRIGO*(-)	1	0.6080	0.6080	15.99	0.003
Error	9	0.3422	0.0380		
Total	17	53.9419			