

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“AISLADO PROTEICO Y EFECTO ANTIOXIDANTE DEL
EXTRACTO DE LA MORINGA (*Moringa oleifera* Lam) PARA LA
ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JULIETA ROSALÍA CCASA MAMANI

ROXANA CASTILLO TACORA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PROMOCIÓN: 2013 – II, 2013 - I

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“AISLADO PROTEICO Y EFECTO ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE LA MORINGA (*Moringa oleífera* Lam) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL”

TESIS

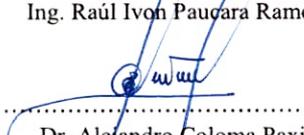
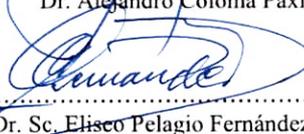
PRESENTADA POR:

**JULIETA ROSALIA CCASA MAMANI
ROXANA CASTILLO TACORA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

FECHA DE SUSTENTACION: 15 DE DICIEMBRE DEL 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO	:	 Ing. M.Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Cáceres
PRIMER MIEMBRO	:	 Dr. Ronald Astete Tebes
SEGUNDO MIEMBRO	:	 Ing. Raúl Ivon Paucara Ramos
DIRECTOR	:	 Dr. Alejandro Coloma Paxi
ASESOR	:	 Dr. Sc. Eliseo Pelagio Fernández Ruelas
ASESOR	:	 Ing. Whany Quispe Chambi



PUNO-PERU

2017

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, familia, amigos y por estar guiándome en todo momento, dándome fuerza, por ser el principal testigo de este sueño que hoy termina en una realidad.

Con mucho cariño dedico este proyecto a mis padres Pascual Castillo Galanoca y Juana Tacora Alania, quienes han estado conmigo en todo momento, enseñándome a superar cualquier obstáculo que se me presente sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, brindándome siempre su apoyo, comprensión y valores.

A mis hermanos Reyner y Lizbeth por estar siempre conmigo en todos los momentos de mi carrera universitaria, por apoyarme en los momentos más difíciles, por brindarme su comprensión, por incentivarme a continuar sin perder la fé.

Roxana C. 7.

DEDICATORIA

*A Dios, por brindarme la vida y permitirme salir
Adelante en los Momentos más difíciles de mi
Vida personal y familiar así poder tener la
Oportunidad de cumplir con mis deseos de
Superación.*

*En memoria a mi madre Toribia Mamani
Betancur por haberme sembrado e inculcado ese
sabio don de la responsabilidad y esfuerzo quien
desde el cielo me ilumine mi camino y derrame sus
bendiciones para alcanzar satisfactoriamente mis
objetivos trazadas. De igual manera a mi padre
Néstor P. Ccasa quien me brindo el apoyo, aliento
y orientación para poder trazarme nuevas metas.
A ellos mi eterna gratitud.*

*A mis hermanos Rubén Darío, María Belén
Y Roly con mucho cariño por brindarme ese apoyo
Incondicional, motivación, protección y su ejemplo
De superación y tenacidad que me empuja siempre
Salir adelante en cada etapa de mi vida*

Julietta Rosalía Cc. M.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser la fortaleza en los Momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizaje, experiencias sobre todo Felicidad, permitiendo lograr esta meta tan importante en nuestras vidas.

A la universidad nacional del altiplano, a la facultad de ciencias agrarias y a los docentes de la escuela profesional ingeniería agroindustrial que me dieron la oportunidad de formar parte de ellos y por sus valiosas enseñanzas impartidas durante mi formación y alcanzar esta meta.

A los miembros del jurado Ing. M. Sc. Florentino Víctor Choque huanca Cáceres, Dr. Ronald Astete Tebes e Ing. Raúl Ivon Paucara Ramos por su acertada orientación y corrección en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Jorge Marcelino Aranibar Aranibar por su apoyo incondicional que nos brindó, orientación profesional, compartir su tiempo y por las facilidades prestadas en el uso de laboratorio en el cual su apoyo fue muy importante para llevar adelante este proyecto de investigación.

Al Director de tesis Dr. Alejandro Coloma Paxi y asesores Dr. Sc. Eliseo Pelagio Fernández Ruelas e Ing. Whany Quispe Chambi por su acertada dirección y asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al sr. Pablo, laboratorio de microbiología agroindustrial, sr. German, laboratorio procesamiento de Alimentos, Sr. Hugo de la Planta Piloto; por las facilidades prestadas en el uso de laboratorio durante la ejecución de este trabajo de investigación.

A nuestros padres, familiares y amigos a quienes agradecemos infinitamente por la comprensión y el aliento que nos dieron para lograr este objetivo siempre los tendremos presente

INDICE

RESUMEN.....	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1.MORINGA (<i>Moringa oleífera</i> Lam).....	16
2.1.1. Origen Del Cultivo.....	16
2.1.2. Características Botánicas del Cultivo.....	17
2.1.3. Clasificación Taxonómica de la Moringa	17
2.1.4. Físicas y Químicas de la Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam).....	19
2.1.5. Formas de Aprovechamiento de la Moringa.....	19
2.2.NARANJA.....	21
2.2.1. Calidad Nutricional	21
2.3.PROTEÍNA.....	22
2.3.1. Metabolismo Proteico	22
2.3.2. Aislado Proteico.....	23
2.3.3. Evaluación de la calidad proteínica en términos nutrimentales	23
2.4.ANTIOXIDANTES	25
2.5.COMPUESTOS FENÓLICOS	26
2.5.1. Clasificación de Compuestos Fenólicos.....	27
2.6.TRATAMIENTO TERMICO.....	28
2.6.1. Termo destrucción de parámetros de calidad.....	28
2.6.2. Pasteurización	29
2.7.EXTRUCION DE LOS ALIMENTOS	29
2.8.BEBIDA FUNCIONAL	30
2.9.DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL EN LOS ALIMENTOS.....	30
2.9.1. Método de Q_{10} para determinación de vida útil.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1.ÁMBITO DE ESTUDIO	33
3.2.MATERIAL EXPERIMENTAL	33
3.3.MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	34
3.3.1. Para la extracción de la proteína y caracterización	34

3.3.2. Para la digestibilidad de proteínas de la harina de hojas y semillas de Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam)	34
3.4.1. Obtención de la Materia Prima	40
3.4.2. Para Obtener el Aislado Proteico	40
3.4.4. Para Determinación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos en la Hojas Semillas de Moringa (<i>Moringa Oleífera</i> Lam) Y La Bebida Funcional.....	43
3.4.5. Elaboración de la bebida funcional de naranja con aislado proteico y extracto de Moringa.....	45
3.4.6. Método para determinar vida útil de la bebida funcional de naranja fortificado con proteína aislada de Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam).....	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
4.1.OBTENCIÓN DEL AISLADO PROTEICO DE LA HOJA Y SEMILLA DE LA MORINGA (<i>moringa oleífera</i> Lam)	51
4.1.1. Comparación de hojas y semillas del contenido de proteína del aislado proteico de moringa en base seca (<i>Moringa oleífera</i> Lam).....	51
4.1.2. Determinación de la calidad proteica de las harinas de hojas y semillas moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam)	53
4.2.CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS Y SEMILLAS DE MORINGA (<i>Moringa oleífera</i> Lam)	55
4.2.1. Compuestos Fenólicos Hojas y Semillas de Moringa.....	56
4.3.ESTABILIDAD DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, COMPUESTOS FENOLICOS Y PROTEINA.....	57
4.4.RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL	61
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam).....	18
Tabla 2. Contenido Nutricional de las hojas de moringa en 100 g en base seca.....	19
Tabla 3. Características y Composición fisicoquímicas de la semilla de Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam)	19
Tabla 4. Comparación de Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam) con otros alimentos en 100 g.	20
Tabla 5. Resultados de análisis químico proximal de hojas y semilla de moringa por 100g.	51
Tabla 6. Contenido de proteína en el aislado proteico por 100g.....	51
Tabla 7. Determinación de la calidad proteica de hojas y semillas de moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam)	53
Tabla 8. Capacidad Antioxidante de la muestra de hojas y semillas de Moringa.....	55
Tabla 9. Contenido de Compuestos Fenólicos en las Hojas y Semillas de Moringa	56
Tabla 10. Resultados estabilidad de capacidad antioxidante en la bebida funcional	57
Tabla 11. Resultados estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida funcional	59
Tabla 12. Resultados estabilidad de proteínas en la bebida funcional	60
Tabla 13. pH de la bebida funcional a 80, 85 y 90°C Temperaturas de pasteurización almacenadas a 15, 25 y 35 °C	61
Tabla 14. Tiempo de vida útil y Q10 con respecto a pH.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Digestión de la proteína.....	71
Cuadro 2. Destilación de la proteína	71
Cuadro 3. Reaccion	71
Cuadro 4. Resultado de aislado proteico de 50 gr. de harina de hojas y semillas de moringa (moringa oleífera Lam).....	73
Cuadro 5. Resultado de % aislado proteico en las harinas hojas y semillas de moringa (moringa oleífera Lam).....	73
Cuadro 6. análisis de varianza.....	73
Cuadro 7. Prueba de comparación de medias	73
Cuadro 8. Composición de la ración experimental	74
Cuadro 9. Ficha de ganancia de peso (g) durante el experimento en los 28 días (PER).....	74
Cuadro 10. Datos de alimento consumido durante la experimentación.	74
Cuadro 11. Resultado de relación eficiencia proteica	75
Cuadro 12. Análisis de varianza para el PER.	75
Cuadro 13. prueba de comparación de medias.....	75
Cuadro 14. Datos obtenidos de alimento ingerido para determinar DV	76
Cuadro 15. Datos obtenidos de heces (g) durante la experimentación	77
Cuadro 16. De datos de porcentaje de nitrógeno y proteínas de las heces.....	78
Cuadro 17. Datos obtenidos de nitrógeno consumido metabólico y fecal	79
Cuadro 18. Datos obtenidos para determinar la digestibilidad verdadera durante el experimento.....	80
Cuadro 19. Análisis de varianza.....	81
Cuadro 20. Prueba de comparación de medias	81
Cuadro 21. Resultado de capacidad antioxidante.....	82
Cuadro 22. Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante	82
Cuadro 23. Prueba de comparación de medias de Capacidad Antioxidante	82
Cuadro 24. Resultado de compuestos fenólicos de hojas y semillas de moringa.	83
Cuadro 25. Análisis de Varianza de Compuestos Fenólicos.....	83
Cuadro 26. Prueba de comparación de medias	83
Cuadro 27. Resultado de estabilidad de capacidad antioxidante en la bebida funcional	84
Cuadro 28. Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante de la bebida	84
Cuadro 29. Prueba de comparación de medias	84
Cuadro 30. Resultados de estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida funcional	84
Cuadro 31. Análisis de Varianza.....	85
Cuadro 32. Prueba de comparación de medias	85

Cuadro 33. Resultados de estabilidad de proteína en la bebida funcional	85
Cuadro 34. Análisis de Varianza.....	85
Cuadro 35. Prueba de comparación de medias	86
Cuadro 36. Datos obtenidos en el análisis sensorial del producto inicial	88
Cuadro 37. Análisis de Varianza de sabor	88
Cuadro 38. Prueba de comparación de medias de sabor	89
Cuadro 39. Análisis de Varianza de olor	90
Cuadro 40. Prueba de comparación de medias	90
Cuadro 41. Análisis de Varianza de Color.....	91
Cuadro 42. Prueba de comparación de medias Color	91
Cuadro 43. Análisis de Varianza de Apariencia	92
Cuadro 44. Prueba de comparación de medias de Apariencia	92
Cuadro 45. Variación de acides titulable durante el almacenado a 15°C de la bebida funcional.....	93
Cuadro 46. Variación de acides titulable durante el almacenado a 25°C bebida funcional.....	93
Cuadro 47. Variación de acides titulable durante el almacenado a 35 °C de la bebida funcional.....	93
Cuadro 48. Promedio de variación de acidez titulable durante la estimación de vida útil de la bebida funcional.....	93
Cuadro 49. Variación de pH durante el almacenamiento de la bebida funcional	94
Cuadro 50. Promedio de pH de la bebida funcional en pasteurización a tres temperaturas durante el almacenadas a 15, 25 y 35 °C	94
Cuadro 51. Tiempo de determinación de pH en 15 días a temperatura de pasteurización de 90°C y a temperatura de almacenamiento a 15°C, 25°C y 35°C.	94
Cuadro 52. Estimaciones de determinación (R ²) y las constantes de velocidad (k).....	95
Cuadro 53. Calculo de 1/T y Ln (K)	95

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Secuencia de trabajo de Investigación	39
Figura 2. Metodología para aislado proteico.....	41
Figura 3. Metodología para evaluar la digestibilidad de moringa.....	43
Figura 4. Metodología para obtener extracto de Moringa.....	45
Figura 5. Diagrama de flujo de bebida funcional de naranja con agregado de aislado proteico y extracto de compuestos fenólicos de Moringa.....	47
Figura 6. Comparación entre las hojas y semillas de moringa en el contenido de proteínas del aislado proteico.....	52
Figura 7. Valores obtenidos de relación eficiencia proteica del grupo experimental.	53
Figura 8. Valores obtenidos de digestibilidad verdadera.	54
Figura 9. Contenido de capacidad antioxidante de hojas y semillas de moringa	55
Figura 10. Contenido de compuestos fenólicos de hojas y semillas de moringa	57
Figura 11. Estabilidad de la capacidad antioxidantes durante la pasteurización de la bebida	58
Figura 12. Estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida.....	59
Figura 13. Estabilidad de proteína durante la pasteurización en la bebida.	60
Figura 14. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (15 ° C).	62
Figura 15. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (25 ° C).	62
Figura 16. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (35 ° C)	63
Figura 17. Aceptabilidad de Sabor.....	89
Figura 18. Aceptabilidad de Olor.....	90
Figura 19. Aceptabilidad de Color	91
Figura 20. Aceptabilidad de Apariencia.....	92
Figura 21. Ln(K) versus 1/T para estimar vida útil de la bebida.....	95

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abs: Absorbancia

A-P: A-proteica

AP: Aislado proteico

DV: Digestibilidad Verdadera

DPPH: 1,1 difenil-2-picrilhidrazilo

EM: Extracto de Moringa

Ha: Hectáreas

HM: Hojas de Moringa

JN: Jugo de Naranja

N: Normalidad

Nm: Nanómetro

NTP: Normas Técnica Peruana

ML: Mililitros

PER: Relación de Eficiencia Proteica

SM: Semillas de Moringa

SP: Sin pasteurizar

T°: Temperatura

TEAC: Capacidad Antioxidante expresado en equivalente Trólox

Tn: Toneladas

µl: Microlitros

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el rendimiento de aislado proteico donde se ha obtenido de hojas y semillas de Moringa por solubilización alcalina seguida de precipitación isoelectrica obteniendo un contenido proteico de 71.20% en hojas y 88.47% en semillas, en las pruebas biológicas se obtuvo los siguientes valores PER: HM = 1.28, SM=1.67, control 2.88 y DV: HM = 77.07, SM = 84.07 y control = 86.77. Los resultados demuestran que las dietas de semilla son más digeribles, en la capacidad antioxidante se utilizó la metodología de DPPH y los compuestos fenólicos por el método Follin Ciocalteu, obteniendo como resultado de capacidad antioxidante en HM = 26.45 μmol Trolox equivalente/g, SM =31.43 μmol Trolox equivalente/g y compuestos fenólicos HM = 237.17 mg de ácido gálico/100g y SM= 212.97 mg de ácido gálico/100g. Las hojas presentan mayor capacidad antioxidante y compuestos fenólicos. La bebida funcional se formuló de (20: 80 y 30:70) y T° de pasteurización 80, 85 y 90 °C por 5 minutos, obteniendo los mejores resultados a una formulación de 30 :70% (EM: JN) después del análisis sensorial es la que tiene mayor aceptación, donde presenta una estabilidad de capacidad antioxidante (39.46, 38.24 y 37.1) μmol Trolox equivalente/g y compuestos fenólicos (64.22, 54.84 y 72.51) mg de ácido gálico/100g en la bebida funcional, sin embargo, presenta que a menor temperatura de pasteurización mayor estabilidad de proteína. Para la estimación de vida útil se consideró pH la cual estimó que el producto a una temperatura de 15°C y a T° de pasteurización de 90°C es aproximadamente de 30 días.

Palabras claves: Antioxidantes, compuestos fenólicos, aislado proteico, digestibilidad, vida útil.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad está orientado a la búsqueda de alimentos naturales con propiedades nutricionales y funcionales, es por esto que desempeñan un papel importante las dietas ricas en antioxidantes que previenen el desarrollo de algunas enfermedades, la mayoría de los antioxidantes se encuentran en alimentos vegetales ricos en compuestos fenólicos que son considerados como metabolitos secundarios de las plantas hay especie sin explotación con potencial agroindustrial como la moringa, este vegetal se caracteriza por poseer un alto contenido de proteínas, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos. Hoy en día constituye incluir proteínas de alta calidad en las dietas diarias, es vista como una posibilidad para brindar una mejor nutrición.

El análisis químico es muy importante para evaluarla como alimento de consumo humano, pero el valor nutricional real de las proteínas no se refleja en la composición química. Es por ello que la evaluación biológica es más deseable. Los métodos biológicos se basan en la ganancia en peso o en la retención de nitrógeno en ensayos con animales experimentales, que son alimentados con dietas que contengan la proteína a analizar. Para asegurarse que el consumo de proteína es menor que las necesidades diarias, se utilizan dietas que contengan un 10% de proteína en términos de peso seco. El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de aprovechar la planta moringa de interés alimentario, por el valor nutricional, esta planta no es consumido por falta de información, actualmente puede ser considerado como alimento funcional, porque no solo nutren si no al ser consumido cumple funciones específicas que puedan prevenir enfermedades como diabetes, gastritis, anemia, cáncer, tos, y otros (Murat, 2014).se pretende evaluar la calidad proteica capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la Moringa, para posteriormente poder llevar a cabo el desarrollo de nuevos productos para la alimentación humana así dándole un valor agregado a este vegetal.

Este trabajo tiene por finalidad obtener un producto industrializado como la bebida funcional de naranja fortificado con proteínas aisladas de moringa en tal razón se ha determinado efectuar un estudio planteándose los siguientes objetivos

- Determinar el rendimiento de aislado proteico y el efecto de digestibilidad de proteínas de hojas y semillas de moringa (*Moringa oleifera* Lam) en pruebas biológicas de (PER) y (DV).
- Determinar la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del extracto de hojas y semillas de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam).

- Analizar el efecto de la estabilidad de la proteína, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la bebida funcional de naranja fortificado con aislado proteico y extracto de moringa (*Moringa oleífera* Lam) a diferentes temperaturas de tratamiento térmico.
- Determinar el tiempo de vida útil de la bebida funcional de naranja fortificado con aislado proteico y extracto de hojas y semillas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam). en botellas de vidrio, en condiciones aceleradas a diferentes temperaturas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MORINGA (*Moringa oleífera* Lam)

La Moringa oleífera es un árbol al cual se le atribuyen cuantiosas propiedades, tanto benéficas a la salud como al medio ambiente; desde un fuerte potenciador de la nutrición humana, hasta un nuevo método natural de tratamiento de aguas fluviales y aguas turbias. Estos beneficios se obtienen a través de diferentes productos, como son las hojas del árbol, los tallos, las raíces, el fruto, la flor y las semillas. Las hojas de esta especie presentan un elevado contenido de vitaminas y minerales (Peña Sanchez, Martinez Avila, Sinagawa Garcia, & Vazquez Rodriguez, 2013).

Ha demostrado que contienen todos los aminoácidos esenciales para la vida, incluyendo algunos como la histidina, que se encuentran generalmente en proteínas de origen animal y que son muy importantes para el desarrollo de los infantes. Por esta razón, en la última década la FAO promovió un programa para el uso de moringa dirigido a la población infantil con altos índices de desnutrición y a las madres gestantes y lactantes (Funglie, 2001).

En la India, la medicina ayurvédica contemplaba el uso de esta planta para prevenir, curar “más de 300 enfermedades”. Se dice que las hojas, frutos, raíces y semillas son útiles para combatir: anemia, ansiedad, asma, ataques de parálisis, bronquitis, catarro, cólera, congestión del pecho, conjuntivitis, deficiencia de esperma, déficit de leche en madres lactantes, diabetes, diarrea, disfunción eréctil, dolor en las articulaciones, dolores de cabeza, dolor de garganta, escorbuto, esguince, espinillas, fiebre, gonorrea, hinchazón glandular, hipertensión arterial, histeria, impurezas en la sangre, infecciones cutáneas, llagas, malaria, otitis, parasitismo intestinal, picaduras venenosas, problemas de la vejiga y la próstata, soriasis, trastornos respiratorios, tos, tuberculosis, tumores abdominales, úlceras (Funglie, 2001).

2.1.1. Origen Del Cultivo

Se trata de un árbol perenne, originario del norte de la India (faldas del Himalaya). Ha sido introducido y se ha naturalizado en otras partes de India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Asia occidental, la Península Arábiga, el sur de la Florida, las Islas del Caribe y América del Sur, desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Foidl, Makkar, & Becker, 2001).

Las semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) se importó por primera vez en los años 2007-2008 de México, inicialmente se experimentó en Lima y Huaral en el año 2009. En la actualidad hay plantaciones experimentales de moringa en Lima Huaral, Ica, Chincha, Chimbote, Trujillo, Chiclayo, Piura, Amazonas, San Martín, Moquegua, Oxapampa y Puno (San Gabán) (Murat, 2014).

2.1.2. Características Botánicas del Cultivo

La moringa oleífera crece y se desarrolla muy bien en climas tropicales y subtropicales. En su área de origen y en las introducidas, la planta crece en zonas cuya temperatura media oscila entre los 12,6 y 40,0 °C, soportando temperaturas mínimas de hasta -1 °C y máximas de hasta 48 °C (Lopez, 2014).

Crece con rapidez en lugares favorables incrementando de 1 a 2 m por año en altura durante los primeros 3 a 4 años una de las características más importantes de la moringa es su capacidad de resistencia a la sequía y el potencial agronómico siendo un árbol cultivable en regiones áridas y semiáridas. La moringa es una planta fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo. La plantación tiene una densidad de 200.000 plantas/ha, con una producción de 18Tn de materia verde en el primer corte, realizándose seis cortes al año. Teniendo en cuenta que la humedad media es del 83%, la cosecha anual alcanzaría unas 18,3 Tn de materia seca/ha (Palada & Chang, 2003).

2.1.3. Clasificación Taxonómica de la Moringa

Clasificación taxonómica de la moringa según (Clavero, García, Iglesias, & Medina, 2008).

Clase: *Magnoleopsida*

Familia: *Moringáceas*

Género: *Moringa*

Especie: *arbórea, concanensis, rospoliana, stenopetala, rivae.*

Nombre científico: *Moringa oleífera* Lam, M. Moringa Mill.

Nombres comunes: paraíso blanco, árbol de la Vida, árbol de la perla, flor De Jacinto

Tabla 1. Características de la moringa (*Moringa oleífera* Lam)

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	DESCRIPCIÓN
Raíz	 <p>La raíz principal mide varios metros y es carnosa en forma de rábano. Es pivotante y globosa lo que le brinda a la planta cierta resistencia a la sequía en periodos prolongados. Cuando se le hacen cortes, produce una goma color rojizo parduzco.</p>
Hojas	 <p>Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro; tienen cualidades nutritivas sobresalientes como. El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C.</p>
Flor	 <p>Las flores son de color crema, numerosas, fragantes y bisexuales. Miden de 1 a 1.5 cm de largo. Éstas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son un poco más grandes que los sépalos.</p>
Fruto	 <p>Las frutas son unas capsulas de color pardo, de tres lados, lineales y pendientes, surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5 cm de ancho que dan apariencia de vaina. Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento.</p>
Semilla	 <p>Las semillas son carnosas, cubiertas por una cascara fina de color café. Poseen tres alas, o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo. Al quitar la cascara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso.</p>

Fuente: (Alfaro & Martinez, 2008).

2.1.4. Físicas y Químicas de la Moringa (*Moringa oleífera Lam*)

➤ Hojas Secas Propiedades (polvo de Moringa)

A continuación, se muestra una recopilación de información sobre el contenido Nutricional de las hojas secas de moringa citado por (Arias, 2014)

Tabla 2. Contenido Nutricional de las hojas de moringa en 100 g en base seca.

	Hojas secas		
	Fuglie (1999)	INCAP (2008)	Sánchez- Machado <i>et al.</i> , (2010)
Humedad (%)	7,5	4,8	-
Valor energético (Kcal)	205	-	-
Proteínas (g)	27,1	33,5	22,45
Lípidos (g)	2,3	9,75	4,96
Carbohidratos (g)	38,3		27,05
Fibra (g)	19,2	7,48	30,97

Fuente: (Arias, 2014).

Tabla 3. Características y Composición fisicoquímicas de la semilla de Moringa (*Moringa oleífera Lam*)

Componentes	Valor
Proteína	46.58 %
Carbohidratos	11.16%
Grasa	32.60%
Agua	6.50%
Ceniza	3.16%

Fuente: (Alfaro, 2008).

2.1.5. Formas de Aprovechamiento de la Moringa

➤ Alimentación Humana.

La moringa (*Moringa oleífera Lam*) se está revelando como un recurso de primer orden con bajo costo de producción para prevenir la desnutrición, prevenir la anemia y múltiples patologías como la ceguera infantil asociada a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta alimenticia. Teniendo un futuro prometedor en la industria dietética como alimento proteico para deportistas (Alfaro & Martinez, 2008).

Todas las partes de la planta son comestibles, proporcionando un excelente alimento. El sabor es agradable y las diversas partes se pueden consumir crudas (especialmente las hojas y flores) o cocinadas de diversas maneras las cuales tienen un ligero sabor a berro y espinaca. Las vainas son a menudo cocinadas y comidas como arvejas, la raíz tiene un sabor similar al rábano picante y es usada como condimento. Sus hojas verdes son utilizadas en ensaladas, para sazonar alimentos o consumidas como espinacas, también en algunos países se comen los frutos, semillas, hojas y flores como verduras nutritivas así por ejemplo la semilla seca molida es utilizada como condimento en salsas o también las semillas maduras se consumen tostadas como el maní (Alfaro, 2008).

Tabla 4. Comparación de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) con otros alimentos en 100 g.

	MORINGA	OTROS ALIMENTOS
Vitamina "A" (mg)	1,130	Zanahorias: 315
Vitamina "C" (mg)	220	Naranjas: 30
Calcio (mg)	440	Leche de vaca: 120
Potasio (mg)	259	Plátanos: 88
Proteína (mg)	6,700	Leche de vaca: 3,200

Fuente: (Alfaro, 2008).

➤ Usos en Agricultura

Considerando la elevada importancia que presentan las especies arbóreas y arbustivas en cuanto a sus potencialidades como especies multipropósitos para sistemas con bajos insumos en la última década, *Moringa oleífera* se ha destacado dentro de un grupo de árboles no leguminosos, como una planta promisoriosa para los sistemas de corte, acarreo y pastoreo, así como en la formación de barreras rompe vientos y cercas vivas, en general, ha adquirido una relevancia dentro de la agricultura por sus múltiples beneficios (Clavero, García, Iglesias, & Medina, 2008).

➤ Usos Químicos

Entre los potenciales químicos que posee la Moringa (*Moringa oleífera* Lam) se encuentra el aceite extraído de sus semillas permitiendo la producción de biodiesel; y el polvo de la semilla después de la extracción de aceite en el tratamiento de aguas, y su corteza y tronco como fuente de celulosa entre otros (Sanchez, 2004).

➤ **Cosméticos**

La semilla de la *Moringa oleifera* contiene aceite, el cual ha sido usado en preparaciones y bálsamos para la piel desde la época de los egipcios. El aceite de color amarillo intenso poco viscoso, tiene un perfil de ácido graso que indica un 68.9% de ácido oleico. Esto significa que el aceite de *Moringa oleifera* tiene el mismo nivel de calidad que el aceite de oliva, por lo que podría tener el mismo valor de mercado y debido a la calidad del aceite este puede ser utilizado para consumo humano. Después de la extracción del aceite queda un subproducto del procesado de la semilla que forma una torta que puede utilizarse en purificación de aguas superficiales, Estudios realizados han demostrado que puede fabricarse jabón de muy buena calidad a partir de aceite de *Moringa oleifera*, con grandes propiedades antioxidantes muy potentes que se consideran un factor detrás de su extraordinaria estabilidad, y que a la vez posee una gran capacidad de absorber y retener incluso las fragancias más fugitivas (Folkard & Sutherland, 1996).

➤ **Tinte y Goma**

El tallo del árbol de *Moringa oleifera* exuda una goma mucilaginoso que se usa para curtir cuero y para el estampado de calicó o indiana. De la madera se puede extraer un tinte azulado de interés industrial. También con las proteínas que posee es utilizado como un componente para los tintes de cabello, el cabello recobra flexibilidad y firmeza, así como su fuerza, protege a diario la emisión UV y proporciona un brillo excepcional (Bernabe & Falasca, 2008).

2.2. NARANJA

La naranja es una fruta cítrica comestible obtenidos del naranja dulce (*Citrus sinensis*), del naranjo amargo (*Citrus aurantium*). Es un hesperidio carnoso de cascara más o menos grueso y endurecida, y su pulpa está formado típicamente por once gajos llenos de jugos, el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. es más pequeña y dulce que el pomelo o toronja y más grande, aunque menos perfumado, que la mandarina Wales & Sanger, (2001) citado por (Leon, 2010).

2.2.1. Calidad Nutricional

La calidad de la naranja para la fabricación de zumo, se mide por el contenido en zumo, los sólidos solubles (°Brix) y el índice de madurez. El contenido de zumos, expresado como tanto por ciento respecto al peso de frutas, es uno de los valores más representativos de la calidad de la materia prima, ya que en la industria es decisivo valorar el rendimiento de una partícula de naranjas por sus repercusiones económicas por definición el °Brix se refiere a la unidad de peso de sacarosa contenida en 100 g de disolución acuosa. Pero el zumo cítrico es una disociación en agua de una serie de sustancias entre las que se encuentran azúcares, ácido cítrico, constituyentes minerales, glucósidos, sustancias pépticas, productos nitrogenados, grasas, vitaminas,

componentes aromáticos, etc., que, en mayor o menor grado, participan activamente en el valor de °Brix determinando por refractómetro directamente en el zumo. Por su especial influencia se puede aplicar la corrección debido al ácido cítrico. La naranja incluye diferentes sustancias que contribuyen a mejorar el buen estado del organismo. Entre ellas destacan el calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio y las vitaminas. En concreto, el calcio facilita el desarrollo de los huesos en los niños. El fósforo es sumamente necesario en casos de estrés, personas nerviosas y en las intoxicaciones. El hierro ayuda a la hemoglobina de la sangre (Geraldina, 2017).

2.3. PROTEÍNA

Las proteínas son moléculas complejas que desempeñan muchas funciones en los seres vivos. Además, están compuestas de uno o más polipéptidos llamados aminoácidos que se encuentran tanto en células animales como en vegetales (McKee, 2014).

La importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios no es menor. Poseen propiedades nutritivas, y de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume; asimismo, pueden ser ingredientes de productos alimenticios y por sus características funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento (Badui, 2013).

2.3.1. Metabolismo Proteico

La función fundamental de la proteína en la dieta es la de proporcionar nitrógeno aminoácido para la síntesis de las proteínas y otras sustancias nitrogenadas que intervienen en la composición corporal (Fenema, 1993).

a. Digestión y Absorción de las Proteínas

Las proteínas de los alimentos son digeridas por las enzimas proteolíticas del tracto intestinal; primero por la pepsina, presente en el jugo gástrico y luego por las proteasas segregadas por el páncreas (tripsina, quimotripsina, carboxipeptidasas A y B y elastasa) y por las células de la mucosa intestinal (aminopeptidasas y dipeptidasas). La mayor parte de estas enzimas catalizan la hidrólisis de enlaces peptídicos específicos en cepillo y de borde estriado de la mucosa intestinal. Existen mecanismos específicos de absorción de péptidos y de aminoácidos neutros, ácidos y básicos. La mayor parte de los péptidos absorbidos son hidrolizados en el interior de las células intestinales, los aminoácidos absorbidos pasan luego a la vena porta para su transporte al hígado.

Por cada 100g de proteína ingerida por día, solo se elimina por las 10g, aunque el tracto gastrointestinal se agrega diariamente 50 – 70g adicionales de proteínas endógenas (enzimas digestivos y proteínas procedentes de las células epiteliales de la mucosa intestinal). Las proteínas

endógenas también son digeridas en su mayor parte absorbidas. Este mecanismo procura cantidades y proporciones óptimas de aminoácidos para síntesis de la proteína corporal (Fenema, 1993).

b. Anabolismo y Catabolismo Proteico

Las proteínas corporales (10 – 12 kg en un hombre de unos 70kg de peso) están siendo continuamente escindidas y degradadas a aminoácidos *in situ* (catabolismo), por lo que deben ser sintetizadas en la misma cuantía (anabolismo) este recambio (equilibrio dinámico) es rápido (3 -4 días) en algunos tejidos como el hígado y la mucosa intestinal, y más lento (varios meses) en el caso de las proteínas del tejido.

2.3.2. Aislado Proteico

Se considera aislado proteico aquel cuyo contenido de proteínas es mayor al 70% en las proteínas constituyentes deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido procesos de degradación o hidrolisis no deseables, mientras que un concentrado proteico es considerado aquel cuyo contenido en proteínas es menor del 65% (Fenema, 1993).

Las proteínas constituyentes de ambos productos deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido proceso de degradación o hidrolisis no deseables. La idea es obtener un macro nutriente purificado con papel tecnológico nutricional (Silva, 2006).

Los aislados proteicos pueden ser utilizados en la elaboración de diferentes productos en la industria alimentaria, tales como productos horneados, en la elaboración de bebidas para deportistas, de embutidos, para la preparación de alimentos para bebés, por mencionar algunos. Las proteínas se usan como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos e incrementar el contenido de proteínas, pero también para aportar beneficios funcionales como emulsificación, estabilización e incremento de viscosidad, mejoramiento de la apariencia, del gusto, la textura y la absorción de agua o aceite (Giese, 1994).

2.3.3. Evaluación de la calidad proteínica en términos nutrimentales

La calidad de una proteína alimenticia, se debe considerar dos factores: su contenido en aminoácidos esenciales y su digestibilidad. El valor biológico de una proteína depende de la composición de aminoácidos y de las proporciones entre ellos y es máximo cuando estas proporciones son las necesarias para satisfacer las demandas de nitrógeno para el crecimiento, la síntesis, y reparación tisular. Para efectuar esta valoración pueden utilizarse procedimientos químicos y procedimientos biológicos. (Cheftel, Cud, & Lorient, 1989).

Bioensayos. Los ensayos biológicos se basan en la determinación del crecimiento o la retención de nitrógeno en animales experimentales como la rata, o en seres humanos, en función del consumo de proteína. Para obtener datos de una precisión fiable y significativos, deben utilizarse varios animales en cada ensayo y analizar estadísticamente los resultados; es preciso, además estandarizar las condiciones de ensayo generalmente se mantiene bajo el nivel proteico de la dieta (Lopez, 2014).

La medición más exacta de la calidad de fuentes proteicas para uso humano se obtiene mediante estudios clínicos realizados en sujetos, en los que se mide el crecimiento u otros indicadores metabólicos. Por problemas de ética y de economía, ha sido necesario desarrollar otro tipo de técnicas, como bioensayos en ratas de laboratorio, métodos químicos, métodos y métodos enzimáticos (Fenema, 1993).

- Relación de la eficiencia de la proteína (PER): evalúa ganancia de peso por gramo de proteína consumida. Se alimenta a ratas jóvenes en estudio de 28 días con dietas 10% fijo de proteínas, a balado por la American official Analytical Chemists (AOAC) aún se cuestiona su pertinencia, porque los valores obtenidos no son directamente proporcionales a la calidad, ya no que no considera la contribución de la proteína al mantenimiento del organismo (AOAC, 1995).

$$proteina\ consumida = \frac{proteina\ de\ la\ dieta \times g\ de\ alimento\ consumido}{100}$$

$$PER = \frac{ganancia\ de\ peso\ (g.)}{cantidad\ de\ proteina\ ingerida\ (g.)}$$

El PER se mide en una escala que va del 1 a 4. El valor central de la diferencia usualmente es 2.5 que corresponde al de la caseína.

- Digestibilidad verdadera (DV). Se determina la cantidad de N absorbido con respecto a la ingerida, al administrar una dieta con 10% de proteína descontando el N excretado por un grupo metabólico. La técnica ha sido adoptada por la AOAC. Es un indicador de la biodisponibilidad de los aminoácidos (Badui, 2013)

$$DV = \frac{Consumo\ de\ N - (N\ fecal - N\ fecal\ metabolico)}{consumo\ N}$$

El consumo del N se halló multiplicando el contenido de N (%) por el consumo de alimento (g). El N fecal se halla multiplicando el contenido de nitrógeno (%) por la cantidad (g) de heces. el N fecal metabólico se estima determinando la cantidad de nitrógeno fecal excretado cuando el animal está consumiendo una dieta libre de proteína.

2.4. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el inicio o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias auto-oxidables. Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones. Los radicales libres son moléculas inestables (perdieron electrón) y altamente reactivos. Su misión es la de remover el electrón que les falta, de las moléculas que están a su alrededor para obtener su estabilidad. La molécula atacada (que ahora no lo tiene un electrón) se convertirá entonces en radical libre y de este modo se inicia una reacción de cadena que dañará muchas células (Carreon, 2008).

Los antioxidantes son sustancias que disminuyen o retardan las reacciones de oxidación sobre diferentes sustratos y pueden ser naturales o sintéticos. El butilhidroxianisol (BHA), y el butil hidroxitolueno (BHT) son los antioxidantes sintéticos de mayor uso en la industria de alimentos y farmacéutica; sin embargo, se han encontrado efectos secundarios, como el aumento del colesterol debido a esto y a la creciente importancia de los antioxidantes en la industria farmacéutica y alimenticia es necesario la búsqueda de moléculas alternativas de origen natural.

Los productos naturales son entonces una alternativa para usar como antioxidantes, porque poseen una variedad de compuestos como antocianinas, flavonoides, carotenoides, ácido ascórbico entre otros que pueden ser inocuos para la salud y que además actúan a bajas concentraciones muchos antioxidantes son usados en la industria de los alimentos por su capacidad conservadora; porque retarda el proceso de rancidez, disminuyen la posibilidad de generación de compuestos tóxicos, evita la decoloración de los pigmentos, no permiten los cambios en la textura, disminuye la pérdida del valor nutricional causada por la degradación ácidos grasos esenciales y por la destrucción de las vitaminas (Rojano, Gaviria, & Saes, 2008).

2.4.1. Antioxidantes Naturales

Los antioxidantes naturales se refiere principalmente a las que se encuentran en la mayoría de los vegetales, microorganismos hongos e incluso tejidos animales las paltas producen una variedad de antioxidantes contra daño molecular de especies reactivas y ciertos productos naturales podrían desempeñar un papel preventivo debido a sus propiedades de antioxidantes. La mayoría de los antioxidantes naturales son compuestos fenólicos y su eficiencia depende de la reacción del hidrógeno fenólico con los radicales libres, de la estabilidad de los radicales antioxidantes formados durante reacción de los radicales libres y de las sustituciones químicas presentes en su estructura básica que probablemente es el factor que contribuye la actividad de antioxidante natural extable (Pokorny, Yanishlieva, & Gordon, 1995)

Entretanto hay investigaciones de actividad antioxidante de varias fuentes naturales demuestran que son eficaces y seguros, así extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos

despiertan un interés en la industria alimentaria porque retarda la degradación oxidativa de lípidos y mejora las cualidades del alimento (Frankel, Zhang, & Mujundar, 1996).

2.4.2. Antioxidantes Sintéticos

Los antioxidantes sintéticos tales como El butilhidroxianisol (BHA), y el butilhidroxitolueno (BHT) y la Hidroquinona tert-butílica (TBHQ), se utiliza extensamente en el sector alimenticio por son eficaces y menos costosos que los antioxidantes naturales (Araujo, 1999).

Los antioxidantes sintéticos contienen sustituciones alquílicas para mejorar su solubilidad en grasas, aceites son muy estables al calor y se usa para estabilizar las grasas de los productos cocinados y fritos. pero desde el punto de vista de la seguridad alimentaria está sujeto a constantes cuestionamientos y restricciones dado a que se ha reportado que sería carcinogénicos de acuerdo a las normas el uso de estos cuatro antioxidantes sintéticos está limitado al 0.02 % del contenido de grasa o aceite del alimento para suprimir el desarrollo de peróxidos durante el almacenamiento. La toxicología de los antioxidantes sintéticos se ha estudiado con gran profundidad, aconsejan cierta precaución. En este caso los antioxidantes naturales se presentan como sustancias más saludables (Frankel, Zhang, & Mujundar, 1996).

2.5. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos se caracterizan por ser uno de los grupos de compuestos presentes en el reino vegetal, siendo parte importante de la dieta, tanto humana como animal. Constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, consideradas metabolitos secundarios de las plantas. Actualmente se ha despertado gran interés por estos compuestos debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana tales como el tratamiento y prevención del cáncer, entre otros (Martínez & Valverde, 2000).

La forma más frecuente de encontrar los compuestos fenólicos en los vegetales es en forma de monómeros, oligómeros y polímeros (Andaray, 1997; citado por Calsin, 2007) Los fenoles protegen a las plantas contra los daños oxidativos y llevan a cabo la misma función en el organismo humano, actúa como metabolito esencial para el crecimiento y reproducción de las plantas, dar pigmentación a las flores y frutos y favorecer la producción modular. Además, actúan como agentes protectoras frente a la acción de patógenos, radiación UV y enfermedades, siendo secretados en estos casos como mecanismos de defensa (Bimis, 2001, citado por de la Riva, 2010).

2.5.1. Clasificación de Compuestos Fenólicos.

a. No Flavonoides

Los no flavonoides se subdividen en compuestos como los ácidos fenólicos, estilbenos y taninos hidrosolubles, los ácidos fenólicos distinguen dos familias distintas, la serie benzoica y la serie cinámica que se pueden encontrar en forma libre o esterificada con azúcares. La actividad antioxidante de los ácidos fenólicos se debe también a los hidrógenos fenólicos, la posición de los grupos hidroxilo y el grado de hidroxilación se determina en gran medida la actividad antioxidante, la presencia de un segundo grupo hidroxilo aumenta la capacidad antioxidante (García, 2005).

b. Flavonoides

Se han descrito más de 4000 flavonoides (C6-C3-C6) diferentes que se clasifican en varias familias según cambios en su estructura básica. Son compuestos polifenólicos tanto de bajo como de elevado peso molecular que comparten el esqueleto común de difenil piranos: dos anillos benceno unidos a través de un anillo pirona o pirano heterocíclico, que pueden poseer varios grupos hidroxilo (OH) unidos a esta estructura de anillos (García, 2005).

Los flavonoides es el grupo más ampliamente distribuido (flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavanonas, antocianinas y flavanonas) (Pokorny, Yanishlieva, & Gordon, 1995) estos son constituyentes naturales de los alimentos vegetales y proporcionan, en gran medida, el sabor, color y textura de estos alimentos. Los flavonoides más abundantes en los vegetales son los flavonoles y las flavonas (un subgrupo de flavonoles) y los glucosidos de ambos. Los flavonoles poseen una coloración amarillenta, estos compuestos pueden ser identificados claramente por la existencia de un grupo carbonilo en C4. Según el grado de oxidación de la molécula pueden distinguirse diferentes tipos de compuestos.

Los compuestos fenólicos o polifenoles provienen del metabolismo secundario de las plantas. Existe una gran variedad de compuestos fenólicos, y se clasifican en flavonoides y no flavonoides (Estrella, 2010).

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo, fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante (Espin, Tomas, & Barberan, 2005).

La mayoría de los flavonoides se caracterizan por ser hidrosolubles y estables al calor. Son susceptibles a los cambios químicos (maduración de las frutas), a los físicos en el procesamiento de los alimentos: picado y trituración (estos forman parte de la organización tisular y de estructuras, que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente en contacto con el aire), y a

los cambios térmicos, ya que el calor excesivo altera los pigmentos de los alimentos. Son sensibles al pH, tendiendo hacia un amarillo intenso en medio alcalino (Potter & Hotchkiss, 1995).

Las proantocianidinas o taninos condensados (que son polímeros formados por unidades de antocianidina (flavonoide) y que han sido hidrolizados), han demostrado ser efectivos antioxidantes con actividad aún mayor que los fenoles simples (Boateng, Verghese, Walker, & Ogutu, 2008).

2.6. TRATAMIENTO TERMICO

El procesado térmico implica el uso controlado de calor para aumentar o disminuir, la velocidad de las reacciones en los alimentos. El objetivo es destruir los microorganismos que pueden existir en los alimentos a fin de prevenir su descomposición y evitar que se convierta en poco atractivo o incomedible. Los cambios provocan sobre el valor nutritivo de los alimentos por tratamiento térmico menos drásticos (escaldado y pasteurización) son de escasa importancia estos tratamientos combinados con otras operaciones (congelación y refrigeración) permiten prolongar la vida útil de los alimentos, otro efecto del calentamiento es la eliminación de parte del agua evaporación y deshidratación (Fellows, 1994).

Existen diversos procesos de tratamiento con calor, siendo la pasteurización y la esterilización los dos métodos más utilizados para el procesamiento de conservas. La elección de un método u otro depende de las características del producto PH la carga microbiana inicial, entre otros (Lespirnard, 2010).

2.6.1. Termo destrucción de parámetros de calidad

Cuando un alimento es calentado con el propósito de destruir microorganismos, también se producen varios tipos de reacciones químicas y fisicoquímicas, algunas de ellas son deseables, aunque frecuentemente son excesivas (destrucción de enzimas, cocción, ablandamiento de textura), otras son indeseables, pero inevitablemente se producen en algún grado destrucción de nutrientes y pérdida de factores de calidad organolépticos (Holdsworth, 1995).

La destrucción por el calor de muchas vitaminas, pigmentos y compuestos es de forma similar al de los microorganismos. Por lo general los valores D y Z corresponden a vitaminas y pigmentos son más elevados que los correspondientes a enzimas y microorganismos y es por ello que las características nutritivas y organolépticas de los alimentos soportan mejor los tratamientos más cortos a temperaturas más elevadas (Fellows, 1994) La calidad del producto una vez procesado dependerá de la cantidad de calor que haya recibido. Todas estas reacciones químicas son menos dependientes de la temperatura que la de destrucción microbiana (Lespirnard, 2010).

2.6.2. Pasteurización

Tratamiento térmico aplicado a los alimentos menos drásticos que la esterilización (temperatura menor a 100°C). Se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o varios meses. El método conserva los alimentos por inactivación de enzimas y destrucción de los microorganismos relativamente termo sensibles (bacterias no esporuladas, mohos y levaduras) provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento. La intensidad del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil están determinados principalmente por el pH de los alimentos. Como la resistencia de los aromas, colores y vitaminas se expresan también por su valor D los parámetros de la pasteurización puede establecerse para conseguir la máxima retención en valor nutritivo y las características organolépticas para ello deben utilizarse tratamientos a elevadas temperaturas durante tiempos cortos (HTST) (Fellows, 1994).

Es un tratamiento térmico que utiliza temperaturas inferiores a 100°C, y tiene por objetivo disminuir significativamente la carga microbiana del producto. Se aplica a productos ácidos o poco ácidos, que se desean conservar por un período corto tiempo, o a alimentos poco ácidos en combinación con otros métodos de conservación (conservación química, radiación UV, etc.) (Lespignard, 2010).

2.7. EXTRUSIÓN DE LOS ALIMENTOS

La palabra extrusión proviene del latín "extrudere" que significa forzar un material a través de un orificio. Se sostiene que es un proceso que se aplica fundamentalmente para elaborar productos diversos, especialmente derivados de cereales. Entre ellos se destacan, cereales de desayuno, snacks, fórmulas infantiles, almidones y harinas modificadas, proteína vegetal texturizada, queso fundido, etc. Cuando la extrusión se realiza en caliente se puede considerar un método de Conservación. El sistema utiliza un extrusor caracterizado por un tornillo sinfín, encerrado en un túnel en donde el material alimenticio se desplaza con un movimiento rotatorio a temperaturas entre 115 y 190° C, durante 10 a 90 segundos, a presiones elevadas. Durante el trayecto se va hidratando el material con agua o vapor de agua, con el fin de obtener una masa de un grado determinado de hidratación. A la salida del extrusor y, como consecuencia de la caída de presión, se produce una expansión del producto, el cual puede ser directamente envasado o ser sometido a otras formas de procesado como las frituras (Mataix, 2004).

La extrusión de alimentos es un sistema de cocción a altas temperaturas en corto tiempo (HTST) utilizado como medio de reestructurar material alimenticio con contenido de almidón y/o proteínas y de esta forma elaborar diferentes tipos de alimentos texturizados. En este proceso, el alimento se somete a altas temperaturas, elevada compresión e intenso esfuerzo cortante (cizallamiento), en periodos cortos, las cuales producen entre otros los siguientes fenómenos:

modificación de las características físicas, químicas y físico-químicas de las macromoléculas; ocurren fenómenos como la gelatinización y dextrinización del almidón, desnaturalización y/o texturizarían de las proteínas y la desnaturalización de partes de las vitaminas presentes (Mujica, Ortiz, Bonifacio, & Saravia, 2006).

El efecto de extrusión sobre el valor nutricional, depende del tipo de alimento, contenido de humedad, tiempo y temperatura de tratamiento, generalmente, la tecnología de extrusión permite obtener productos de calidad, es decir, minimizan la degradación o desnaturalización de los nutrientes, mejora la digestibilidad y destruye factores indeseables o anti alimentarios de los alimentos (Fellows, 1994).

2.8. BEBIDA FUNCIONAL

Funcionales son productos que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas, como por ejemplo en el metabolismo del colesterol, la mineralización ósea y la reducción de riesgos de enfermedad (Meletic & Dordevic, 2008).

Se dice de un alimento funcional es cualquiera que modificado o en forma de ingrediente es capaz de dar un beneficio para la salud, más allá del que darían sus nutrimentos tiene un impacto positivo en la salud física o mental del individuo (Morales, 2008).

Definen a las bebidas funcionales como aquellas que se ingerirán con las mismas expectativas, y más específicamente, las que podrían contribuir a la mejora de la hidratación de un individuo y de otras situaciones fisiológicas reduciendo así el riesgo de enfermedades (Calvo, Gomez, Lopez, & Royo, 2013).

2.9. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL EN LOS ALIMENTOS.

la vida en anaquel de un alimento comprende el periodo desde su elaboración hasta su consumo, en el cual es de calidad satisfactoria entonces la vida en anaquel de un alimento procesado, depende de las condiciones ambientales a las que será expuestos este, así como el grado de calidad inicial que puede perder, antes ser vendido al consumidor, por cualquier de las siguientes causas: pérdida de valor nutrición al, cambios indeseables de color del desarrollo de una textura indeseable (Nuñez & Chumbiray, 1991).

Los cambios específicos que limitan la vida útil de un alimento son: cambios microbianos, químicos y físicos y la pérdida de nutrientes Fennema, (2000), y las condiciones ambientales (Nuñez & Chumbiray, Determinacion de la Vida Anaquel de Productos Alimenticios Procesados Mediante Pruebas Aceleradas, 1991).

- Temperatura

- Humedad
- Nivel de oxígeno
- Luz

2.9.1. Método de Q_{10} para determinación de vida útil

Se utilizan modelos matemáticos para describir o predecir cuán rápido iría una reacción (bioquímica), si el producto alimenticio es mantenido a una temperatura relativamente alta. Si el factor aceleratriz de la temperatura de almacenamiento es conocido, entonces, extrapolando a temperatura más baja tales como las que ocurren durante su distribución o comercialización de los productos alimenticios se puede estimar la vida en anaquel del producto en estudio (Nuñez, 1998) la influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de la ecuación se describe utilizando la ecuación desarrollada por Svante Arrhenius.

$$K = K_0 \exp. \left[\frac{E_A}{RT} \right]$$

K_0 = factor pre exponencial

E_A = energía de activación (KJ/ mol)

R = constante de los gases perfectos (KJ/ mol x K) 1.986

T = Temperatura en la escala absoluta

Así, un ploteo de la velocidad constante en papel logarítmico como una función de la reciproca de la temperatura absoluta ($1/T$) dará una línea recta; como un ejemplo tres sistemas son teóricamente representados.

La pendiente de cada línea es igual a la energía de activación dividido por R . una excesiva pendiente de la temperatura, es decir, mientras que la temperatura se incrementa a una velocidad más rápida en el grafico 1, B y C tiene la misma dependencia de la temperatura, y se incrementa a velocidad más rápidamente que A según se incrementa la temperatura.

Es obvio según el grafico que, a mayor inclinación mayor pendiente, es más sensible a cambios de temperatura es el alimento liquido (o la reacción) una medida de esta sensibilidad se llama factor Q_{10} .

El factor de aceleración es conocido como el factor de q_{10} que está definido como

$$Q_{10} = \frac{\text{Velocidad a temperatura } (T+10^{\circ}\text{C})}{\text{velocidad a temperatura } T^{\circ}\text{C}}$$

Donde T y $T + 10^{\circ}\text{C}$ son temperatura a la que se evalúa la vida en anaquel

El Q_{10} También Puede Ser Calculado Como

$$Q_{10} = \frac{\text{vida en anaquel a } T}{\text{vida en anaquel a } (T+10^{\circ}\text{C})}$$

Para cualquier diferencia de temperatura θ que no sea 10°C aquello se convierte en

$$Q^{\theta/10} = \frac{\text{Vida en anaquel a } T_1}{\text{Vida en anaquel a } T_2}$$

La siguiente ecuación indica que la pérdida de vida en anaquel por día es constante a temperatura constante

$$Q_{\Delta T} = \frac{K(T+\Delta T)}{K(T)} = Q^{\Delta T/10}$$

Los cuales asumen que la velocidad es inversamente proporcional a la vida en anaquel

$$QS = \frac{Ae - A_0}{K}$$

Ae = valor de A al final de la vida en anaquel

A_0 = valor de la calidad

QS = vida en anaquel en días

K = constante que depende de la temperatura

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

La siguiente investigación se realizó en cuatro etapas en los siguientes lugares y ambientes.

Los análisis fisicoquímicos y la preparación de las dietas se realizó en el laboratorio de Evaluación Nutricional, la extrusión de las dietas fue realizado en la planta procesadora de alimentos balanceados para truchas, ubicado en el distrito de Arapa provincia de Azángaro departamento de Puno y la parte experimental de evaluación biológica se realizó en el bioterio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y los análisis de nitrógeno en el laboratorio de control calidad de Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

La extracción del aislado proteico, caracterización del aislado proteico y la preparación de los extractos de moringa se realizó en el laboratorio de evaluación nutricional de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Elaboración de la bebida funcional de naranja fortificado con aislado proteico y extracto de moringa a diferentes temperaturas de tratamiento, se realizó en la planta piloto, los análisis microbiológicos, fisicoquímicos en el laboratorio de microbiología y análisis sensorial en las cabinas de evaluación sensorial de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Los análisis de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la bebida y extracto de hojas, semillas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) se realizó en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de la Universidad San Antonio de Abad del Cusco.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

La materia prima utilizada para la investigación lo constituye

En la experimentación se utilizaron especie vegetal como las hojas y semillas de moringa, los frutos fueron obtenidos en estado de madures, se extrajeron las semillas, se descascarillaron y fueron molidos. Procedente de la región de Moquegua y la naranja de la variedad valenciana adquirida de plaza vea.

El material biológico empleado en el proyecto de investigación fue adquirido del bioterio de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1. Para la extracción de la proteína y caracterización

EQUIPOS

- Centrifuga con refrigeración, Made in Hungary Typ LR -4131
- Agitador magnético central, VEB ELMO Typ 11 Ri rpm 2600 – 3400
- Balanza analítica Master Pro LA2303 (230g X 0.001g)
- pH metro HANNA combo By HANNA PH& EC, cal. 4,7,10, rango 1 – 14°
- Jarra de poliestireno cristal 2000ml
- Pipetas de 20 y 30 ml de marca Giardino
- Cronometro digital de marca Casio con segundero
- Estufa de desecado al vacío BS 50
- Placas Petri de vidrio simple (90 x 15mm)
- Campana desecadora (pirex)
- Mortero de porcelana de 100 y 200 mm de diámetro
- Espátula de acero inoxidable
- Baguetas de vidrio entero de marca Pírex
- Equipo Kjendalh (destilador de nitrógeno) marca Gerhardt

REACTIVOS

- Hidróxido de Sodio 0.1N
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Solución buffer pH 4 y pH 7

3.3.2. Para la digestibilidad de proteínas de la harina de hojas y semillas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam)

INSUMOS

- Harina de moringa (semillas y hojas)
- Caseínato de sodio al 91%
- Almidón de maíz (Maicena)
- Aceite de maíz (A-1 de un litro)
- Cascarilla de trigo
- Sales minerales
- Vitaminas
- Agua

3.3.3. Para el Análisis de valor biológico.

Animales experimentales

Se utilizaron 12 ratas machos de 22 días nacidos raza Wistar procedentes del bioterio de la Universidad Católica Santa María de Arequipa.

Materiales diversos

- Jaulas metabólicas
- Balanza analítica
- Baldes de polietileno capacidad 8L
- Jarras de polietileno de 100ml y 500ml
- Bebederos
- Pipetas de 20 y 30 ml
- Campana desecadora (pírex)
- Recipientes de plástico de 200ml
- Espátula de acero inoxidable
- Materiales para cirugía
- Estufa marca Memmert
- Tamizadora electronica
- Molino manual
- Mortero y pilon de porcelana
- Recipientes de aluminio
- Jeringas de plástico de 2 y 5 ml
- Bolsas
- Telas de seda
- Algodón
- Calefactor
- Canastillas de plástico

Material de protección

- Mandil de laboratorio
- Cubre bata
- Mascarillas
- Gorro
- Guantes látex

Reactivos

- Cloroformo
- Alcohol 96 °C

3.3.4. Para la evaluación de la capacidad Antioxidante**Materiales**

- Recipientes para lavado
- Envases de vidrio (color ámbar)
- Caja de Tecnopor para muestra
- Erlenmeyer de 50,100 y 250 ml
- Fiolas de 10, 20, 50, y100ml
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 ml.
- Micropipetas de 10-50µL marca TRANSFERPETTE y 100-1000 µL, marca LABOPETTE
- Probetas de 10, 50, 100 y 500ml
- Tamiz N° 80 (0.17mm) y N°1000(0.14) de tipo U.S.A.
- Canastillas

Equipos de laboratorio

- Agitador eléctrico OVAN
- Cronometro Marca CASIO
- Espectrofotómetro UNICO

Reactivos.

- Ácido gálico (98%)
- DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)
- Etanol (Sigma –Aldrich)
- Hidróxido de sodio en lenteja (Merck)
- Agua destilada
- Persulfato de potasio (implementaciones y reactivos)

3.3.5. Determinación de compuestos fenólicos**Materiales:**

- Tubos de ensayo de 5, 7 y 10ml

Reactivos:

- Folin – cicocalteau1N
- Carbonato de Sodio
- Etanol
- Ácido Gálico

Equipo:

- Espectrofotómetro

3.3.6. Para la elaboración de la bebida funcional**Insumos**

- Extracto de moringa
- Naranjas
- Azúcar blanca refinada de la cooperativa azucarera pomalca
- Agua tratada

Materiales

- Plumón de tinta indeleble
- Etiquetas
- Termómetro
- Ollas
- Utensilios: cuchillos, paletas, colador, embudo
- Probetas de 500ml y 1000ml
- Pipetas de 0,5ml, 1ml , 5ml y 10ml
- Envases de vidrio de 250ml
- Extractora domestica Model: NA-288NR National.
- Tapas de plástico
- Cocina
- Baldes

Equipos

- Potenciómetro o pH metro marca Checker HANNA
- Termómetro marca Checker HANNA
- Bixometro marca HANN de 0-80 °Brix.
- Cronometro marca Casio
- Autoclave.

- 2 estufas

Reactivos

- Solución Buffer pH 7 y pH 4
- Agua destilada

3.3.7. Para determinar la vida útil

Determinación de acidez titulable

Materiales

- Pipetas de 10ml y 15ml
- Vaso precipitado
- Matraces Erlenmeyer

Reactivos

- Indicador fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N

Equipos

- Equipo de titulación de acidez
- pH metro

Para el análisis sensorial

Materiales

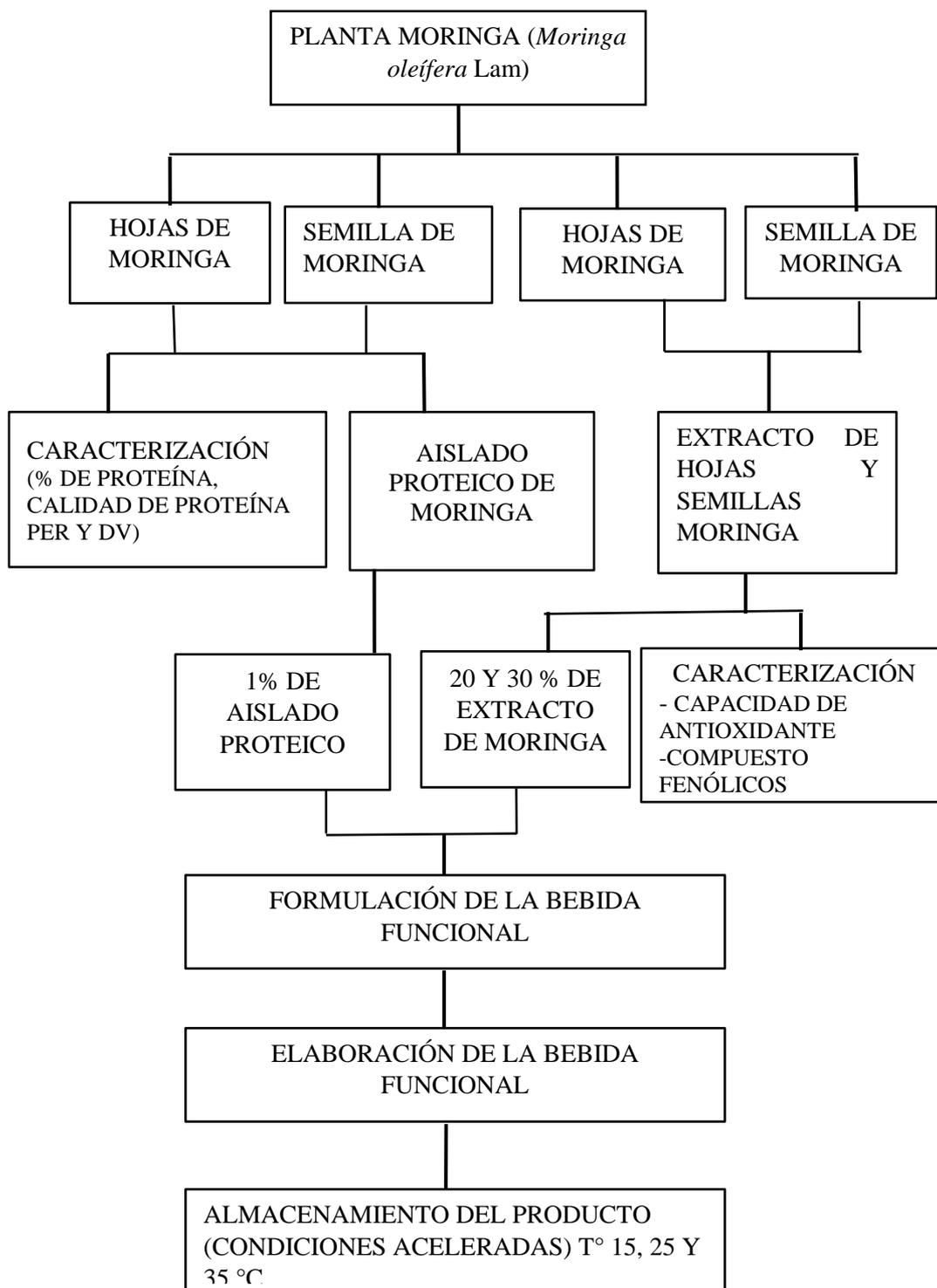
- Cabinas de análisis sensorial
- Vasos descartables de 50ml
- Envases de vidrio 200ml (muestra)
- Cartillas de análisis sensorial

Para análisis microbiológico

- Laboratorio de microbiología de Alimento

3.4. METODOLOGÍA

Figura 1. Secuencia de trabajo de Investigación



3.4.1. Obtención de la Materia Prima

Se ha obtenido la harina de hojas y semillas de moringa con la finalidad de evaluar la calidad de la proteína considerando las siguientes etapas:

Materia Prima. Se ha cosechado las hojas y semillas de moringa, la cual fue lavada con abundante agua fría y luego fue secado al medio ambiente indirecto a la radiación del sol.

Molienda: esta operación se realizó hasta obtener un polvillo fino de hojas y semillas de moringa para lo cual se repitió hasta 2 veces la operación.

Tamizado. Se ha tamizado en el tamizador electrónico de N° 40

3.4.2. Para Obtener el Aislado Proteico

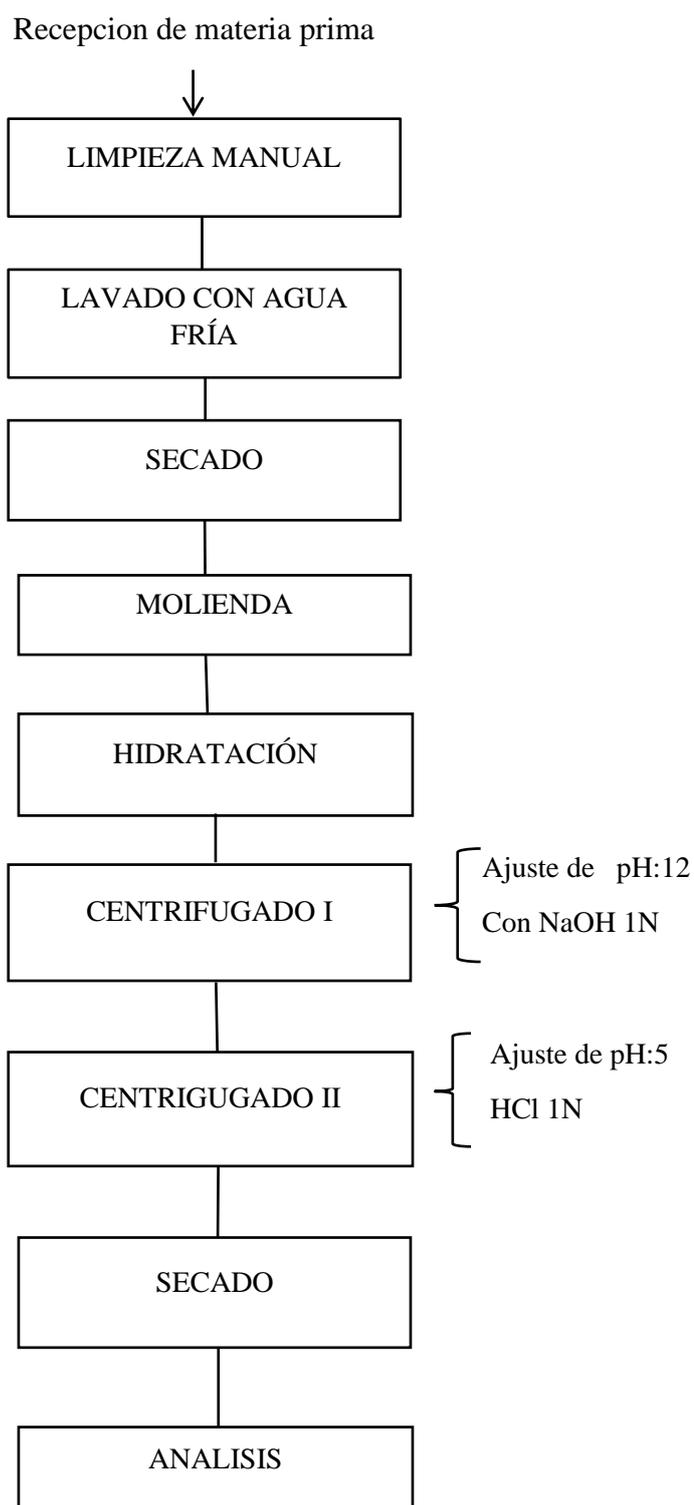
La obtención del aislado proteico se determinó por método de solubilización alcalina seguidos de precipitación a punto isoeléctrico (Liadakis , Tzia, & Oreopouli, 1995).

- Suspensión de la harina en agua: se pesó 50g de harina de hojas y semillas por separado de Moringa se añadió a una jarra de 1L y luego se agregó 500ml de agua. Se ajustó a pH 12 con NaOH 1N para solubilizar las proteínas, después se agitó con un agitador magnético con velocidad gradual de 2000 rpm por 15 minutos
- Centrifugado la suspensión de la harina de hojas y semillas moringa se llevó a una centrifuga, a una velocidad de 4000 rpm por 60 minutos a 15°C en estas condiciones la proteína quedó en el sobrenadante.
- Ajuste de pH del sobrenadante: se separó el sobrenadante, y se agregó HCl 1N hasta tener un pH 5 con la finalidad de precipitar las proteínas.
- Centrifugado: se realizó el centrifugado a una velocidad de 4000 rpm por 60 minutos y se ha mantenido a 4°C, con la finalidad de separar la proteína que quedó sedimentado en la base de los tubos de la centrifuga.
- Secado al vacío: la proteína se secó en estufa a 15°C.
- Análisis: al obtener la proteína se realizó la caracterización con la finalidad de determinar el porcentaje de pureza. Se realizó en el laboratorio de Evaluación Nutricional.

Determinación de proteína

- El contenido de proteína del aislado proteico de hojas y semillas de moringa se evaluó mediante la determinación de nitrógeno por el método de Kjeldalh (AOAC, 1995) utilizando el factor 6.25 como se describe en el Anexo I.

Figura 2. Metodología para aislado proteico



3.4.3. Evaluación biológica PER y DV

Para La Preparación de las Dietas

El criterio de formulación de la dieta fue en base al análisis proximal de la hoja y semilla de moringa se basó en el método oficial de la (AOAC, 1995) donde especifica que las raciones deben contener un 10 % de proteína (Anexo II, Cuadro 8)

Extrusión. Se utilizó con un extrusor eléctrico Monotornillo de la marca Instra- por modelo americano a una temperatura de 140 °C, manómetro de presión de agua de 100 lb, flujometro de agua nivel de 1.5, una presión de extrusion de 350 lb/pulg².

Evaluación biológica

En experimentos se siguieron las normas internacionales y del colegio brasileiro de experimentación animal (COBEA) para el cuidado y uso de animales de laboratorio

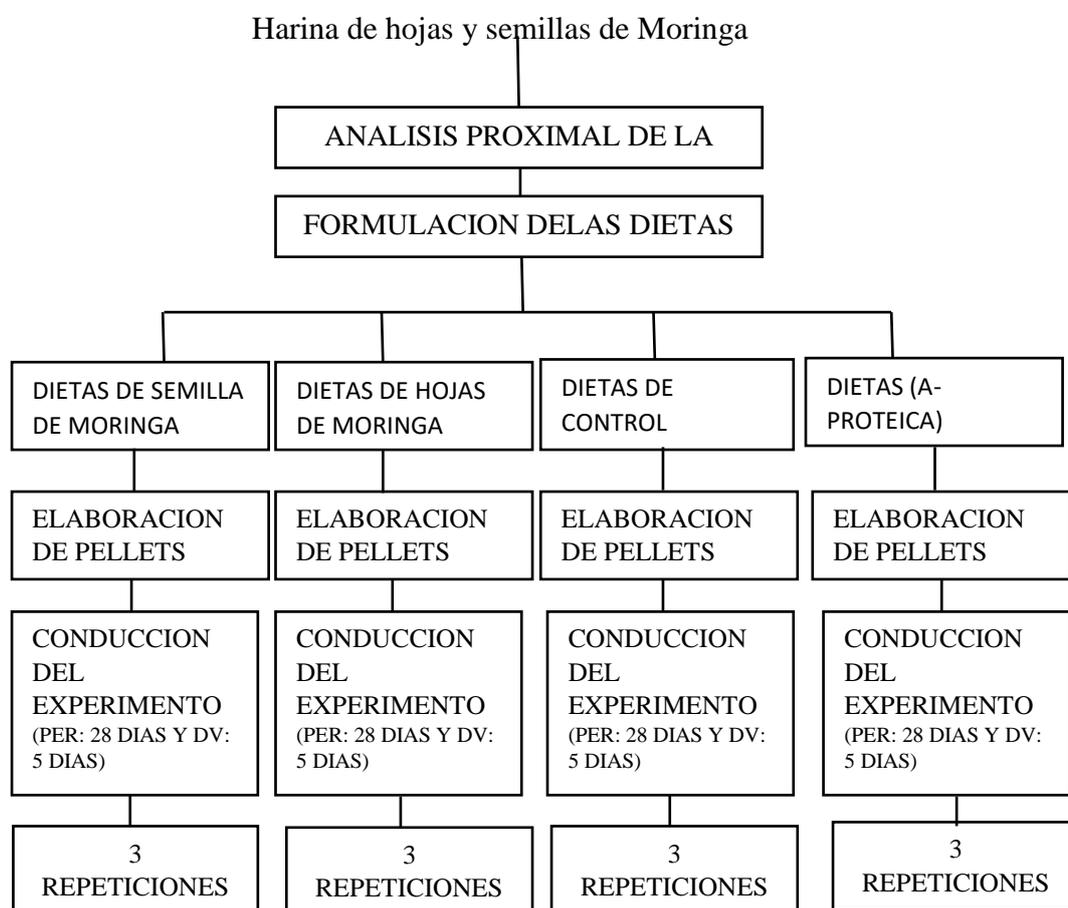
- Se determinó la calidad de la proteína en semilla y hojas de moringa extruida mediante las pruebas del Método Biológico de la Relación de Eficiencia Proteica PER y digestibilidad verdadera VD.
- Se utilizaron 12 ratas machos de cepas Wistar de 22 días de edad recién destetados con un peso promedio de 54 g con un acostumbramiento de 5 días, estos fueron mantenidos en jaulas individuales con pisos de rejilla para permitir el paso de las heces y orina equipados con bebederos y comederos a temperatura constante de (24±2°C) e iluminación controlada ciclo claro – oscuro 12/12h recibiendo agua ad libitum durante todo el experimento y con una dieta de 20 g por día.
- Grupos experimentales los animales fueron divididos en cuatro grupos en cada grupo 3 animales (n=3), y se evaluaron 4 dietas las que se denominaron de acuerdo al insumo proteico: semilla de moringa (SM), hojas de moringa (HM), alimento con caseinato de sodio (control), alimento con dieta libre de proteína (a-proteica), se retira el alimento y agua 6:00 am. Para luego realizar los controles a las 9:00 am.

Conducción experimental

- La etapa experimental tuvo una duración de 28 días, además del periodo de acostumbramiento duro 5 días. Ver (Anexo 6, foto 17,18 ,19 y 20). Se registró individualmente la ganancia de peso, alimento consumido y alimento residual cada 7 días en total 5 controles se hizo y se procedió a calcular la relación de eficiencia proteica PER.

- La etapa experimental para la digestibilidad verdadera (DV), tuvo una duración de 5 días donde se registró peso del animal, alimento residual y heces Considerando el consumo de nitrógeno presente en las dietas y la cantidad de nitrógeno en las heces.

Figura 3. Metodología para evaluar la digestibilidad de moringa



3.4.4. Para Determinación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos en la Hojas Semillas de Moringa (*Moringa Oleífera Lam*) Y La Bebida Funcional.

3.4.4.1. Determinación de capacidad antioxidante

Para determinar la capacidad antioxidante se empleó el método propuesto por Brand-Williams (1995). Este método permite evaluar la capacidad antioxidante debido 1,1.difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) es un radical libre y estable que presenta una coloración purpura. Cuando hay donación de un electrón o un protón por un compuesto con poder antioxidante esta tonalidad desaparece. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando 10 ml de muestra y 990 ml de la solución metanolico de DPPH ajustada a una absorbancia de 0,30 unidades, a una longitud de onda de 517 nm. Como referencia se usó la misma cantidad de DPPH y 10 ml del solvente de la muestra. Luego de 30 minutos de reacción a temperatura ambiente y en la oscuridad, se lee la

absorbancia la curva de referencia se construyó usando Trolox como patrón primario. Los resultados se formularon como capacidad antioxidante expresada en equivalentes trolox (TEAC).

3.4.4.2. Determinación de compuestos fenólicos

Para determinar los compuestos fenólicos se utilizó el método espectrofotométrico propuesto por (Singleton, Orthofer, & Rosa, 1966), el cual se basa en la cuantificación espectrofotométrica del complejo coloreado formado por la reacción entre los compuestos fenólicos y el reactivo Folin- Cicocalteau. El procedimiento es el siguiente:

Se preparan soluciones de carbonato de sodio y de Folin-Cicocalteau.

Para cuantificar los compuestos fenólicos totales se depositaron en tubos de prueba de 500µl de los extractos obtenidos, a ello se le añadió 250µl del reactivo folin-Cicocalteau 1N y se adicionó 1250µl de la solución de carbonato de sodio se homogenizó el conjunto y se dejó reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente, luego se hizo la lectura a la longitud de onda de 755nm. Paralelamente se preparó un blanco con etanol en lugar extracto y se trabajó bajo las mismas condiciones, el blanco servirá para llevar a cero el espectrofotómetro.

Se determinó la concentración del ácido gálico a 725nm usando una curva estándar. Los resultados se expresaron como mg ácido gálico/100g de bebida.

La ecuación para la cuantificación de compuestos fenólicos es la siguiente:

$$Y = 0.0345 x Abs + 0.0018$$

Dónde:

Y = contenido en ml de ácido gálico/ml

El contenido de compuestos fenólicos totales se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Mg ácidogálico/100ml} = ((0.0345 x Abs) - 0.0018) x Fd x A x 100$$

Dónde:

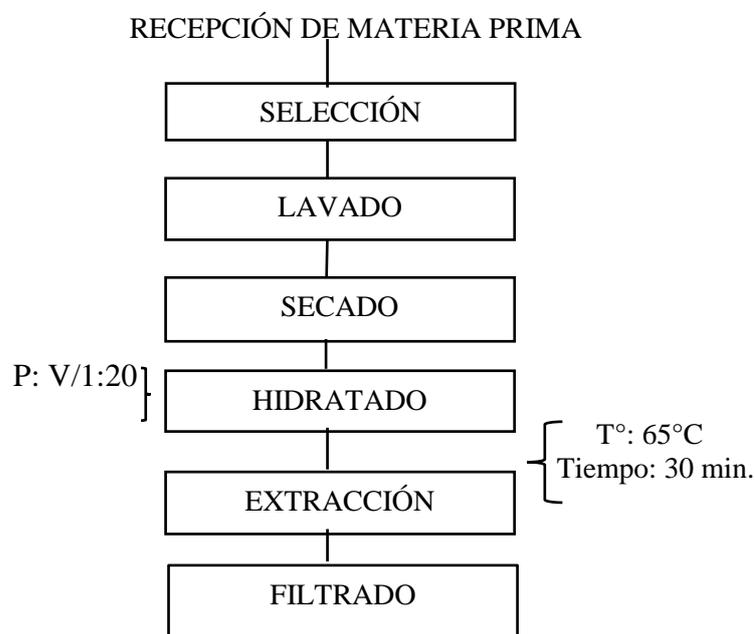
Abs = absorbancia de la muestra medidas a 755nm

Fd = Factor de dilución

A = (Volumen (ml) de solvente utilizado + Peso de la muestra (g))/Peso de la muestra (g).

3.4.5. Elaboración de la bebida funcional de naranja con aislado proteico y extracto de Moringa

Figura 4. Metodología para obtener extracto de Moringa

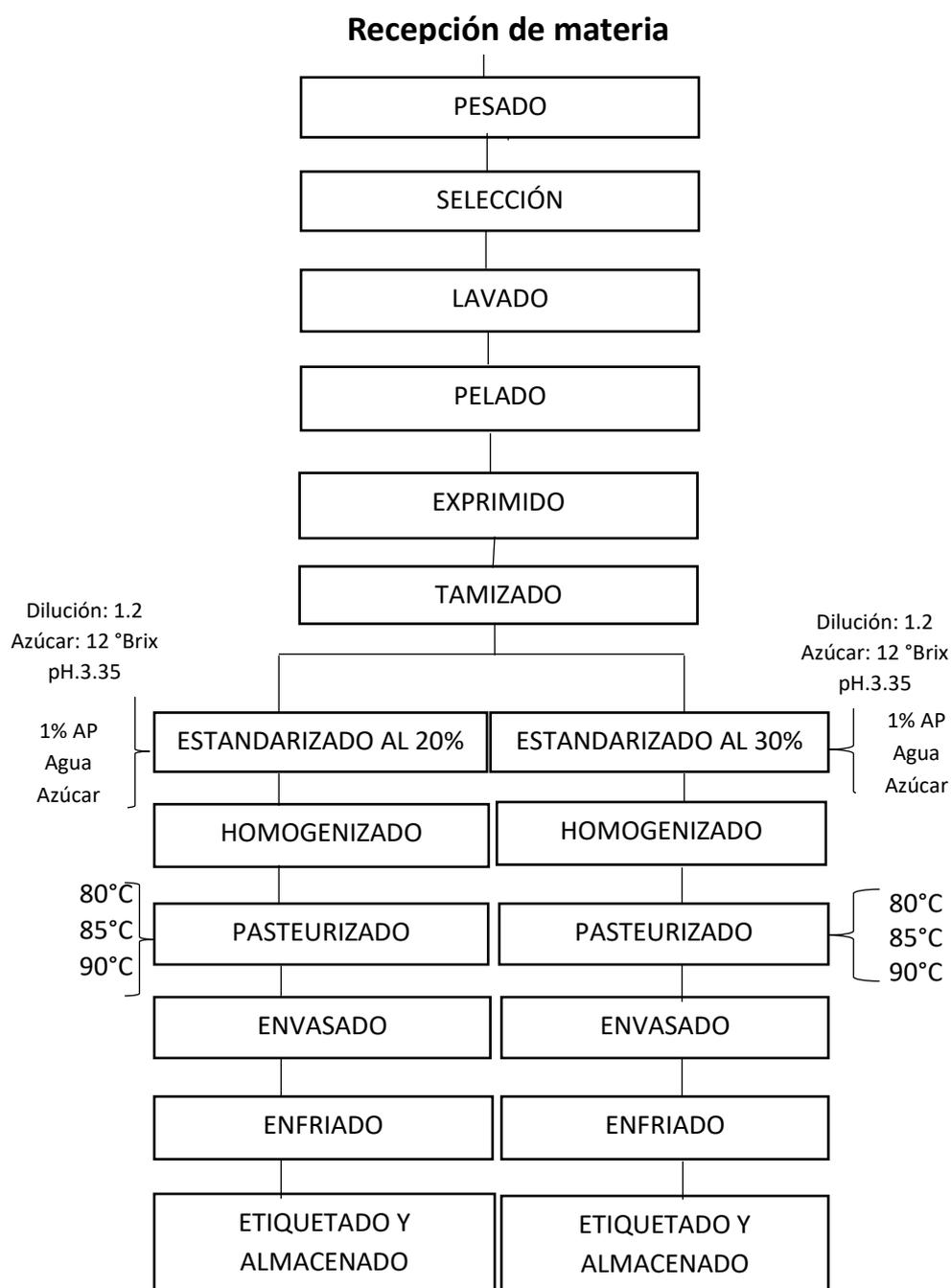


Elaboración de la bebida funcional

- **Recepción de la materia prima:** en esta etapa se usó la naranja de la variedad valenciana.
- **Pesado:** se realizó para determinar el rendimiento que se obtiene de la naranja.
- **Lavado:** se realizó por inmersión en agua, después se enjuagó con abundante agua, friccionando con la ayuda de una escobilla
- **Selección:** Se separó las naranjas malogradas y las que están muy verdes.
- **Pelado:** Se realizó en forma manual empleando un cuchillo.
- **Extracción de jugo:** Se realizó en un exprimidor domestico
- **Refinado:** se realizó con un tamiz N° 4.
- **Estandarizado:** en esta etapa del proceso se agregó extracto de moringa al 30%, la proteína aislada de las hojas y semillas de moringa al 1% respectivamente, junto con el azúcar, se añadió el jugo de naranja 1:2.
- **Homogenizado:** se removió la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.
- **Pasteurización:** la pasteurización se realizó a temperatura (80°C, 85°C y 90°C) por tiempo de 5 minutos

- **Envasado:** Se realizó en envases de vidrio de 250ml de capacidad de tener una presentación adecuada.
- **Enfriado:** Primero se sumergió en agua evitando el choque entre envases y luego se dejó enfriar a medio ambiente sobre la mesa.
- **Etiquetado:** En el etiquetado se realizó el rotulado con plumón indeleble a cada envase para poder identificar el tratamiento al cual pertenece.
- **Almacenamiento:** Se realizó a una temperatura ambiente durante 15 días en las que se realizó las mediciones de pH, acidez titulable y análisis microbiológico.

Figura 5. Diagrama de flujo de bebida funcional de naranja con agregado de aislado proteico y extracto de compuestos fenólicos de Moringa.



Se obtiene 90 unidades de 250ml en envases de vidrio la bebida funcional de naranja fortificado con proteínas aislada y extracto de moringa.

3.4.6. Método para determinar vida útil de la bebida funcional de naranja fortificado con proteína aislada de Moringa (*Moringa oleífera* Lam)

Para determinar vida útil de la bebida

El método que se utilizó para determinar la vida útil de la bebida funcional de naranja fortificado con aislado proteico de hojas y semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam) se utilizó la ecuación de Arrhenius factor Q_{10} mencionado por Fennema, (1993), como variables de respuesta se consideró atributos químicos y microbiológicos en la bebida funcional almacenado a (15 ,25 Y 35) °C .

Los análisis que se realizaron son los siguientes:

Atributos Químicos

- pH método AOAC (1995)
- Determinación de la acidez titulable método AOAC (1995)

Atributos Microbiológicos

- Los análisis microbiológicos de la bebida se realizaron al inicio y al final de la investigación en donde se compararon con los límites permisibles establecidos en la norma sanitaria R.M. N° 591- 2008- SA, aprobada el 27/08/08, NTS N° 071 “criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano” los agentes microbianos evaluados son aerobios Mesófilos, Mohos, Levaduras y Coliformes.

Atributos Sensoriales

Indicadores de sabor, apariencia, olor y color según (Anzaldúa, 1994)

- La evaluación sensorial se determinó después del primer análisis microbiológico en el producto final siendo ya apto para el consumo humano se ha realizado con 20 jueces semientrenados, los jueces tuvieron que evaluar solamente su aceptación o rechazo de la bebida funcional para lo cual se utilizó una escala hedónica estructurado en 7 puntos para calificar el grado de aceptación o rechazo indicando el valor 7 el valor máximo de aceptación de la muestra, el valor 3 indica límite de discriminación entre aceptación y rechazo y el valor 1 el valor máximo de rechazo. (anexo V. foto 3, 4, 5 y 6).

3.5. ANALISIS ESTADÍSTICO

En el presente trabajo de investigación, se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial, con tres repeticiones por tratamiento y su variabilidad mediante la desviación estándar, también se realizó análisis de varianza con la finalidad de determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos cuando el análisis de varianza indico significancia se realizó la comparación múltiple de Tukey con un 95% de nivel de confianza, como variables de respuesta se tiene capacidad aislado proteico, relación de eficiencia proteica, digestibilidad verdadera antioxidante, compuestos fenólicos, pH y acides titulable para ello se trabajó con el programa estadístico Minitab 17.

3.5.1. Para el aislado proteico

Diseño experimental

Variable en estudio

- Harina de Hojas Moringa
- Harina de Semillas Moringa

Factor de respuesta

- Aislado proteico (% de proteína)

3.5.2. Para la relación de eficiencia proteica y digestibilidad verdadera

Diseño experimental

Variable en estudio: dietas (hojas, semillas y caseinato de sodio)

Variable de respuesta; PER y DV

3.5.3. Capacidad antioxidante de hojas y semillas de moringa

Diseño experimental

Variable en estudio: extracto (hojas semillas)

Variable de respuesta

- Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox equivalente/g}$)
- Compuestos fenólicos ($\text{mg. de ácido gálico/g}$)

3.5.4. Estabilidad de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en la bebida.

Diseño experimental

Variable en estudio:

- Temperatura de pasteurización 80°C
- Temperatura de pasteurización 85°C
- Temperatura de pasteurización 90°C

Variable de respuesta

- Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox equivalente/g}$)
- Compuestos fenólicos ($\text{mg. de ácido gálico/g}$)

3.5.5. Para determinación vida útil de la bebida

Diseño experimental

Variable en estudio:

- Temperatura de almacenamiento a 15°C
- Temperatura de almacenamiento a 25°C
- Temperatura de almacenamiento a 35°C

Variable de respuesta

- Determinación de pH: 0, 3, 6, 9 días
- acidez titulable: 0, 3, 6, 9 días
- análisis microbiológico: 0 y 9 días
- Días

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. OBTENCIÓN DEL AISLADO PROTEICO DE LA HOJA Y SEMILLA DE LA MORINGA (*Moringa oleífera* Lam)

Se evaluó la composición química proximal de la harina de semilla y hojas de moringa como se muestra en la tabla 5 en base seca por 100 g. de muestra.

Tabla 5. Análisis químico proximal de hojas y semilla de moringa por 100g.

Contenido	Harina de Moringa	
	Hojas	Semilla
Humedad	7.9	3.61
Proteína	28.8	35.8
Grasa	2.6	37.5
Fibra	20.5	2.49
Ceniza	2.4	37.5
Carbohidratos	37.8	19.2

En la tabla 5 se muestra que el porcentaje de proteína es de 28.8 para la hoja y para la semilla es de 35.8%; funglie (1999), reporta como valor porcentual de contenido de proteína en la hoja de moringa de 27.1% con los que puede contrastar los valores mencionados en la tabla 5, los cuales son próximo a este valor. De la misma manera con los valores reportados por (Adbulkarim, Long, & Lai, 2005), menciona que la proteína de la semilla puede variar de 37- 40 % por lo que los valores mencionados en la tabla 5 se encuentran dentro del rango.

4.1.1. Comparación de hojas y semillas del contenido de proteína del aislado proteico de moringa en base seca (*Moringa oleífera* Lam).

Tabla 6. Contenido de proteína en el aislado proteico por 100g

Componente	Muestra	
	Hojas de moringa	semillas de moringa
	Prom.± DS	Prom.± DS
%Proteína	71.20 ± 2.09 ^a	88.47± 1.498 ^b

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; ANVA (P>0.05) **, Prueba de Tukey (P>0.05)*

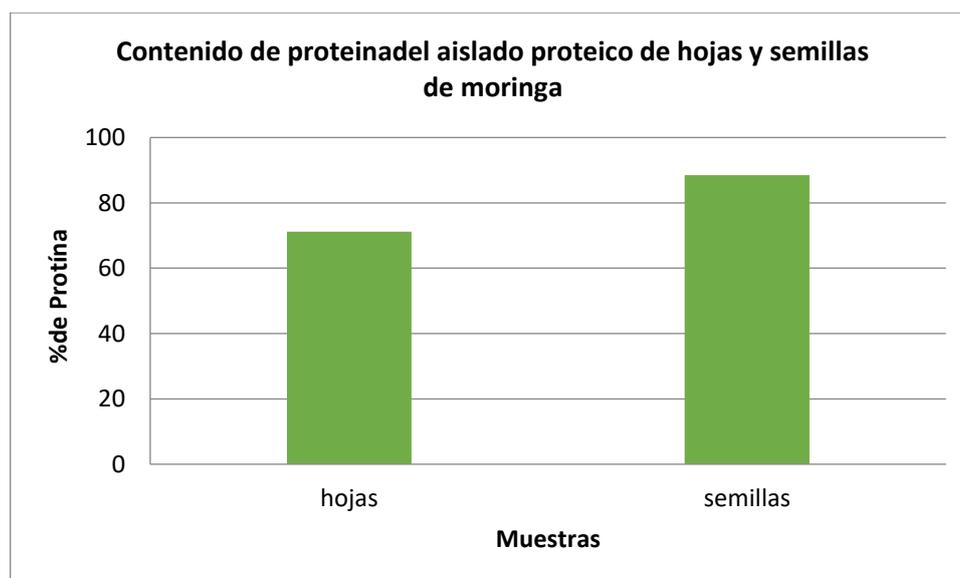


Figura 6. Comparación entre las hojas y semillas de moringa en el contenido de proteínas del aislado proteico.

La extracción del aislado proteico fue realizado por el método de solubilización alcalina seguida por precipitación isoeléctrica obteniendo resultados de 88.47% de proteína en las semillas y en las hojas es de 71.20 % de proteína.

Según (Liadakis , Tzia, & Oreopouli, 1995), los aislados proteicos vegetales pueden ser obtenidos por solubilización alcalina seguidos de precipitación a punto isoeléctrico esta metodología es la más empleada en parte por la facilidad de su implementación y por los altos rendimientos obtenidos de proteína además permite la fácil separación de sustancias no proteicas tales como azúcares, fibra, lípidos y otros componentes no deseables en el producto final principalmente factores anti nutricionales.

(Curare, 2006 citado por León, 2010) considera aislado proteico aquel cuyo contenido de proteínas es mayor al 70% en las proteínas constituyentes deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, mientras que un concentrado proteico es considerado aquel cuyo contenido en proteínas es menor a 65% (Fenema, 1993), el contenido de proteína obtenido fue superiores a estos datos como se aprecia en la tabla 6 resultando en las semillas con un contenido superior al de las hojas, se estima que si sea obtenido el aislado proteico.

(Martinez, Medina, & Zambrano, 2011), En su proyecto investigación indica el contenido de aislado proteico de la semilla de maracuyá (*Passiflora edulis* sp) 87.4% - 90.6% al emplear la metodología de solubilización alcalina seguida de precipitación a punto isoeléctrico como en el trabajo de investigación se utilizó esta metodología y se obtienen datos dentro de este rango en cuanto a las semillas.

4.1.2. Determinación de la calidad proteica de las harinas de hojas y semillas moringa (*Moringa oleífera* Lam)

Para determinar la calidad proteica se evaluó la relación de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad verdadera (DV) de las dietas formuladas a base de caseinato de sodio, semilla y hojas de moringa.

Tabla 7. Determinación de la calidad proteica de hojas y semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam)

Tratamiento	(PER)	(DV)
	Prom. \pm DS	Prom. \pm DS
Control (Caseinato de Sodio)	2.87 \pm 0.03 ^a	86.76 \pm 0.64 ^a
Semilla de Moringa	1.60 \pm 0.08 ^b	84.02 \pm 1.00 ^b
Hoja de Moringa	1.27 \pm 0.12 ^c	77.03 \pm 1.49 ^c

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; PER= Relación de eficiencia proteica; DV= Digestibilidad Verdadera; ANVA (P>0.05) **; Prueba de Tukey (P>0.05)*

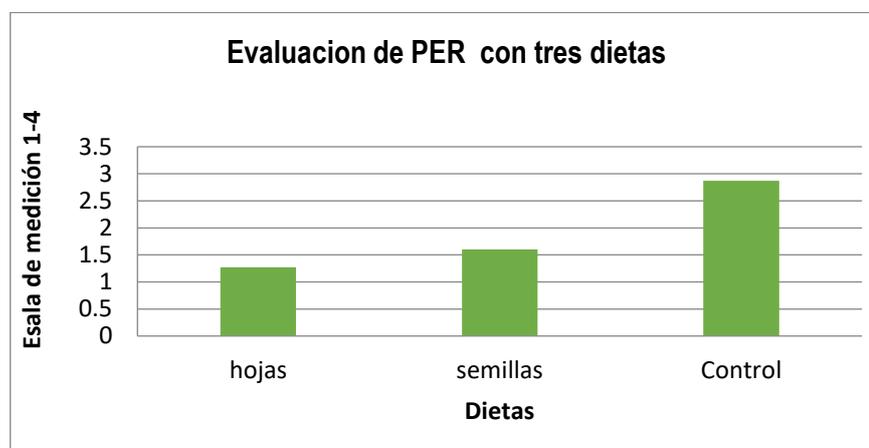


Figura 7. Valores obtenidos de relación eficiencia proteica del grupo experimental.

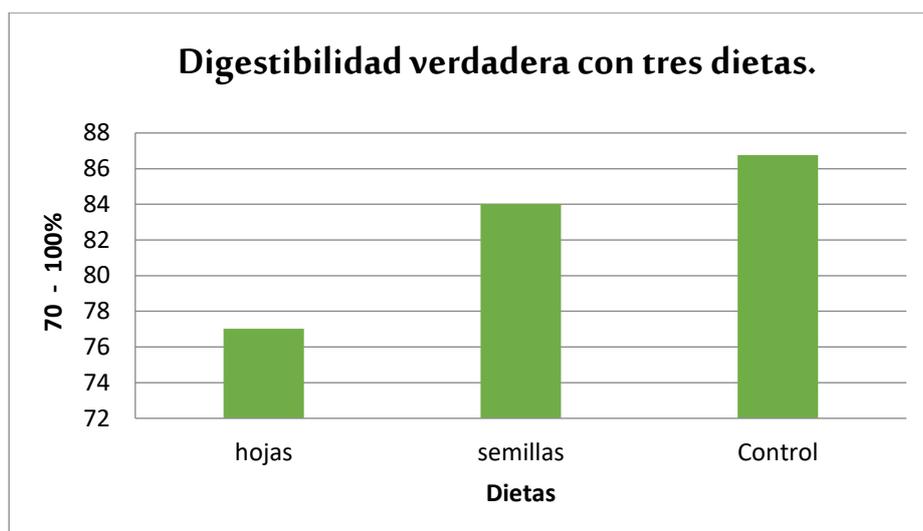


Figura 8. Valores obtenidos de digestibilidad verdadera.

La tabla 7, valores obtenidos de relación eficiencia proteica PER y DV digestibilidad verdadera del grupo experimental alimentadas con dietas de control, A-proteica, hojas y semillas de moringa. El análisis de varianza (Anexo II, cuadro 12 y 19,) PER y DV, comparación de Tukey para PER y Fisher para DV (Anexo II, cuadro 13 y 20,) muestran que existe diferencia estadística altamente significativa ($P > 0.05$) obteniendo valores entre los factores de estudio hay diferencia en la ganancia progresivo de pesos de las ratas, mostrando mejores valores para el tratamiento control (2.87:86.76), seguida por semillas (1.60:84.04), y hojas (1.27: 77.03).

(Osborne, 1919 citado por Zea ,2010) menciona el PER se mide en una escala que va de 1 a 4 valor central de la diferencia usualmente es 2.5 que corresponde al caseinato de la leche los datos que se obtienen en la tabla 7, Si presentan un PER aceptable por encontrarse dentro de la escala de medición, se aprecia que están debajo de 2.5 debido que es carente a algún aminoácido esencial. Los valores de digestibilidad verdadera de la proteína en tres rangos: alta de 93 a 100 % para los alimentos de origen animal y la proteína aislada de soya, digestibilidad intermedia con valores 84 % a 92 % para el arroz pulido y harina de soya mientras que los valores bajos (70 % a 85%) fueron reportados para diferentes tipos de leguminosas incluyendo frijoles, maíz y lenteja de acuerdo a la clasificación las semillas de moringa se encuentra en digestibilidad mediana y las hojas en digestibilidad baja .(FAO/OMS, 1991,citado por Zea,2010). El valor nutritivo de un alimento se aprecia no solamente por la proporción y la cantidad de sus nutrientes, sino también por su calidad y digestibilidad contenido de aminoácidos esenciales. (Muños, 1990 citado por Huarcaya, 2014). De acuerdo a la tabla de 8 se aprecia que la relación de eficiencia proteica se encuentre menores a 2.5 que corresponde al caseinato de calcio y la este se debe a que este vegetal debe ser deficiente a algún aminoácido esencial.

4.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS Y SEMILLAS DE MORINGA
(*Moringa oleífera* Lam)

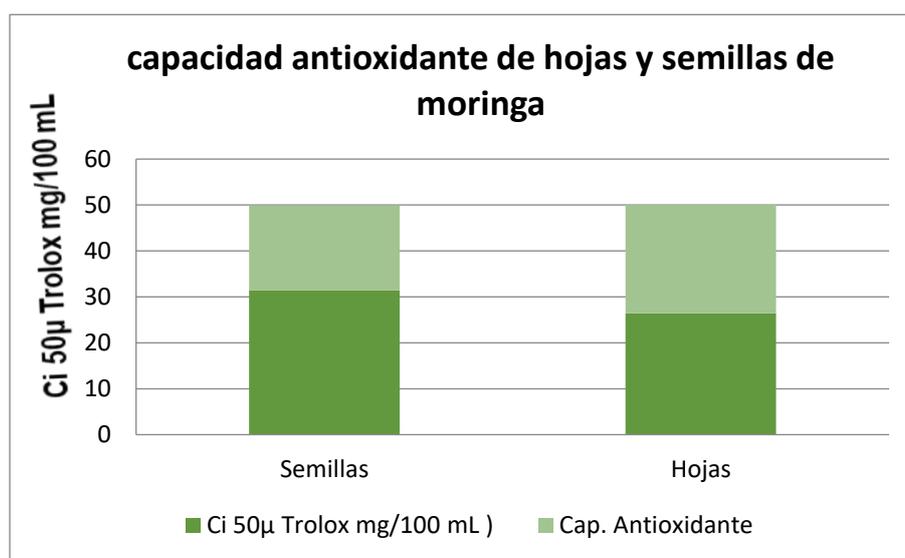
Se trabajó con dos muestras de hojas y semillas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam), los resultados de dichas muestras se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Capacidad Antioxidante de la muestra de hojas y semillas de Moringa

Muestra	Resultados expresados en Ci 50 μ mol de Trolox equivalente mg/g Prom. \pm DS
Hojas de Moringa	26.253 \pm 0.414 ^a
Semilla de Moringa	31.430 \pm 0.809 ^b

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; capacidad antioxidante= Ci 50 μ mol de Trolox equivalente mg/g; ANVA (P>0.05) **; Prueba de Tukey (P>0.05)*

Figura 9. Contenido de capacidad antioxidante de hojas y semillas de moringa



La tabla 8, muestra contenido de capacidad antioxidante de hojas fue 26.253 μ mol Trolox equivalente/g. y Semillas 31.430 μ mol Trolox equivalente/g. de moringa. El análisis de varianza y la comparación de tukey (anexo III, cuadros 22 Y 23) indican que existe una diferencia altamente significativa al realizando la prueba de Tukey (p > 0.05) indicándonos que existe una variación entre semilla y hojas en el contenido de capacidad antioxidante por lo tanto el mejor tratamiento que se obtuvo fue de las hojas con mayor contenido de capacidad antioxidante.

(Garcia R. A., 2017), quien presenta valores promedios de la capacidad antioxidante de 31.778 y 22.229 μ mol Trolox equivalente/g. de muestra quien trabajo con hojas de moringa

provenientes de dos orígenes geográficos. Al respecto (Chua *et al.*, 2013) el valor de IC 50 para cada extracto que es la concentración necesaria causante del 50 % de la inhibición de la absorbancia. Un valor bajo del IC50 significa una mayor actividad antioxidante. A partir de los resultados mostrados en la tabla 8 se puede apreciar que los valores obtenidos son menores al IC50 significa que las hojas y semillas de moringa contienen mayor capacidad antioxidante, la hoja tiene mayor capacidad antioxidante como se observa en la figura 9 a comparación de la absorbancia de la IC50. Según (Finkel & Holbrook, 2000) Los antioxidantes los podemos encontrar en alimentos con vitamina C, E, A además de minerales como zinc o el selenio. Los alimentos con vitamina D, la clorofila a que este da paso a los carotenoides un antioxidante que ayuda a regenerar células y cumplen la función de antioxidantes ya que ayudan a reforzar las defensas y prevenir el envejecimiento prematuro como se ha obtenido mayor capacidad en las hojas de moringa debido a la presencia de clorofila a comparación de la semilla de moringa.

(Scalbert & Williamson ,2000 citado por Catunta, 2016) afirman que los niveles de compuestos pueden variar considerablemente dentro de la misma especie vegetal, e incluso entre sus variedades, debido a factores genéticos y ambientales que condicionan la germinación, el crecimiento y calidad del cultivo.

4.2.1. Compuestos Fenólicos Hojas y Semillas de Moringa

Tabla 9. Contenido de Compuestos Fenólicos en las Hojas y Semillas de Moringa

Resultados expresados en mg/100 g de Ácido Gálico	
	Prom. ± DS
Hojas de Moringa	237.167 ± 0.191 ^a
Semillas de Moringa	212.973 ± 0.601 ^b

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; compuestos fenólicos = Ci 50 μ mol de Trolox equivalente mg/g; ANVA (P>0.05) **; Prueba de Tukey (P>0.05)*

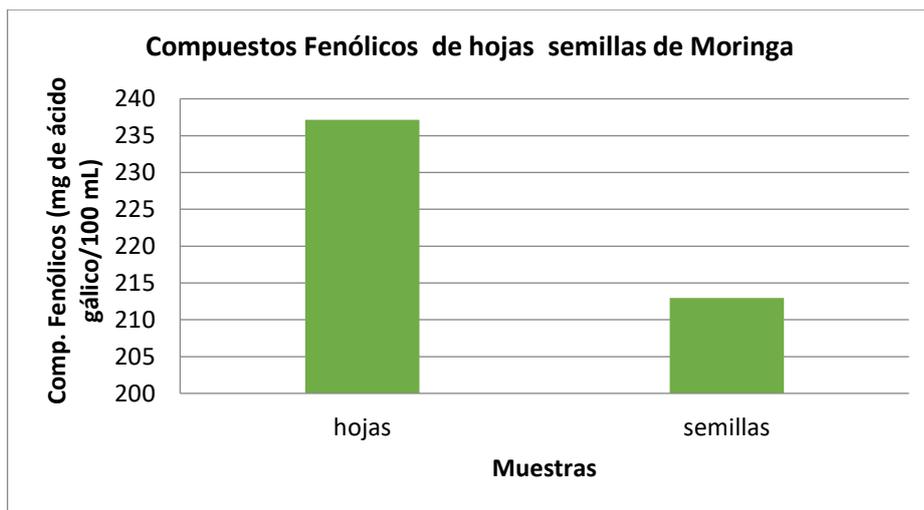


Figura 10. Contenido de compuestos fenólicos de hojas y semillas de moringa

De los resultados obtenidos se tiene que el contenido de compuestos fenólicos. La Tabla 9, de compuestos fenólicos de Hojas de Moringa 237.167 mg/100 gr de ácido gálico y semillas de Moringa presenta 212.973 mg/100mL e ácido gálico.

El análisis de varianza y la comparación de Tukey (anexo III, cuadros 31 y 32) indican que existe una diferencia estadísticamente significativa al 95% entre los factores de estudio se realiza la prueba de Tukey ($p > 0.05$) indicándonos que existe una variación entre semilla y hojas de compuestos fenólicos, presenta mayor contenido de compuestos fenólicos las hojas de moringa.

Los fenoles están asociados al color, las características sensoriales (sabor, astringencia, dureza), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal. La característica antioxidante de los fenoles se debe a la reactividad del grupo fenol. (Agerman, Riedl & Jones ,1998 citado por Torres, 2012), se aprecia que las hojas al preparar los extractos presentan mayor intensidad de coloración naranja a comparación de las semillas estoy debido a la presencia de antocianidinas.

4.3. ESTABILIDAD DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, COMPUESTOS FENOLICOS Y PROTEINA

Tabla 10. Resultados estabilidad de capacidad antioxidante en la bebida funcional

Resultados expresados en Ci 50µ Trolox mg/100 mL de Bebida funcional Prom. ± DS	
90(C)	35.767 ± 0.977 ^a
85(A)	37.097 ± 0.755 ^{ab}
80(B)	38.237 ± 0.181 ^{bc}
SP	39.457 ± 0.440 ^d

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; capacidad antioxidante= Ci 50 μmol de Trolox equivalente mg/g; ANVA ($P>0.05$) **; Prueba de Tukey ($P>0.05$)*

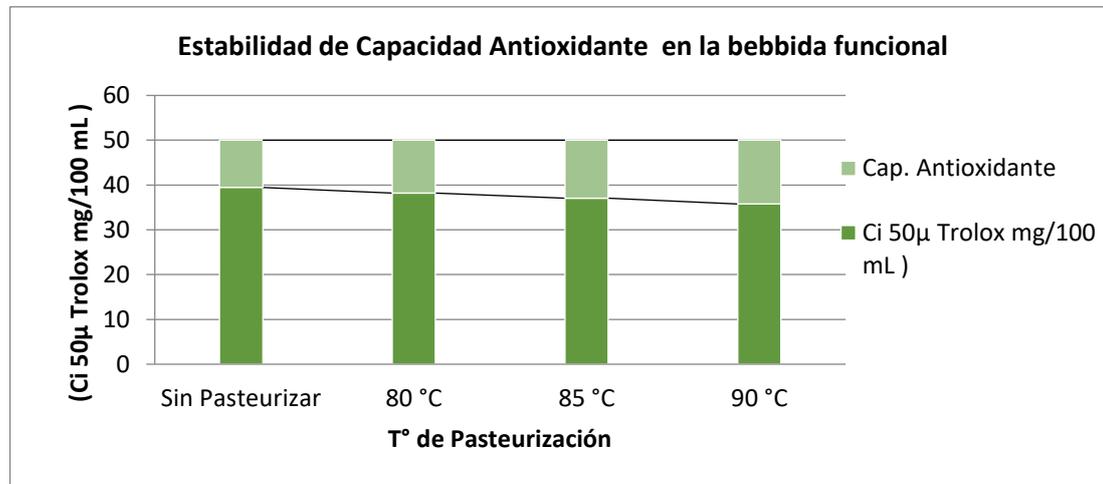


Figura 11. Estabilidad de las capacidades antioxidantes durante la pasteurización de la bebida

La capacidad antioxidante de las bebidas a diferentes temperaturas de pasteurización se muestra en la tabla 10 a (80, 85 y 90) °C son 39.237, 38.237 y 37.100 μ Trolox mg/100 mL. (Anese *et al.*, 1999 citado por cuya 2009) manifiesta que el calentamiento es la causa principal de la pérdida de los antioxidantes tales como el ácido ascórbico, también el calentamiento puede inducir a la formación de compuestos tales como melanoidinas, por la reacción de Maillard, y este compuesto tiene efectos antioxidantes, estos compuestos se generan con el uso de altas temperaturas 90°C por un corto tiempo. (Randhir, Kwon, & Shetty., 2008) Señala que la aglicosilación también puede ser causa del aumento de la actividad antioxidante; así como los efectos aditivos y sinérgicos entre otros fotoquímicos y fenólicos alterados térmicamente el aumento de los ésteres del ácido ferúlico solubilizado y la liberación de compuestos fenólicos ligados a la matriz de la célula. En la investigación se ha utilizado temperaturas altas, en donde se observó estas reacciones a medida que aumenta la temperatura aumenta la capacidad antioxidante.

El análisis de varianza y la comparación tukey (anexo IV, cuadros 28, 29), existe una diferencia altamente significativa al 95% indicándonos que existe una variación entre temperatura de pasteurización en el contenido de capacidad antioxidante obteniendo como mejor tratamiento a 90°C.

Tabla 11. Resultados estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida funcional

Muestra T °C	mg de ácido gálico/100 mL de Bebida
SP	58.123 ± 1.294
80(A)	54.840 ± 1.642
85(B)	64.220 ± 1.564
90(C)	72.507 ± 0.208

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; capacidad antioxidante= mg de ácido gálico / 100ml de bebida; ANVA (P>0.05) **, Prueba de Tukey (P>0.05)*

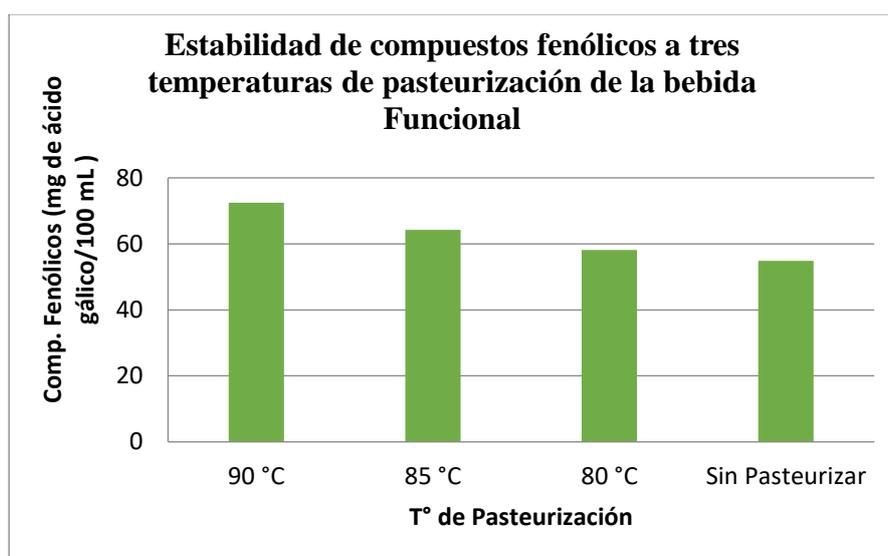


Figura 12. Estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida

La estabilidad de compuestos fenólicos de la bebida a diferentes temperaturas es 54.840, 54.220 y 72.507 ± 0.208 mg de ácido gálico/100. (Dewanto *et al.*, 2002 citado por Cuya, 2009) manifiesta los antioxidantes no son dañados usualmente durante el secado, el contenido de compuestos fenólicos y carotenoides de tomate han sido reportados que son estables durante el procesamiento bajo altas temperaturas, y el proceso térmico ha sido reportado que puede aumentar los compuestos fenólicos debido al rompimiento de las células constituyentes. Lo que indica que el proceso de pasteurización medida que aumenta la temperatura hay incrementa de contenido de compuestos fenólicos por lo tanto hubo rompimiento de las células constituyentes. (Boateng, Verghese, Walker, & Ogutu, 2008), el aumento de compuestos fenólicos debido al tratamiento térmico podría deberse a la liberación de ácidos fenólicos unidos a los constituyentes celulares, seguido de alguna polimerización y oxidación de estos constituyentes fenólicos.

El análisis estadístico ANVA prueba de comparaciones de tukey (Anexo IV, cuadro 31 y 32), existe diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre las temperaturas de pasteurización; lo cual indica que estos factores influyen en el contenido de compuestos fenólicos.

Realizando la prueba de comparación múltiple con un nivel de confianza al 95%, se aprecia que existe diferencia entre las tres temperaturas de pasteurización.

Tabla 12. Resultados estabilidad de proteínas en la bebida funcional

Muestra T °C	Contenido de proteínas en 100ml de bebida funcional Prom.± DS
JN+EM+AP	0.527 ± 0.006 ^a
80°C (A)	0.517 ± 0.015 ^a
85°C (B)	0.457 ± 0.021 ^b
90°C (C)	0.417 ± 0.015 ^c
JN +EM	0.370 ± 0.010 ^d

Prom.= promedio; DS= desviación estándar; estabilidad proteína = % de proteína; ANVA (P>0.05) **; Prueba de Tukey (P>0.05)*

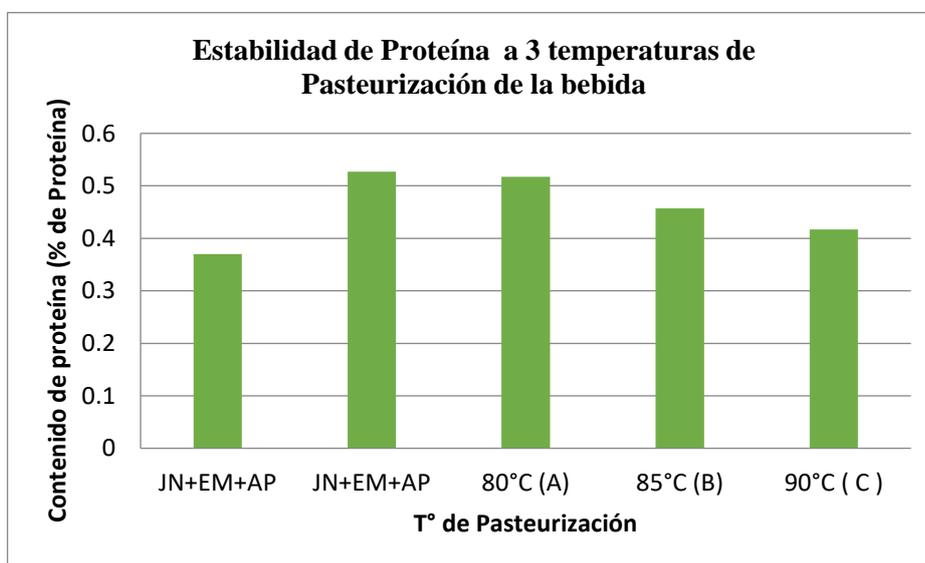


Figura 13. Estabilidad de proteína durante la pasteurización en la bebida.

De los resultados obtenidos se tiene en la tabla 12 estabilidad de proteínas en la bebida a tres temperaturas de pasteurización de 80 °C = 0.517, 85°C = 0.457 y 90°C= 0.417 % de proteína.

(Badui, 2013), la aplicación de calor es uno de los agentes desnaturalizantes que se utiliza con mayor frecuencia en los alimentos debido a que facilita la digestión de las proteínas y logra desnaturalizar los inhibidores de proteasas que frecuentemente se halla en alimentos los mecanismos involucrados en la desnaturalización son los enlaces no covalentes al afectarse los puentes de hidrógeno, las fuerza de Van der Waals y las interacciones electrostáticas que por naturaleza son impulsados por la entalpía causa que se desestabiliza a altas temperaturas y se estabilicen a bajas temperaturas. En la investigación este proceso de desnaturalización a altas temperaturas de pasteurización se aprecia y que esta desnaturalización parcial es deseable por que eleva la digestión.

El análisis de varianza (anexo VI, cuadro 34) y la comparación múltiple de tukey (anexo VI, cuadro 35) afirman que el contenido de proteínas que existe hay diferencia altamente significativa ($P > 0.05$) entre las temperaturas de pasteurización; lo cual indica que estos factores influyen en el contenido de porcentaje de proteína. Realizando la prueba de comparación múltiple de Tukey con un 95% de nivel de confianza, podemos apreciar que la mejor temperatura de pasteurización es del tratamiento (A), seguido del tratamiento de (B), y tratamiento (C).

4.4. RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Evaluación sensorial

Se planteó dos tratamientos, (T1) Extracto de Moringa al 30% , (T2) Extracto de Moringa al 20% con 1% de aislado proteico y dilución de jugo de naranja 1:2, la evaluación sensorial se realizó según ficha de evaluación organoléptica para cada tratamiento con jueces semientrenados, integrado por (20) jueces, bajo la prueba de la escala hedónica de Anzaldúa (1994), calificando sabor, color, textura, y apariencia general, donde tuvo mayor aceptación de los panelistas en el tratamiento uno y el tratamiento dos percibe baja calificación (anexo 5, cuadro 32 y 33)

Para determinar la vida útil de la bebida funcional obtenida se recurrió a la metodología de las pruebas aceleradas tomando como indicador ph, índice de acidez y análisis microbiológico a diferentes temperaturas (15°C, 25°C y 35°C) por 15 días (0, 3, 6 y 9). Y para la estimación de vida útil se utilizó la ecuación de Arrhenius factor Q_{10} .

Tabla 13. pH de la bebida funcional a 80, 85 y 90°C Temperaturas de pasteurización almacenadas a 15, 25 y 35 °C

T° de Pasteurización	15°C			25°C			35°C		
	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C
0	3.35	3.34	3.32	3.37	3.35	3.34	3.38	3.37	3.35
3	3.41	3.39	3.35	3.47	3.41	3.39	3.51	3.46	3.43
6	3.51	3.43	3.38	3.58	3.48	3.46	3.63	3.53	3.49
9	3.63	3.5	3.43	3.69	3.56	3.52	3.75	3.62	3.55

Evaluación de pH durante almacenamiento de la bebida funcional (15°C)

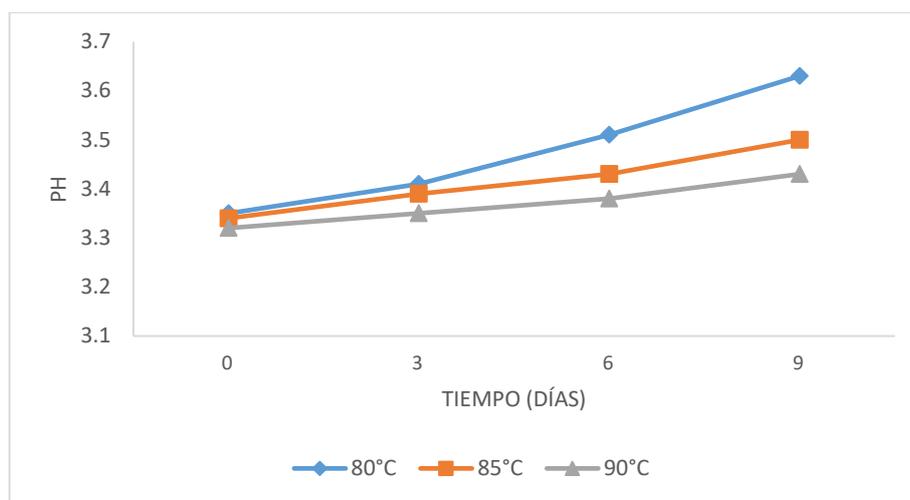


Figura 14. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (15 ° C).

Evaluación de pH durante almacenamiento de la bebida funcional (25°C)

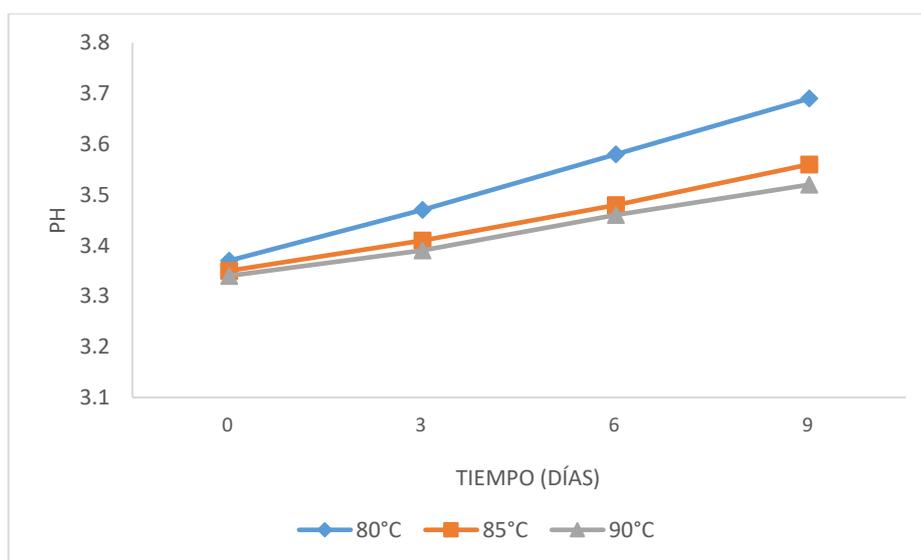


Figura 15. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (25 ° C).

Evaluación de pH durante almacenamiento de la bebida funcional (35°C)

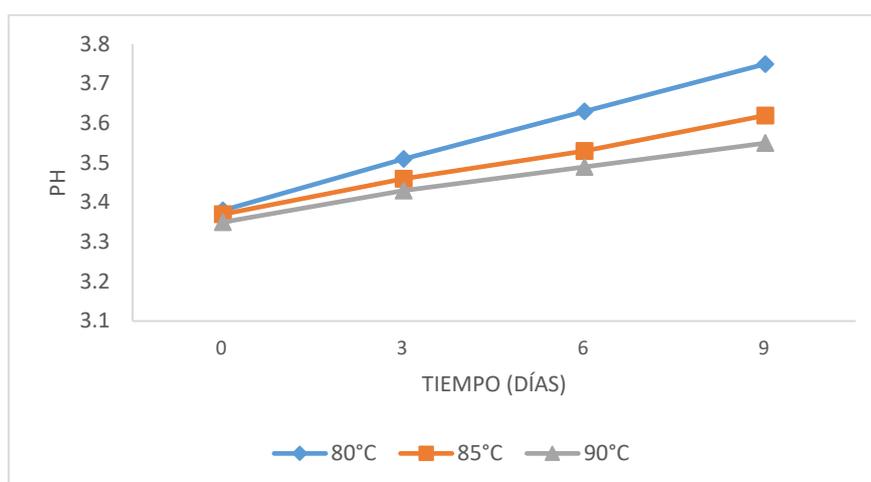


Figura 16. Variación pH durante la estimación de vida útil almacenada a (35 ° C)

El pH es importante en la conservación de alimentos ya que de acuerdo al pH se reproducen los diferentes tipos de bacterias. En un pH mayor que 4.3 se pueden reproducirse microorganismos patógenos, inferiores a 4.3 se reproducen los mohos y levaduras (Picota, 2009) como se puede apreciar en los gráficos no pasan de pH 4.3 entonces no hay presencia de microorganismos patógenos.

Los resultados de pH presentes en la bebida funcional se muestran en el siguiente cuadro donde se observa que el néctar elaborado a diferentes temperaturas de pasteurización y almacenado a diferentes temperaturas de almacenamiento tienen un pH aceptable ya que según NTP 203.11:2009 (INDECOPI, 2009) el néctar de frutas debe tener un pH menor de 4.5 y por lo tanto no existe una variación apreciable al ser sometido a las diferentes condiciones de trabajo.

Tabla 14. Tiempo de vida útil y Q10 con respecto a pH

temperatura de Pasteurización	Temperatura de Almacenamiento		
	15°C	25°C	35°C
80 °C	12.27días	10.5 días	9.13 días
85°C	21.86 días	17.11 días	13.49 días
90°C	30.58 días	21.92 días	16.18 días

En la Tabla 17. La estimación de vida útil se determinó por el índice de pH mediante esta regresión se determinó el valor de *b* representa a la *k* experimental, mediante la ecuaciones Arrhenius se procede a calcular las *K* (teóricos) y también se calcula la energía de activación y *Q*₁₀ y posteriormente se calcula la vida útil que da como resultado lo que se aprecia en la tabla 16

con respecto al pH de la bebida funcional, la prolongación del tiempo de vida es corta con respecto a la pasteurización a 80°C, sin embargo, en las muestras conservadas a 15 °C la vida útil se prolonga hasta 30.58 días teniendo una diferencia con la bebida funcional pasteurizada a 85°C de 8.72 días.

Los valores obtenidos de acidez en la bebida funcional se encuentran que está dentro de los rangos establecidos al comparar con néctares de frutas según NTP 203.11:2009 (INDECOPI, 2009) el néctar de frutas debe tener una acidez de menor de (0.6- 0.4) expresado en ácido cítrico y por lo tanto no existe una variación apreciable al ser sometido a las diferentes condiciones de trabajo. (Anexo 5, cuadros 41, 42,43 y 44)

Análisis Microbiológico

De acuerdo a los resultados obtenidos la bebida evaluados al inicio final de la investigación se encuentra dentro del rango permisible, en tal sentido es considerado apto para consumo humano según la norma técnica sanitaria (NTS 071) “criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano”

CONCLUSIONES

El rendimiento de aislado proteico de semilla y hojas de moringa tuvo una composición de $(71.20 \pm 2.09$ y $88.47 \pm 1.498)$ % de proteína donde se aprecia que la semilla de moringa presenta mayor contenido de proteínas, Las hojas de Moringa presentan menor calidad proteica mostrando valores PER =1.27 y DV= 77.03 en relación a la semilla de moringa PER =1.60, DV= 84.02.

La capacidad de antioxidante de las hojas de moringa es 26.253 Ci50 μ mol de Trolox equivalente mg/g, siendo mayor que las semillas de moringa 31.430 Ci50 μ mol de Trolox equivalente mg/g. También conserva mayor cantidad de compuestos fenólicos las hojas 237.167 mg/100 g de ácido gálico en comparación a las semillas 212.973 mg/100 g de ácido gálico hojas y semillas de moringa.

La estabilidad de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos se aprecia mejor en el tratamiento de pasteurización a 90 ° es 35.767 Ci50 μ mol de Trolox, 72.507 mg de ácido gálico/100 mL de bebida y en la estabilidad de proteína obtuvo mejor resultado en la pasteurización a 80 °C de 0.517 % de proteína.

La bebida funcional de naranja con extracto de moringa al 30 % y aislado proteico de 1 % obtuvo mayor aceptación de los panelistas por presentar mayor grado de satisfacción, en la estimación de la vida útil a temperatura de conservación 15°C y pasteurización de 90°C es de 30 días, donde es el mejor tratamiento que duro más a diferencia de otros tratamientos.

RECOMENDACIONES

Aplicar los concentrados proteicos como ingredientes en la elaboración de múltiples productos tales como: cárnicos, bebidas, panadería, entre otros ofertando nuevas fuentes nutricionales al consumidor

Realizar un estudio comparativo de las características físico-químicas de extractos de moringa utilizando flores, tallos y raíces en diferentes proporciones.

Desarrollar nuevos productos incorporando extractos de moringa en alimentos tradicionales.

Realizar un análisis microbiológico al polvo de moringa

BIBLIOGRAFÍA

- Adbulkarim, S., Long, K., & Lai, M. (2005). Properties Of Moringa Seed Oil Extracted Using Solvent end Aqueous Enzymatic Methoas fOOD chemistry. *some Physico- Chemical*, 93,253-263.
- Alfaro, N. C. (2008). Rendimiento y Uso Potencial de Paraiso Blanco Moringa oleifera Lam en la Produccion de Alimentos de alto Valor Nutritivo para su Utilizacion en Comunidades de Alta Vulnerabilidad Alimentaria- Nutricional de Guatemala.
- Alfaro, N. C., & Martinez, W. (2008). Uso Potencial de la Moringa (Moringa oleifera Lam) para la Produccion (CONCYT),Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnologia (SENACYT),Fondo Nacional de Ciencia y Tecnologia (FONACYT).Instituto de Nutricion de Centro America y Panama (INCAP).
- Alfaro, N. C., & Martinez, W. (2008). Uso Potencial de la Moringa (Moringa oleifera Lam) para la Produccion de Alimentos Nutricionales Mejorados. *Concejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONCYT)*, 156, 47-52.
- Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluacion Sensorial de los Alimentos en la Teoria y la Practica*. Mexico: Acribia S.A. Zaragoza (España).
- AOAC. (1995). *Association of Official Analytical Chemists Inc. Official Methods of Analysis*. Arlington: Editorial Williams.
- Araujo, J. (1999). *Quimica de Alimentos - Teoria y practica* . Segunda Edicion Vicososa :UFV.
- Arias, S. Estudio de las Posibles ZONas de Introduccion de la Moringa Oleifera Lam en la Peninsula Iberica ,Islas Baleares e Islas Canarias. *Tesis*. Universidad Politecnica de Madrid Escuela Universitaria de Ingenieria Tecnica Forestal, Madrid.
- Badui, S. B. (2013). *Quimica de los Alimentos* (Quinta Edicion ed.). Mexico: Pearson S. A.
- Bernabe, M. A., & Falasca, S. (2008). Potencialidades Usos y Delimitacion del Area de Cultivo de Moringa Oliefera. *REDESMA*.
- Calcin, M. *Obtención extracto Antioxidantes de Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón) y la evaluación de su eficacia en la oxidación de aceite de soya refinada*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Calvo, B., Gomez, C., Lopez, N., & Royo , B. (2013). *Nutricion Salud y Alimentos Funcionales*.

- Carreon, V. J. *Evaluacion de la actividad Antioxidante de la Yema Terminal de Guanabana (Annona muricata L.) en Tres Niveles de Altitud de la Provincia de Leoncio Prado.* Universidad Nacional de Agraria de la Selva, Tingo Maria, Peru.
- Catunta, D. L. Efecto de la Deshidratacion Osmotica sobre los Compuestos Antioxidantes en dos Accesiones de Mashua (Tropaeolum Tuberosum R & P)). *Tesis.* Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno.
- Cheftel, J., Cud, J., & Lorient, D. (1989). *Proteinas Alimentarias.* España: Acribia.
- Chua, L. S., Rahaman, N. L., & Adnan, N. A. (2013). Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with. *Journal of Analytical Methods in Chemistry.*
- Clavero, T., García, D. E., Iglesias, J. M., & Medina, M. G. (2008). Estudio comparativo de Moringa oleífera y Leucaena leucocephala durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Revista Zootecnia Tropical*, http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692007000200004&script=sci_arttext.
- Cuya, R. A. Efecto de Secado en Bandejas y Atomizacion sobre la Actividad Antioxidante mashua (Tropaeolum tuberosum). *Tesis para optar el grado Magister.* Universidad Nacional Agraria La Molina, lima, peru.
- De La Riva, T. *Compuestos Bioactivos de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) Cruda y Procesada.* Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Fenema, O. (1993). *Quimica de los Alimentos* (Segunda Edicion ed.). España: Acribia S.A.
- Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001). The potential of Moringa Oleifera for Agricultural and Industrial uses. *What development potential for Moringa products?*, 20.
- Folkard, G., & Sutherland, J. (1996). Moringa Oleifera, un Arbol con Enormes Potencialidades. *Agroforestry Today*, 8, 5-8.
- Frankel, E., Zhang, M., & Mujundar, S. (1996). Principal Phenolic Phytochemicals in selected California Wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of Human LOW density Lipoproteins. *J. Agric. Food Chem* , 43, 1481 - 1486.
- Funglie, L. J. (2001). Combating Malnutrition with Moringa In. *The Miracle tree: Multiple Atribbutes of Moringa.* CTA Publication Wagening, The Notherlands, 117.
- Garcia, B. (2005). Absorción in Vivo de Oligomeros de Epicatequina. *Tesis Niversitat Rovira Virgili. Tarragona.*

- Garcia, R. A. *Estudio sobre la Capacidad de Antioxidante de Extractos de Hojas de Moringa Oleifera de diferente origen geografico*. Universidad de Curuña Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Área de fisiología Vegetal, España.
- Geraldina, M. (2017). Manual Técnico de Procesamiento de Frutas bajo Reglamentos y Estándares Nacionales de Calidad enfocado a Congelados; Deshidratados y jugos con destino al mercado de Estados Unidos. *Primera Edición Santa tecla*, 10-11. El Salvador.
- Giese, J. (1994). *Proteins as Ingredients : Types, Functions, Applications*. *Food Technology*.
- Huarcaya, W. *Efecto de la Adición de la Harina de Tarwi (lupinus mutabilis sweet) en sustitución parcial de Harina de Trigo (Triticum aestivum) en la Elaboración de Pan*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno.
- Leon, J. G. Determinación de la vida útil del Nectar de Naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Liadakis, G. N., Tzia, C., & Oreopouli, V. (1995). Protein Isolation From Tomato Seed Meal. *J. Food Sci*, 25, 477-482.
- Lopez, U. Evaluación de tres densidades del Cultivo de Moringa oleifera, en el Sur Oxidente de Guatemala. *Tesis*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Martinez, & Valverde, I. (2000). Significado Nutricional de los Compuestos Fenolicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*.
- Martinez, J. J., Medina, O. J., & Zambrano, R. (2011). Estudio Físico Químico Funcional de los Aislados Proteicos de Semilla de Maracuya (*Passiflora edulis* sp). *Revista de la Facultad de Ciencias Basicas*, 70-76.
- Mckee, T. (2014). Aminoácidos, Peptidos y Proteínas. En *Bioquímica las Bases Moleculares de la Vida*. 110.
- Meletic, I., & Dordevic, B. (2008).). Functional foods and their role in the improvement of health. *Journal of Biochemistry*, 27, 387- 370.
- Morales, R. Elaboración de una Bebida Funcional +ara la Alimentación a partir de Lacto Suero. *Tesis*. Universidad Veracruzana, Venezuela.
- Muños, R., & Rodríguez, S. (2005). Empleo de un Producto Coagulante Natural para Clarificar Agua. *Revista CENIC Ciencia Químicas*, 36.

- Murat, I. A. (2014). *Temas Agropecuarios* (Primera edición ed.). Lima, Perú: Ediciones Nova Print S.A.C.
- Núñez, C. (1998). *Deshidratación y Determinación de vida en anaquel de productos agrícolas*. Puno.
- Núñez, C., & Chumbiray, M. Determinacion de la Vida Anaquel de Productos Alimenticios Procesados Mediante Pruebas Aceleradas. *Fundamento Teorico de la Vida en Anaquel (SHELF-LIFE) de Productos Alimenticios*. Universidad de LIma.
- Palada, M., & Chang, L. (2003). Suggested Cultural Practices for Moringa AVDC International Cooperators. 45.
- Peña Sanchez, Y. A., Martinez Avila, G. C., Sinagawa Garcia, S. R., & Vazquez Rodriguez, J. A. (2013). Moringa Oleifera;Importancia, funcionalidad y Estudios Involucrados. *Acta Quimica Mexicana*, 5, 9.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. (1995). *Antioxidantes de los Alimentos Aplicaciones practicas* . España: Acribia Zaragoza S.A.
- Rojano, B., Gaviria , C., & Saes, J. (2008). Actividad Antioxidante e inhibicion de la peroxidacion lipidica del extracto de frutos de Mortiño (Vaccinon Meriodonale SW). *Boletin Latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromaticas*.
- Salvador, B. D. (2006). *Quimica de los alimentos*. Mexico: Pearson.
- Sanchez, M. J. *Aplicacion de Floculantes Naturales a la Potabilizacion de Aguas*. Universidad de Extramadura Departamento de Ingenieria Quimica Y Energetica, España.
- Silva, J. A. *Obtencion, Caracterizacion y Relacion Estructura- Funcionalidad de un Aislado Proteico de Quinoa Chenopodium quinoa Willd)Organica proveniente de la VI region chile*. Universidad de Chile.
- Singleton, L., Orthofer, R., & Rosa, M. (1966). Analysis of total Phenols and Other Oxidation Substrate and antioxidants by Means of folin - ciocalteu reagent. . *Polyphenols and flavonoids*.
- Zea, C. *Determinacion de la cliudad proteica de la harina de Quinoa Extruida de la Variedad Negra Collana*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, Peru.

ANEXOS

ANEXO I

1. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Método microkjeldalh A.O.A.C. 1990)

Digestión:

La digestión (sulfatación), se realiza por ebullición de una muestra homogénea del alimento en ácido sulfúrico concentrado. En este proceso el carbono se convierte en tetroxido de carbono (CO_4), el hidrogeno en agua (H_2O), y el nitrógeno en sulfato de amonio [$(NH_4) SO_4$]. La digestión de una muestra orgánica es la siguiente.

Cuadro 1. Digestión de la proteína

Nitrógeno orgánico	Calor	Sulfato de amonio
$CHON + H_2SO_4$	→	$CO_4 + H_2O + (NH_4)SO_4 +$ ortos subproductos

Destilación

La destilación es la separación del amonio capturado en el sulfato por adición de un exceso de una base fuerte (NaOH), con ayuda de calor. En este proceso el amonio (NH_4) se convierte en amoniaco (NH_3) gas libre y el sodio se combina con el sulfato formándose sulfato de sodio (Na_2SO_4).

Cuadro 2. Destilación de la proteína

Sulfato de amonio	calor	Amoniaco
$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH$	→	$2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$

El gas amoniaco (NH_3) se recupera por destilación a vapor, donde el NH_3 es arrastrado por el vapor de agua (hidrato de amonio) hacia el receptor. Se utiliza una solución de ácido bórico al 2 % para la recepción de NH_3 , formándose borato de amonio [$(NH_4)_3 SO_3$]. Como producto final de la destilación a medida que se colecta amoniaco, la solución de recepción cambia el color.

Cuadro 3. Reacción

Amoniaco + ácido bórico	Calor	Borato de amonio
$3NH_3 + H_3BO_3$	→	$(NH_4)_3BO_3$
		Ocurre cambio de color

Titulación

La titulación mide la cantidad de amoníaco colectado en la solución de destilación. La titulación puede ser de dos tipos titulación por retroceso y titulación directa la titulación por retroceso se utiliza en el método macro kjeldalh y el método en la actualidad es poco funcional por los elevados costos y la limitada disponibilidad de equipos. La titulación directa es la más usada en la titulación micro kjeldalh tiene la ventaja de que se necesita solo una solución estándar de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico para la titulación la normalidad del ácido puede ser 0.1 N dependiendo del contenido de nitrógeno en las muestras de alimentos. Por lo general se utiliza el ácido sulfúrico de normalidad conocida.

Para realizar la extracción de las proteínas de la planta es necesario hacer lisis de los tejidos pues las células vegetales son complejas, ricas en polisacáridos y otros compuestos que son difíciles de destruir, la forma más común de realizarlo es utilizando maceración con nitrógeno líquido que minimiza la degradación de la proteína, además el éxito de la extracción de la proteína depende de la fineza del polvo del tejido obtenido (37), por esto en las tres metodologías evaluadas se maceró el material vegetal con nitrógeno líquido, ya que es ampliamente usado en protocolos para extracción de proteínas de tejidos vegetales.

PROCEDIMIENTO:

- En un papel de celulosa se pesó 0.2 g, luego se agregó 1g de catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para acelerar la reacción. Limpiar con un poco de agua el cuello del balón de digestión, agregar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado y colocar el balón en una cocina de digestión. La digestión termina cuando el contenido del balón es completamente cristalino.
- Se Colocó la muestra digerida en un aparato de destilación agregar 5ml de NaOH concentrado e inmediatamente conectado el vapor para que se produzca la destilación. Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un erlenmeyer conteniendo 5ml de la mezcla de ácido bórico más indicador de pH la destilación termina cuando ya no pasa más amoníaco y hay viraje del indicador
- Luego se procede a la titulación con HCl valorado 0.05 N anotar el gasto

CALCULOS:

El porcentaje de proteínas se obtiene calculando el porcentaje de nitrógeno de acuerdo al gasto en la titulación, y a partir de este se multiplica a un factor dependiendo del tipo de alimento para obtener el porcentaje de proteínas presentes en el alimento en estudio, en este caso utilizamos es el factor 6.25

$$\%N = \frac{\text{volumen (ml)} \times \text{Normalidad} \times \text{meq del Nitrogeno}}{\text{peso de la muestra analizada}} \times 100$$

Cuadro 4. Resultado de aislado proteico de 50 gr. de harina de hojas y semillas de moringa (moringa oleífera Lam)

Muestra	Hojas	Semilla
R1	5.64	4.82
R2	5.72	5.23
R3	5.69	4.75
PROMEDIO	5.683333333	4.933333333
DS		

Resultado de contenido de proteína de hojas y semillas de Moringa (*Moringa oleífera lam*) del aislado proteico

Cuadro 5. Resultado de % aislado proteico en las harinas hojas y semillas de moringa (moringa oleífera Lam)

Muestras	semilla	Hojas
R1	88.9	73.6
R2	89.7	70.2
R3	86.8	69.8
Promedio	88.46667	71.2
DS	1.498	2.09

Análisis de varianza para aislado proteico de hojas y semillas de moringa.

Variable dependiente: contenido de proteína en el aislado proteico

Factores: semillas y hojas de moringa

Cuadro 6. análisis de varianza

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif.
Trat.	447.21	1	447.207	135.45	0.000	**
Error exp.	13.21	4	3.302			
Total	460.41	5				

CV= 1.81705

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias

Prueba de Tukey: $\alpha=0.05$

Trat.	casos	Media	grupos homogéneos
Semillas	3	88.467	a
Hojas	3	71.2	b

ANEXO II

Cuadro 8. Composición de la ración experimental

N	Ingrediente	A-proteica, g	Control, g	Semillas, g	Hojas
1	Caseína, 95%PB	0.0	10.0	0.0	0.0
2	Semillas	0.0	0.0	26.5	0.0
3	Hojas	0.0	0.0	0.0	33.0
7	Almidón de maíz	80.0	75.0	63.5	54.0
8	Aceite de maiz	8.0	8.0	3.0	6.0
9	Cascarilla trigo	1.0	1.0	1.0	1.0
10	Sales minerales	5.0	5.0	5.0	5.0
11	Vitaminas	1.0	1.0	1.0	1.0
12	Agua	5.0	0.0	0.0	0.0
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuadro 9. Ficha de ganancia de peso (g) durante el experimento en los 28 días (PER)

CRUPO	Ganancia de pesos									
	Fecha	Día	H1	H2	H3	S1	S2	S3	C1	C2
12/12 / 2016	1	64.23	63.91	67.5	64.3	66.3	62.9	64.4	63.8	64.7
19/12/2016	7	72.15	70.96	74.78	71.85	74.25	71.13	87.9	89.3	88.4
26/12/2016	14	77.35	79.28	83.1	80.05	83	80.03	113.9	112.42	113.49
02/01/2017	21	85.55	87.78	90.24	91.35	92	91.32	138.2	137.42	139.23
09/01/2017	28	96.31	98.11	97.6	107.21	112.02	102.3	174.2	172.32	176.32
ganancia de peso		32.08	34.2	30.1	42.91	45.72	39.4	109.8	108.52	111.62
Promedio de ganancia de peso		32.12666667			42.67666667			109.98		

Cuadro 10. Datos de alimento consumido durante la experimentación.

ALIMENTO CONSUMIDO DURANTE LA EXPERIMENTACION										
FECHA	DIA	HOJAS			SEMILLA			CONTROL		
		H1	H2	H3	S1	S2	S3	C1	C1	C3
12/12/2016	7	73.8	70.23	68.93	69.34	67.89	68.03	80.06	78.01	82.76
19/012/2016	14	68.45	69.45	71.56	70.68	70.01	71.65	94.58	96.21	97.98
26/12/2016	21	70.02	71.34	72.23	72.92	72.56	74.09	113.09	120.03	115.89
02/01/2017	28	66.13	71.66	72.46	73.6	78.55	77.41	133.51	124.73	123.83
suma total		278.45	282.68	285.18	286.54	289.01	291.21	421.24	418.98	420.46
promedios		282.1033333			288.92			420.2266667		

Cuadro 11. Resultado de relación eficiencia proteica

Tratamiento	Repeticiones	Proteína de la dieta(Nx6.25)	cantidad de proteína consumida	peso ganado	PER
HOJAS	H1	8.91	24.8099	32.08	1.293032
	H2	8.91	25.18679	34.2	1.357855
	H3	8.91	25.40954	30.1	1.184595
SEMILLA	S1	9.2	26.36168	42.91	1.627741
	S2	9.2	26.58892	45.72	1.719513
	S3	9.2	26.79132	39.4	1.470626
CONTROL	C1	9.1	38.33284	109.8	2.864385
	C2	9.1	38.12718	108.52	2.846263
	C3	9.1	38.26186	111.62	2.917265

Análisis de varianza para determinar la calidad proteica de las hojas y semillas de moringa (*Moringa oleífera Lam*) PER

Variable dependiente: PER

Factores: (hojas, semillas y caseinato de sodio)

Cuadro 12. Análisis de varianza para el PER.

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif.
Trat.	4.2721	2	2.13605	257.7	0.000	**
Error exp.	0.04973	6	0.00829			
Total	4.32183	8				

CV= 0.0910428

Cuadro 13. prueba de comparación de medias

Prueba de Tukey: $\alpha=0.05$

Trat.	casos	Media	grupos homogéneos
Control	3	2.876	A
Semilla	3	1.606	B
Hojas	3	1.2785	C

Cuadro 14. Datos obtenidos de alimento ingerido para determinar DV

Alimento ingerido(g) 26 -30/09/16									
Tratamiento	Repeticiones	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	proteína de la dieta	N de la dieta	
HOJAS	H1	9.1	8.6	8.93	9.61	9.32	8.91	1.43	
	H2	8.7	9.3	9.12	9.35	8.92	8.91	1.42	
	H3	9.21	9.45	8.98	9.32	9.5	8.91	1.43	
SEMILLAS	S1	10.2	9.78	9.57	10.35	11.07	9.2	1.47	
	S2	10.45	11.25	10.89	11.56	11.64	9.2	1.47	
	S3	10.32	10.07	9.98	11.49	11.32	9.2	1.47	
CONTROL	C1	18.65	17.2	18.22	19.02	18.52	9.1	1.46	
	C2	19.03	18.34	18.72	18.9	18.61	9.1	1.46	
	C3	18.76	18.91	19.21	18.78	19.009	9.1	1.46	
	AP1	7.2	6.91	7.32	6.54	7.25	0	0	
	AP2	6.7	7.2	7.04	7.12	6.63	0	0	
	AP3	8.01	7.8	6.23	6.89	7.93	0	0	

Cuadro 15. Datos obtenidos de heces (g) durante la experimentación

CANTIDAD DE HECES DURANTE EL EXPERIMENTO						
TRATAMIENTO	REPITICIONES	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5
HOJAS	H1	0.81	0.75	0.82	0.87	0.85
	H2	0.87	0.86	0.81	0.92	1.01
	H3	0.86	0.9	0.87	0.78	0.92
SEMILLA	S1	0.85	0.6	0.73	0.81	0.78
	S2	0.92	0.71	0.83	0.9	0.86
	S3	0.82	0.78	0.87	0.88	0.92
CONTROL	C1	1.12	1.2	1.12	1.25	1.32
	C2	1	1.12	1.18	1.21	1.19
	C3	1.2	1.1	1.09	1.18	1.21
A-PROTEICA	AP1	0.46	0.32	0.36	0.39	0.37
	AP2	0.48	0.43	0.23	0.36	0.4
	AP3	0.49	0.41	0.31	0.32	0.37

Cuadro 16. De datos de porcentaje de nitrógeno y proteínas de las heces

	CONTENIDO DE NITROGENO Y PROTEINAS EN LAS HECES											
	Dia1		dia2		dia3		dia4		dia5			
	% Nitrógeno	% Proteína	% Nitrógeno	% Proteína	%Nitrógeno	%Proteína	% Nitrógeno	% Proteína	% Nitrógeno	% Proteína		
H1	4.55	28.45	4.64	29.02	4.35	27.21	4.21	26.29	4.71	29.46		
H2	4.74	29.65	4.47	27.96	4.31	26.96	4.65	29.06	4.51	28.21		
H3	4.52	28.25	4.58	28.64	4.61	28.83	4.47	27.95	4.47	27.96		
S1	4.30	26.87	4.21	26.34	3.98	24.86	3.99	24.96	4.23	26.45		
S2	4.42	27.64	4.16	25.99	4.12	25.76	4.10	25.65	4.10	25.64		
S3	4.21	26.32	4.18	26.12	4.10	25.60	4.17	26.07	4.17	24.88		
C1	3.89	24.32	3.97	24.83	3.82	23.89	3.79	23.69	3.67	22.96		
C2	3.85	24.07	3.84	23.99	3.85	24.07	3.92	24.52	3.96	24.76		
C3	3.81	23.84	3.93	24.52	3.92	24.53	3.68	22.99	3.81	23.84		
AP1	2.37	14.81	2.26	14.12	2.38	14.89	2.34	14.62	2.24	14.02		
AP2	2.53	15.82	2.38	14.89	2.40	15.01	2.20	13.78	2.29	14.31		
AP3	2.27	14.20	2.44	15.25	2.37	14.79	2.40	14.97	2.48	15.53		

Cuadro 17. Datos obtenidos de nitrógeno consumido metabólico y fecal

	DIA1			DIA2			DIA3			DIA4			DIA5			
	NC	NF	NM	NC	NF	NM	NC	NF	NM	NC	NF	NM	NC	NF	NM	
HOJAS	H1	12.97	3.69	1.09	12.26	3.48	0.72	12.73	3.57	0.86	13.70	3.66	0.91	13.29	4.01	0.83
	H2	12.35	4.13	1.21	13.21	3.85	1.02	12.95	3.49	0.55	13.28	4.28	0.79	12.67	4.56	0.92
	H3	13.13	3.89	1.11	13.47	4.12	1.00	12.80	4.01	0.73	13.29	3.49	0.77	13.54	4.12	0.92
SEMILLA	S1	15.01	3.65	1.09	14.40	2.53	0.72	14.09	2.90	0.86	15.24	3.23	0.91	16.30	3.30	0.83
	S2	15.38	4.07	1.21	16.56	2.95	1.02	16.03	3.42	0.55	17.02	3.69	0.79	17.13	3.53	0.92
	S3	15.19	3.45	1.11	14.82	3.26	1.00	14.69	3.56	0.73	16.91	3.67	0.77	16.66	3.84	0.92
CONTROL	C1	27.15	4.36	1.09	25.04	4.77	0.72	26.53	4.28	0.86	27.69	4.74	0.91	26.97	4.85	0.83
	C2	27.71	3.85	1.21	26.70	4.30	1.02	27.26	4.54	0.55	27.52	4.75	0.79	27.10	4.71	0.92
	C3	27.31	4.58	1.11	27.53	4.32	1.00	27.97	4.28	0.73	27.34	4.34	0.77	27.68	4.62	0.92
A- PROTEICA	AP1	0.00	1.09	1.09	0.00	0.72	0.72	0.00	0.86	0.86	0	0.91	0.91	0	0.83	0.83
	AP2	0.00	1.21	1.21	0.00	1.02	1.02	0.00	0.55	0.55	0	0.79	0.79	0	0.92	0.92
	AP3	0	1.11	1.11	0.00	1.00	1.00	0.00	0.73	0.73	0	0.77	0.77	0	0.92	0.92

Cuadro 18. Datos obtenidos para determinar la digestibilidad verdadera durante el experimento

Para determinar la digestibilidad verdadera									
	REPETICIONES	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	PROMEDIO	PROMEDIO 1	
HOJA	H1	79.98	77.49	78.69	79.95	76.09	78.44		
	H2	76.43	78.62	77.29	73.76	71.24	75.47		77.03
	H3	78.87	76.81	74.38	79.52	76.40	77.20		
SEMILLA	S1	82.92	87.44	85.49	84.74	84.84	85.09		
	S2	81.45	88.33	82.09	82.94	84.78	83.92		84.03
	S3	84.60	84.75	80.71	82.85	82.49	83.08		
CONTROL	C1	87.96	83.84	87.10	86.18	85.09	86.04		
	C2	90.49	87.72	85.34	85.62	86.00	87.03		
	C3	87.32	87.95	87.31	86.94	86.65	87.23		86.77

Análisis de varianza para determinar la calidad proteica de las hojas y semillas de Moringa

DV

Variable dependiente: DV

Factores: (hojas, semillas y caseinato de sodio)

Cuadro 19. Análisis de varianza

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F- calculado	F- tabulado	signif.
trat.	151.132	2	75.566	62	0.000	**
Error exp.	7.313	6	1.219			
total	158.445	8				

CV = 1.10401

Cuadro 20. Prueba de comparación de medias

Prueba de Fisher: $\alpha=0.05$

Trat.	Casos	Media	grupos homogéneos
Control	3	86.768	a
Semilla	3	84.028	b
Hojas	3	77.035	c

ANEXO III

Resultado de caracterización de las hojas y semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam)**Capacidad Antioxidante****Cuadro 21.** Resultado de capacidad antioxidante

Muestra	hojas de moringa	semillas de moringa
R1	26.75	32.36
R2	25.98	30.89
R3	26.63	31.04
Promedio	26.4533333	31.43

Análisis de Varianza para Capacidad Antioxidante de hojas y semillas de Moringa

Variable dependiente: Capacidad Antioxidante (Ci 50 Trolox mg/100 mL)

Factores: Muestras (Hojas - Semillas)

Cuadro 22. Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrados Medios	F - Calculado	F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	37.151	1	37.1508	89.96	0.001	**
Error	1.652	4	0.4130			
Total	38.803	5				

CV = 0.642625

Cuadro 23. Prueba de comparación de medias de Capacidad Antioxidante

Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Tratamiento	Casos	Media	Grupo homogéneos
Semillas	3	31.430	a
Hojas	3	26.453	b

Compuestos fenólicos

Cuadro 24. Resultado de compuestos fenólicos de hojas y semillas de moringa

Muestra	hojas de moringa	semillas de moringa
R1	237.31	212.45
R2	236.95	213.63
R3	237.24	212.84
Promedio	237.166667	212.973333

Análisis de Varianza para Compuestos fenólicos de hojas y semillas de Moringa

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg/100 ml de Ácido Gálico)

Factores: Muestras (Hojas - Semillas)

Cuadro 25. Análisis de Varianza de Compuestos Fenólicos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrados Medios	F Calculado	F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	877.976	1	877.976	4413.32	0.000	**
Error	0.796	4	0.199			
Total	878.772	5				

CV= 0.446019

Cuadro 26. Prueba de comparación de medias

Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Tratamiento	Casos	Media	Grupo homogéneos
Hoja	3	237.167	a
Semilla	3	212.973	b

ANEXO IV

Cuadro 27. Resultado de estabilidad de capacidad antioxidante en la bebida funcional

Repeticiones	T° de pasteurización 80 °C(A)	T° de pasteurización 85 °C(B)	T° de pasteurización 90°C ()	SP
R1	39.8	37.61	35.29	38.43
R2	39.61	36.23	36.89	38.21
R3	38.96	37.45	35.12	38.07
PROMEDIO	39.4566667	37.0966667	35.7666667	38.2366667
DS	0.44	0.76	0.98	0.18

Análisis de Varianza para la Capacidad Antioxidante de la bebida funcional de Moringa a tres Temperaturas de Pasteurización

Variable dependiente: Capacidad Antioxidante (Ci 50 Trolox mg/100 mL)

Factores: Pasteurización (80, 85 y 90) °C

Cuadro 28. Análisis de Varianza de Capacidad Antioxidante de la bebida

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif.
Trat.	22.383	3	7.4609	17.05	0.001	**
Error exp.	3.501	8	0.4376			
Total	25.883	11				

CV = 0.66

Cuadro 29. Prueba de comparación de mediasPrueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Trat.	Casos	Media	Grupos Homogéneos
80 °C	3	39.457	a
SP	3	38.237	ab
85 °C	3	37.097	bc
90 °C	3	35.767	c

Cuadro 30. Resultados de estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida funcional

Resultado de estabilidad de compuestos fenólicos en la bebida funcional				
Repeticiones	T° de pasteurización 80°C (A)	T° de pasteurización 85°C (B)	T° de pasteurización 90°C (C)	SP
R1	53.25	62.99	72.34	58.92
R2	54.74	65.98	72.44	56.63
R3	56.53	63.69	72.74	58.82
PROMEDIO	54.84	64.22	72.51	58.12
DS	1,64	1.56	0.2	1.29

Análisis de Varianza para la Compuestos fenólicos de la bebida funcional de Moringa a tres Temperaturas de Pasteurización

Variable dependiente: Compuestos fenólicos (mg/100 ml de Ácido Gálico)

Factores: Pasteurización (80, 85 y 90) °C

Cuadro 31. Análisis de Varianza

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif.
Trat.	542.7	3	180.899	105.46	0.000	**
Error exp.	13.72	8	1.715			
Total	556.42	11				

CV= 1.30969

Cuadro 32. Prueba de comparación de medias

Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Tratamiento.	casos	Media	Grupos Homogéneos
90 °C	3	72.507	a
85 °C	3	64.22	b
80 °C	3	58.123	c
SP.	3	54.84	c

Cuadro 33. Resultados de estabilidad de proteína en la bebida funcional

T° de Pasteurización	80°C	85°C	90°C	JN + EM	JN+EM+AP
R1	0.5	0.44	0.4	0.37	0.53
R2	0.53	0.48	0.43	0.36	0.52
R3	0.52	0.45	0.42	0.38	0.53
Promedio	0.52	0.46	0.42	0.37	0.53
DS	0.15	0.2	0.15	0.1	0.05

Análisis de Varianza para la estabilidad de proteína en la bebida funcional de Moringa a tres Temperaturas de Pasteurización

Variable dependiente: contenido de proteína (% de proteína)

Factores: Pasteurización (80, 85 y 90) °C

Cuadro 34. Análisis de Varianza

Fuente	suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F-calculado	F-tabulado	signif.
Trat.	0.05283	4	0.013207	63.9	0.001	**
Error exp.	0.0021	10	0.000207			
Total	0.0548	14				

CV= 0.17

Cuadro 35. Prueba de comparación de medias

 Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Trat.	Casos	Media	Grupos homogéneos
JN+EM+AP	3	0.52667	a
T° pasteurización 80°C (A)	3	0.51667	a
Pasteurización 85°C(B)	3	0.4567	b
T° pasteurización 90°C (C)	3	0.41667	c
JN +EM		0.37	d

ANEXO V

Ficha de evaluación sensorial

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA		
Proyecto.....		
Fecha.....		
Producto.....		
<p>Instrucciones Ud. Recibirá una muestra codificada verifique el olor, sabor, color y apariencia general indique que tanto le gusta o disgusta las muestras, según la siguiente escala.</p>		
Calificación	Valor	
Me gusta mucho	7	
Me gusta	6	
Me gusta ligeramente	5	
Ni me gusta ni me disgusta	4	
Me disgusta ligeramente	3	
Me disgusta	2	
Me disgusta mucho	1	
Asigne la calificación correspondiente		
	Muestra 1	Muestra 2
Apariencia	-----	-----
Color	-----	-----
Olor	-----	-----
Sabor	-----	-----

Cuadro 36. Datos obtenidos en el análisis sensorial del producto inicial

Jueces	Bebida Funcional de Moringa							
	EM (30)				EM (20%)			
	Sabor	Olor	color	Apariencia	Sabor	Olor	Color	Apariencia
1	6	6	6	6	5	4	5	5
2	7	5	6	7	2	1	5	3
3	5	6	7	5	4	1	3	1
4	6	7	7	6	2	4	2	3
5	7	5	6	7	4	7	1	4
6	7	6	5	6	1	2	4	3
7	6	7	6	7	3	3	1	2
8	5	5	7	6	2	1	4	1
9	6	6	6	5	3	2	3	4
10	7	6	6	5	2	3	3	3
11	6	7	6	6	3	4	5	5
12	7	6	7	7	4	3	3	4
13	6	6	6	7	5	4	2	4
14	7	7	7	6	6	4	3	5
15	6	7	7	7	4	4	2	2
16	7	6	6	7	3	4	3	3
17	5	7	6	6	2	4	4	4
18	7	6	6	7	4	4	5	2
19	6	7	7	5	2	4	4	1
20	6	7	7	6	1	4	3	3
Valor total	125	125	127	124	62	4	65	62
Promedio	6.25	6.25	6.35	6.2	3.1	3.4	3.25	3.1

Para determinar el Sabor

Cuadro 37. Análisis de Varianza de sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrados Medios	F Calculado	- F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	99.23	1	99.225	82.78	< 0.001	**
Error	44.55	38	1.199			
Total	144.78	39				

En el ANOVA cuadro 34 se estimó que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), entre los valores de esta variable, es decir que existe diferencia entre los tratamientos bebidas funcionales, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey, para conocer los efectos de extracto de Moringa para los mencionados casos.

Tabla 13. Prueba de comparación de medias de sabor

Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

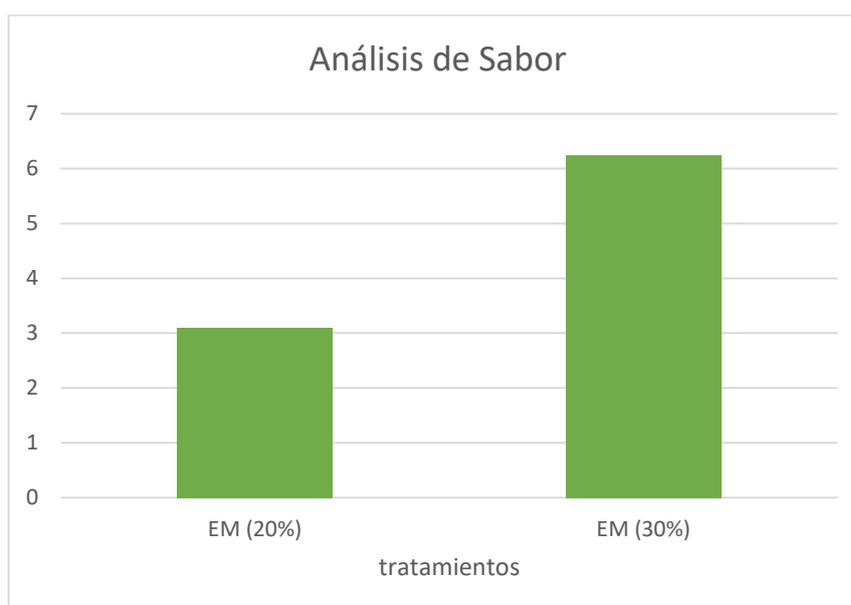
Cuadro 38. Prueba de comparación de medias de sabor

Tratamiento	N	Media	Grupo homogéneos
EM (30%)	20	6.250	A
EM (20%)	20	3.100	B

La Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) cuadro 35 reportó, para el tratamiento EM (30%) 6.250 puntos, tratamiento EM (20%) 3.100, puntos. Este resultado indica que a menor adición de extracto de Moringa el sabor tiende a obtener menor calificación.

Las características del sabor de las bebidas funcionales elaboradas en la **Figura 1**, gráfica de medias se observa que existe aceptabilidad de los panelistas en el tratamiento de EM (30%), mientras el tratamiento EM (20%) presenta baja calificación de los jueces.

Figura 17. Aceptabilidad de Sabor



Olor**Cuadro 39.** Análisis de Varianza de olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrados Medios	F Calculado	F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	93	1	93.025	72.22	< 0.001	**
Error	48.95	38	1.288			
Total	141.98	39				

En el ANOVA cuadro 36, se estimó que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), entre los valores de esta variable, es decir que existe diferencia entre los tratamientos bebidas funcionales, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey, para conocer los efectos de extracto de Moringa para los mencionados casos.

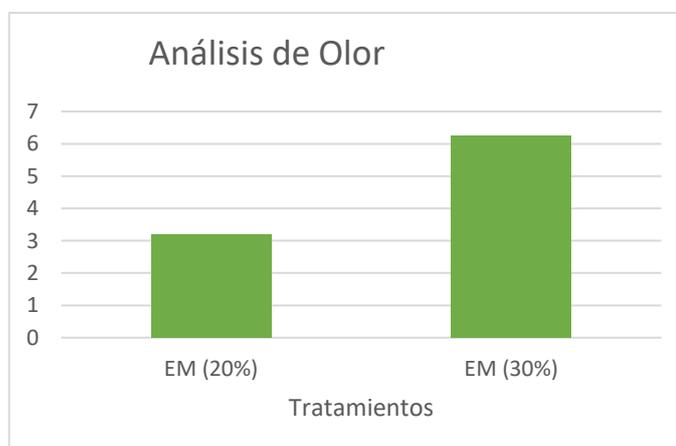
Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Cuadro 40. Prueba de comparación de medias

Tratamiento	N	Media	Grupo homogéneos
EM (30%)	20	6.250	A
EM (20%)	20	3.20	B

La Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) cuadro 37 reportó, para el tratamiento EM (30%) 6.250 puntos, tratamiento EM (20%) 3.200, puntos. Este resultado indica que a menor adición de extracto de Moringa el olor tiende a obtener menor calificación.

Las características del olor de las bebidas funcionales elaboradas en la Figura 2, gráfica de medias se observa que existe aceptabilidad de los panelistas en el tratamiento de EM (30%), mientras el tratamiento EM (20%) presenta baja calificación de los jueces.

Figura 18. Aceptabilidad de Olor

Color**Cuadro 41.** Análisis de Varianza de Color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrados Medios	F Calculado	F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	96.10	1	96.100	100.60	< 0.001	**
Error	36.30	38	0.9553			
Total	132.40	39				

En el ANOVA cuadro 38, se estimó que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), entre los valores de esta variable, es decir que existe diferencia entre los tratamientos bebidas funcionales, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey, para conocer los efectos de extracto de Moringa para los mencionados casos.

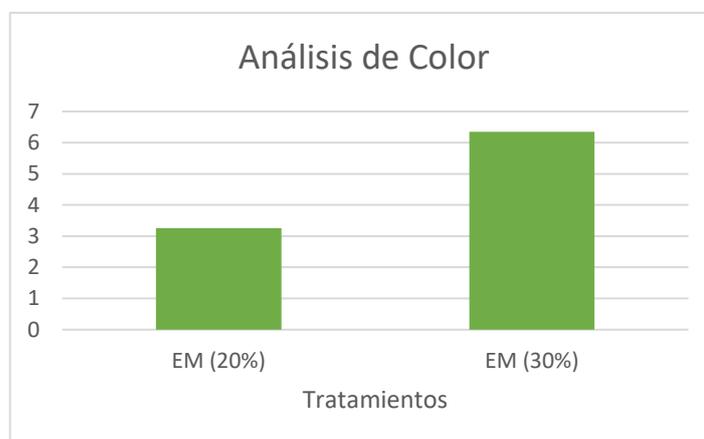
Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

Cuadro 42. Prueba de comparación de medias Color

Tratamiento	N	Media	Grupo homogéneos
EM (30%)	20	6.350	A
EM (20%)	20	3.250	B

La Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) cuadro 39 reportó, para el tratamiento EM (30%) 6.250 puntos, tratamiento EM (20%) 3.200, puntos. Este resultado indica que a menor adición de extracto de Moringa el Color tiende a obtener menor calificación.

Las características del Color de las bebidas funcionales elaboradas en la Figura 3, gráfica de medias se observa que existe aceptabilidad de los panelistas en el tratamiento de EM (30%), mientras el tratamiento EM (20%) presenta baja calificación de los jueces.

Figura 19. Aceptabilidad de Color

APARIENCIA

Cuadro 43. Análisis de Varianza de Apariencia

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrados Medios	F Calculado	F- Tabulado	Significancia
Tratamiento	96.10	1	96.100	84.93	< 0.001	**
Error	43.00	38	1.132			
Total	132.40	39				

En el ANOVA cuadro 40. se estimó que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), entre los valores de esta variable, es decir que existe diferencia entre los tratamientos bebidas funcionales, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey, para conocer los efectos de extracto de Moringa para los mencionados casos.

Prueba de Tukey: $\alpha = 0.05$

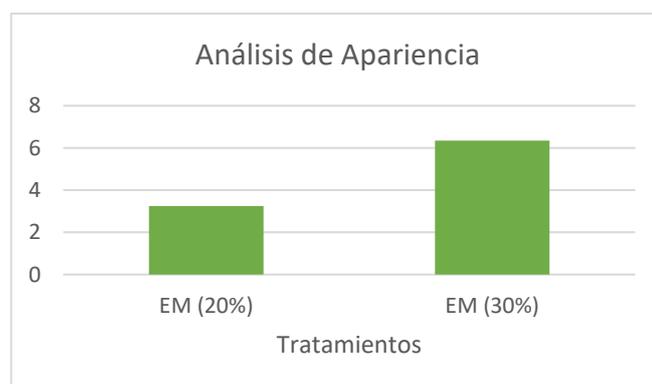
Cuadro 44. Prueba de comparación de medias de Apariencia

Tratamiento	N	Media	Grupo homogéneos
EM (30%)	20	6.200	A
EM (20%)	20	3.100	B

La Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) cuadro 41, reportó, para el tratamiento EM (30%) 6.250 puntos, tratamiento EM (20%) 3.200, puntos. Este resultado indica que a menor adición de extracto de Moringa a apariencia tiende a obtener menor calificación.

Las características de la Apariencia de las bebidas funcionales elaboradas en la Figura 4, gráfica de medias se observa que existe aceptabilidad de los panelistas en el tratamiento de EM (30%), mientras el tratamiento EM (20%) presenta baja calificación de los jueces

Figura 20. Aceptabilidad de Apariencia



Cuadro 45. Variación de acides titulable durante el almacenado a 15°C de la bebida funcional.

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE												
Día	0			3			6			9		
T° de pasteurización	80°C	85°C	90°C									
R1	0.36	0.34	0.34	0.36	0.37	0.36	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39
R2	0.34	0.35	0.33	0.38	0.38	0.38	0.39	0.37	0.38	0.37	0.37	0.37
R3	0.35	0.36	0.36	0.37	0.38	0.37	0.38	0.38	0.37	0.39	0.38	0.36
Promedio	0.35	0.35	0.34	0.37	0.38	0.37	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37

Cuadro 46. Variación de acides titulable durante el almacenado a 25°C bebida funcional.

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO A 25°C												
Día	0			3			6			9		
T° de pasteurización	80°C	85°C	90°C									
R1	0.36	0.34	0.34	0.38	0.38	0.36	0.39	0.39	0.38	0.4	0.39	0.39
R2	0.34	0.35	0.33	0.38	0.39	0.38	0.39	0.39	0.39	0.41	0.39	0.39
R3	0.35	0.36	0.36	0.37	0.39	0.37	0.38	0.38	0.37	0.39	0.41	0.4
Promedio	0.35	0.35	0.34	0.38	0.39	0.37	0.39	0.39	0.38	0.40	0.40	0.39

Cuadro 47. Variación de acides titulable durante el almacenado a 35 °C de la bebida funcional.

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO A 35 °C												
Día	0			3			6			9		
T° de pasteurización	80°C	85°C	90°C									
R1	0.36	0.34	0.34	0.37	0.39	0.39	0.42	0.39	0.39	0.4	0.46	0.41
R2	0.34	0.35	0.33	0.39	0.37	0.38	0.39	0.39	0.41	0.43	0.43	0.43
R3	0.35	0.36	0.36	0.38	0.38	0.39	0.41	0.42	0.39	0.45	0.42	0.46
Promedio	0.35	0.35	0.34	0.38	0.38	0.39	0.41	0.40	0.40	0.43	0.44	0.43

Cuadro 48. Promedio de variación de acidez titulable durante la estimación de vida útil de la bebida funcional.

T° de Pasteurización	Acidez a T° ambiente			Acidez a 25°C			Acidez a 35°C		
	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C
Día 0	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.34
Día 3	0.37	0.38	0.37	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.39
Día 6	0.39	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.41	0.4	0.4
Día 9	0.38	0.38	0.4	0.4	0.4	0.39	0.43	0.44	0.43

Cuadro 49. Variación de pH durante el almacenamiento de la bebida funcional

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE												
Día	0			3			6			9		
T° de Pasteurización	80°C	85°C	90°C									
R1	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.43	3.43	3.47	3.46	3.45	3.47
R2	3.48	3.48	3.46	3.46	3.49	3.4	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.48
R3	3.45	3.47	3.46	3.42	3.46	3.45	3.47	3.43	3.48	3.47	3.48	3.46
Promedio	3.45	3.46	3.46	3.45	3.47	3.44	3.45	3.44	3.47	3.46	3.47	3.47

Cuadro 50. Promedio de pH de la bebida funcional en pasteurización a tres temperaturas durante el almacenadas a 15, 25 y 35 °C

T° de Pasteurización	15°C			25°C			35°C		
	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C	80°C	85°C	90°C
0	3.35	3.34	3.32	3.37	3.35	3.34	3.38	3.37	3.35
3	3.41	3.39	3.35	3.47	3.41	3.39	3.51	3.46	3.43
6	3.51	3.43	3.38	3.58	3.48	3.46	3.63	3.53	3.49
9	3.63	3.5	3.43	3.69	3.56	3.52	3.75	3.62	3.55

Luego se realizó el cálculo de los coeficientes de determinación (R2) en el cual se determinó la reacción de orden cero n=0, se calculó también los constantes de velocidad para cada temperatura (K).

Cuadro 51. Tiempo de determinación de pH en 15 días a temperatura de pasteurización de 90°C y a temperatura de almacenamiento a 15°C, 25°C y 35°C.

Temperaturas °C	Días			
	0	3	6	9
15	3.32	3.35	3.38	3.43
25	3.34	3.39	3.46	3.52
35	3.35	3.43	3.49	3.55

En este cuadro nos muestra que el pH determinada a 15°C muestra 3.39 almacenados durante 15 días, a una temperatura de 25°C en 15 días muestra un valor de 3.61 y a 30°C se nota un aumento de Ácido cítrico de 4.1 lo que puede causar toxicidad en caso que sea consumido el alimento en estas condiciones.

Los resultados calculados para el tiempo de vida útil de la bebida funcional se calcularon a través de la fórmula demostrado por Arrenius mencionado por Labuza, (1998) y se muestra como a continuación se demuestra:

Cuadro 52. Estimaciones de determinación (R2) y las constantes de velocidad (k)

TEMPERATURA (°C)	k	R2
15	0.024	0.96
25	0.089	0.9834
35	0.247	0.985

Fuente: Elaboración propia

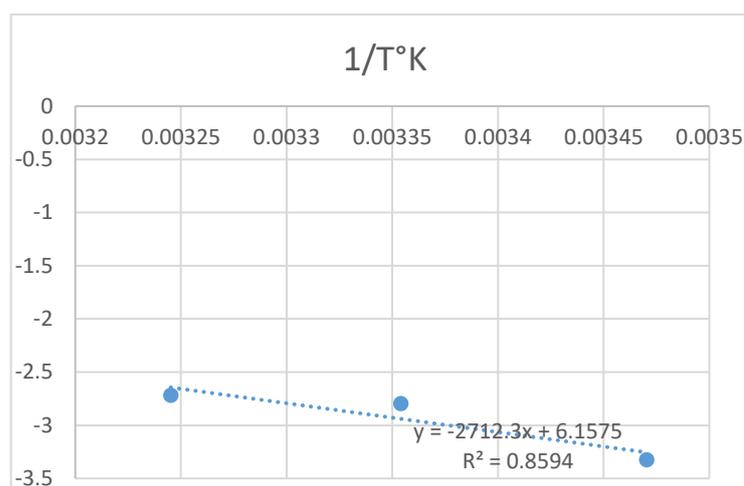
Siguiendo la metodología para una reacción de orden 0, se calculó la inversa de la temperatura que previamente se transformó de grados Celsius a grados kelvin, así mismo se calculó el logaritmo neperiano de los valores K (constante de velocidad) como se muestra en el Cuadro a. Con los valores se procedió a graficar la relación de Ln (K) versus 1/T tal como se muestra en la figura 17.

Cuadro 53. Calculo de 1/T y Ln (K)

T(°C)	T(°K)	K	1/T°K	lnk
15	288.15	0.036	0.00347041	-3.32423634
25	298.15	0.061	0.00335402	-2.79688141
35	308.15	0.066	0.00324517	-2.71810054

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Ln(K) versus 1/T para estimar vida útil de la bebida.



Fuente: Elaboración propia

Hallando $\ln(K_0)$ y $\frac{Ea}{R}$:

$$\ln(k_0) = 32.261, k_0 = 1.02512$$

$$\frac{E_a}{1.987 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 10361, E_a = 20589.45173 \text{ cal/molK}$$

E_a = Es la mínima energía que deben poseer las moléculas antes de ocurrir la reacción

Hallaremos “K”, reemplazando los valores obtenidos con anterioridad en la ecuación de Arrhenius (Ec. 1)

A temperatura de 15°C (288.15°K):

A temperatura de 15°C (288.15°K) aproximadamente

$$\ln(K) = \ln(K_0) - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

$$K = e^{(\ln(1.0251) - \frac{5389.9015}{1.987297} (\frac{1}{288.15}))}$$

$$K = 0.03859 \text{ cal. Mol}$$

A temperatura de 25°C (298.15°K)

$$\ln(K) = \ln(K_0) - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

$$K = e^{(\ln(1.0251) - \frac{5389.9015}{1.987297} (\frac{1}{298.15}))}$$

$$K = 0.0529 \text{ cal. Mol}$$

A temperatura de 35°C (308.15°K)

$$\ln(K) = \ln(K_0) - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

$$K = e^{(\ln(1.0251) - \frac{5389.9015}{1.987297} (\frac{1}{308.15}))}$$

$$K = 0.07111 \text{ cal. Mol}$$

Hallamos el tiempo de vida útil de la bebida funcional pasteurizada a 90°C, utilizando la Ec. 3:

Para 15°C

$$t = \frac{Q-Q_0}{k}, \quad \text{reemplazando los valores:} \quad t = \frac{4.5-3.32}{0.03859} = 30.58 \text{ días}$$

Para 25°C:

$$t = \frac{Q-Q_0}{k}, \quad \text{reemplazando los valores:} \quad t = \frac{4.5-3.34}{0.0529} = 21.92 \text{ días}$$

Para 35°C:

$$t = \frac{Q-Q_0}{k} \quad , \quad \text{reemplazando los valores:} \quad t = \frac{4.5-3.35}{0.0711} = 16.18 \text{ días}$$

LANDAZURI A. y TIGRERO S. 2009. “Esteviarebaudiana, Planta Medicinal” Escuela politécnico del ejército, Departamento Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Sangolqui – Ecuador, setiembre 2009.

ANEXO VI.
Panel Fotográfico.



Foto 1: semillas de moringa



Foto 2: hojas de moringa



Foto 3: moliendo la muestras



Foto 4: muestras de moringa



Foto 5: precipitación de proteína

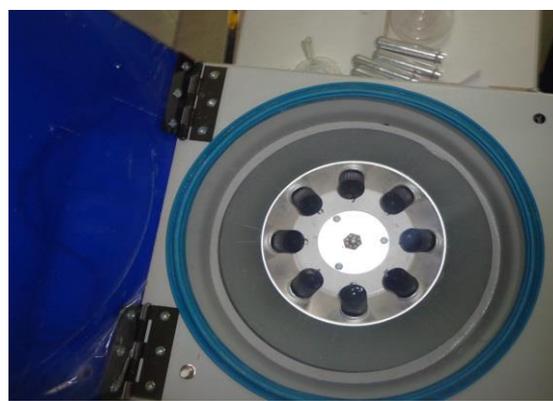


Foto 6: separación de la proteína



Foto 7: insumos para formulacion de Dietas



Foto 8 : pesado de insumos



Foto 9: Mezcla de insumos (dieta hoja)



Foto 10: Mezcla de insumos (Dieta semilla)



Foto 11: homogenización de las mezclas



Foto 12: Mezcla de las Dietas



Foto 13: Acondicionamiento de humedad



Foto 14: Proceso de extrusion



Foto 15: Oreo de pellets



Foto 16: Jaulas Metabolicas



Foto 17: Pesado de ratas



Foto 18: Recolección de las heces



Foto 19: Muestras para determinación de Proteína



Foto 20: Esterilización de envases



Foto 21: Pesado de Naranja



Foto 22: Filtrado de extracto Moringa



Foto 23: Filtrado de jugo de Naranja



Foto 24: Bebida funcional



Foto 25: Muestras para determinacion de Actividad Antioxidante y Compuestos Fenólicos



Foto 26: Medicion de Acidez



Foto 27: Medición de pH



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Certificado de Análisis

L.Q.-2017
 N°0238

ASUNTO : Análisis Físico Químico de: DIETAS PROTEICAS
PROCEDENCIA : Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
PROYECTO : Ejecución de tesis "Aislado Proteico y Efecto Antioxidantes del Extracto de Moringa (*Moringa oleifera* Lam) para la Elaboración de una bebida Funcional"
INTERESADOS : Bach. Roxana Castillo Tacora
 Bach. Julieta Rosalia Ccasa Mamani
MOTIVO : Determinación de Proteína
MUESTREO : 09/01/2017, por el interesado
ANÁLISIS : 09/01/2017
COD. MUESTRA: B - 2013

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

DIETAS PROTEICAS	Repeticiones	RESULTADOS % de Nitrógeno	RESULTADOS % de Proteína	METODO ANALITICO
Dietas de Hojas (moringa)	R1	1.43	8.91	Micro Kjeldahl
	R2	1.42	9.85	
	R3	1.44	9.01	
Dietas de Semillas (moringa)	R1	1.47	9.2	
	R2	1.46	8.99	
	R3	1.48	9.5	
Dietas de Control Caseinato de sodio	R1	1.48	9.1	
	R2	1.46	9.20	
	R3	1.44	9.14	
Dietas de A-proteica (sin proteína)	R1	<0.01	<0.06	
	R2	<0.01	<0.06	
	R3	<0.01	<0.06	

OBSERVACIONES

- 1.- Peso de la muestra 0.25 gramos aproximadamente
- 2.- Periodo de digestión: 3.30 horas

Puno, C.U. 07 de agosto del 2017.



[Signature]

M. Sc. Edith Tello Palma
 DECANATO



[Signature]

Ing. M.Sc. Iván Rodríguez Melo
 Jefe Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA-PUNO

Ciudad Universitaria Av: Floral s/n Facultad de Ing. Química - Pabellón 94 - Telefax (051)366142 -352992.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP: 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0107-2016-LENA-EPI

SOLICITANTE : - ROXANA CASTILLO TACORA
 - JULIETA ROSALIA CCASA MAMANI
 PRODUCTO : - HARINA DE MORINGA EN HOJAS
 - HARINA DE MORINGA EN SEMILLAS
 TEMA : AISLADO PROTEICO Y EFECTO ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE LA MORINGA (*Moringa oleifera Lam.*) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.
 ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 TAMAÑO DE MUESTRA : 100 ML x PRODUCTO
 FECHA DE MUESTREO : 26-01-2017
 FECHA DE RECEPCION : 26-01-2017
 FECHA DE ENSAYO : 26-01-2017
 FECHA DE EMISION : 30-01-2017

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACIONES FÍSICO QUÍMICAS:

ENSAYOS	HARINA DE MORINGA	
	HOJAS	SEMILLAS
Humedad %	7.9	3.61
Cenizas %	28.8	35.8
Proteína %	2.6	37.5
Grasa %	20.5	2.49
Fibra %	2.4	3.75
Carbohidratos %	37.8	16.85

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C. U. 10 de Enero del 2017

Oswaldo Arpasi Alca
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 100625



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
 Dr. Luis Alberto Jiménez Mourtoy
 C.I.P. 10512
 JEFE DE LABORATORIO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0002-2017-LENA-EPI

SOLICITANTE : - ROXANA CASTILLO TACORA
 - JULIETA ROSALIA CCASA MAMANI
 PRODUCTO : -JN = JUGO DE NARANJA
 -EM= EXTRACTO DE MORINGA
 -AP = AISLADO PROTEICO
 TEMA : AISLADO PROTEICO Y EFECTO ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE LA MORINGA (*Moringa oleifera Lam*) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.
 ANALISIS SOLICITADO : PROTEINA
 TAMAÑO DE MUESTRA : 100 ML x PRODUCTO
 FECHA DE MUESTREO : 26-01-2017
 FECHA DE RECEPCION : 26-01-2017
 FECHA DE ENSAYO : 26-01-2017
 FECHA DE EMISION : 30-01-2017

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACION DE PROTEINA EN %:

JN + EM	JN+EM+AP	80°C	85°C	90°C
0,37	0,53	0,5	0,44	0,4
0,36	0,52	0,53	0,48	0,43
0,38	0,53	0,52	0,45	0,42

CONCLUSIÓN : Los resultados de Proteína están conformes.

Puno, C. U., 30 de Enero del 2017



Oswaldo Arpasi Alca
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 160825



Dr. Luis Alberto Jimenez Mourry
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA - Fideicomiso de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto: 972868833

Resultados

Cusco, 11 de Abril del 2017

Tipo de Análisis : Compuestos fenólicos por el Método Folin Ciocalteu

Solicitante : Julieta Rosalia Coasa Mamani
Roxana Castillo Tacora

Muestra : 14 envases en vidrio Oscuro "Bebida Funcional"

Codificación de muestras	Compuestos Fenólicos Acido Gálico mg/100 mL
A1	53.25
A2	54.74
A3	56.53
B1	62.99
B2	65.98
B3	63.89
C1	72.34
C2	72.44
C3	72.74
SP1	58.92
SP2	56.63
SP3	58.12

Nota: Los resultados obtenidos compuestos fenólico fue realizado por triplicado método de folin-ciocalteu, de acuerdo a la metodología descrito por: (con algunas modificaciones.)

· Singleton, V. L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R. M., "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent", Methods enzymol, 299, 152-178, 1999.



Dra. Jorge Choquecastro Pati
Analista del Laboratorio de Cromatografía
y Espectrometría - UNALAC
CGP - 912



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
Av. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto 973868855

Resultados

Cusco, 11 de Abril del 2017

Tipo de Análisis : Compuestos fenólicos por el Método Folin Ciocalteu

Solicitante : Julieta Rosalia Ccasa Mamani
Roxana Castillo Tacora

Muestra : 2 muestras de hojas y semillas de moringa

Codificación de muestras	Compuestos Fenólicos Acido Gálico mg/g
S1	212.45
S2	213.63
S3	212.84
H1	237.31
H2	236.95
H3	237.24

Nota: Los resultados obtenidos compuestos fenólico fue realizado por triplicado método de folinciocalteu, de acuerdo a la metodología descrito por: (con algunas modificaciones.)

- Singleton, V. L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R. M., "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent", Methods enzymol, 299, 152-178, 1999.



Quimi. Jorge Choquehuasi Itari
Asesor del Laboratorio de Cromatografía
y Espectrometría - UNISMAC
037 - 014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto: 973868855

Resultados

Cusco, 11 de Abril del 2017

Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante por el Método DPPH

Solicitante : Julieta Rosalia Ccasa Mamani
Roxana Castillo Tacora

Muestra : 14 envases en vidrio Oscuro "Bebida Funcional"

Codificación de muestras	CI 50 μmol de Trolox equivalente mg/100 mL de Bebida
A1	39.8
A2	39.61
A3	38.96
B1	37.61
B2	36.23
B3	37.45
C1	35.29
C2	36.89
C3	35.12
SP1	38.43
SP2	38.21
SP3	38.07

Nota: Los resultados obtenidos de actividad antioxidante fue realizado por triplicado, expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en μmol equivalentes Trolox de acuerdo a método descrito por: (con algunas modificaciones.)

* Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30

* Evaluation-of-phenolic-content-antioxidant-activity-and-sensory-characteristics-of-Serbian-honey-based-product j. Industrial Cropsand Products 62 (2014) 1-7



Quím. Jorge Choquevarma Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía
y Espectrometría - UNSAAC.
OCP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto 973868855

Resultados

Cusco, 11 de Abril del 2017

Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante por el Método DPPH

Solicitante : Julieta Rosalía Ccasa Mamani
Roxana Castillo Tacora

Muestra : 2 muestras de hojas y semillas de moringa

Codificación de muestras	Ci 50 μmol de Trolox equivalente mg/g de Bebida
S1	32.36
S2	30.89
S3	31.04
H1	26.75
H2	25.98
H3	26.63

Nota: Los resultados obtenidos de actividad antioxidante fue realizado por triplicado, expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en μmol equivalentes Trolox de acuerdo a método descrito por: (con algunas modificaciones.)

* Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30

* Evaluation-of-phenolic-content-antioxidant-activity-and-sensory-characteristics-of-Serbian-honey-based-product j. Industrial Cropsand Products 62 (2014) 1–7



Quim. Jorge Choquesaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía
y Espectrometría - UNSAAC.
COP - 914