

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**CREMA DULCE DE PAJURO (*Erythrina edulis*) CON ADICION DE
HARINA DE SANGRE DE VACUNO (*Bos taurus*) Y PANELA**

Autor: Bach. Ghandi Smith Leon Vega

Asesores: Ing. M. Sc. Segundo Victor Olivares Muñoz

Dra. Flor Teresa García Huamán

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Leon Vega Ghandi Smith
DNI N°: 71241808
Correo electrónico: ghandi.leon@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Crema dulce de pejuco (Erythrina edulis) con adición de harina de sangre de vacuno (Bos Taurus) y Panela

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Olivares Muñoz Segundo Víctor
DNI, Pasaporte, C.E N°: 43456289
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0003-1462-9646

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: García Huamán Flox Teresa
DNI, Pasaporte, C.E N°: 18181384
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-4048-4113

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.11.00 - Otras tecnologías, Otras ingenierías, 2.11.01 - Alimentos y bebidas

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 24, Enero, 2024

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme dado la vida, la salud y la familia, por acompañarme a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría y fortaleza para poder alcanzar mis objetivos.

A mis padres

Juan, Consuelo y Agustina les dedico con profunda gratitud y mucho amor, por inculcarme principios éticos y morales, por su apoyo incondicional ya que en todo momento estuvieron pendientes de mi persona siendo los autores principales y más importantes de mi vida y por ese apoyo más grande del mundo que todo hijo desea tener.

A mis hermanas

Roxana y Tatia y todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron durante mi carrera profesional permitiendo de esta manera terminar satisfactoriamente con mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por todo lo que me dio y me sigue dando en la vida por guiarme y acompañarme en todo momento, por darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles y por la oportunidad de conocer esta fase de mi vida y poder seguir adelante con mis proyectos.

Mi más sincero y profundo agradecimiento a mis padres por desear y anhelar que todo me vaya bien y por darme la vida ya que son lo mejor que tengo, A mis hermanas por ese apoyo mutuo e incondicional. A mis familiares por todos sus consejos de aliento para triunfar en la vida y a mis amigos que desinteresadamente estuvieron presentes en todo momento y con los cuales compartimos tantos gratos momentos y todas aquellas personas que en todo momento me apoyaron.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) por brindarme sus ambientes y laboratorios, a los docentes en especial a los de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA) y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y a todas las personas que contribuyeron en el presente trabajo de investigación. A mis asesores por compartir sus conocimientos, consejos y recomendaciones y guiarme en la elaboración, corrección y ejecución del presente trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. Jorge Luis Maicelo Quintana
Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Lujan Espinoza
Vicerrectora de Investigación

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



ANEXO 3-L


VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Crema dulce de pajuro (Erythrina edulis) con adición de harina de sangre de vacuno (Bos Taurus) y panela; del egresado Ghandi Smith Leon Vega de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 11 de Diciembre de 2023


Firma y nombre completo del Asesor
Florencia Teresa García Huamán

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Crema dulce de pajuco (Erythrina edulis) con adición de harina de sangre de vacuno (Bos Taurus) y panela; del egresado Ghandi Smith Leon Vega de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 11 de Diciembre de 2023



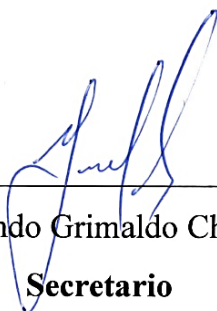
Firma y nombre completo del Asesor
Florencia Teresa García Huaman

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



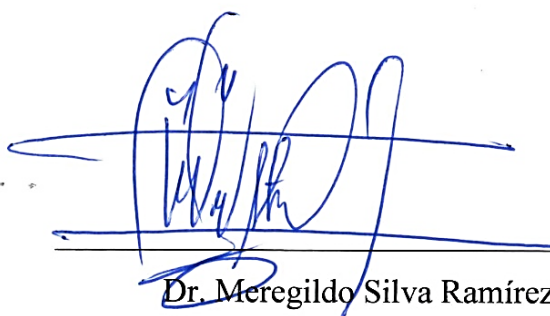
Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Presidente



Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

Secretario



Dr. Meregildo Silva Ramírez

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CREMA DULCE DE PASURO (*Erythrina edulis*) CON ADICIÓN DE
HARINA DE SANGRE DE VACUNO (*BOS TAURUS*) Y PANELA

presentada por el estudiante ()/egresado (X) GHANDI SMITH LEON VEGA

de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

con correo electrónico institucional ghandi.leon@untrm.edu.pe

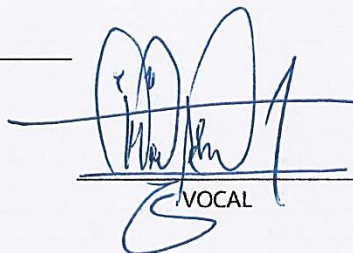
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 11 de Enero del 2024


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
FACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 17 de enero del año 2024, siendo las 9:00 horas, el aspirante: Ghandi Smith Leon Vega, asesorado por Mp. Segundo Víctor Olvera Muñoz defendiendo en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Crema dulce de papuro (Erythrina edulis) con adición de harina de sorgo de inulina (Bos Taurus) y panela, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Erick Alba Apurucun Silva

Secretario: Ms. Segundo Germán Chávez Quintana

Vocal: Dr. Margulita Silva Romice

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

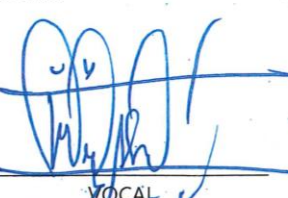
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:


Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:02 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	22
2.1. Procedencia de la materia prima.....	22
2.2. Localización del estudio	22
2.3. Material de estudio	22
2.4. Tipo de investigación	23
2.5. Material de estudio	23
2.6. Diseño experimental	23
2.7. Métodos y procedimientos para el análisis fisicoquímico.....	24
2.8. Procedimiento de elaboración de la crema dulce de pajuro	28
2.9. Análisis de datos.....	29
III. RESULTADOS.....	31

3.1.	Características sensoriales de la crema dulce de pajuro con adición de harina de sangre de vacuno y panela.	31
3.2.	Características fisicoquímicas de la crema dulce de pajuro con adición de harina de sangre de vacuno y panela.	32
IV.	DISCUSIÓN.....	45
V.	CONCLUSIONES.....	49
VI.	RECOMENDACIONES.....	50
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo experimental	24
Tabla 2. Resultados de la calificación del olor del producto obtenido en cada tratamiento.	54
Tabla 3. Resultados de la calificación del color del producto obtenido en cada tratamiento.	54
Tabla 4. Resultados de la calificación del sabor del producto obtenido en cada tratamiento.	55
Tabla 5. Resultados de la calificación de la textura del producto obtenido en cada tratamiento.	55
Tabla 6. Valores de la concentración de ácido cítrico en el producto obtenido en los tratamientos.	56
Tabla 7. Valores de sólidos totales (°Brix) en el producto obtenido en los tratamientos.	56
Tabla 8. Valores acidez iónica (pH) del producto obtenido en los tratamientos.	57
Tabla 9. Valores de energía bruta (kcal/g) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.	57
Tabla 10. Valores de proteína (%) en base húmeda del producto obtenido en los tratamientos.	58
Tabla 11. Valores de cenizas (%) del producto obtenido en los tratamientos.	58
Tabla 12. Valores de grasa (%) del producto obtenido en los tratamientos.	59
Tabla 13. Valores de humedad (%) del producto obtenido en los tratamientos.	59
Tabla 14. Valores de densidad grosera (g/ml) en el producto obtenido en los tratamientos.	60
Tabla 15. Valores de proteína (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.	60
Tabla 16. Valores de fibra (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos...	61
Tabla 17. Valores de carbohidratos (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.	61
Tabla 18. Valores de hierro (ppm) del producto obtenido en los tratamientos.....	62
Tabla 19. Valores de Zinc (%) del producto obtenido en los tratamientos.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Lámud - Amazonas - Perú.....	22
Figura 2. Flujograma para la elaboración de una pasta dulce de pajuro con adición de harina de sangre y panela	29
Figura 3. Calificación sensorial del olor, color, sabor y textura del producto obtenido en cada tratamiento.	31
Figura 4. Concentración de ácido cítrico (g/mg) en cada tratamiento.....	32
Figura 5. Sólidos solubles totales (°Brix) para cada tratamiento.....	33
Figura 6. pH del producto obtenido en cada tratamiento.....	34
Figura 7. Energía bruta (kcal/g) en base seca por cada tratamiento	35
Figura 8. Proteína (%) calculado en base húmeda del producto obtenido en cada tratamiento.....	36
Figura 9. Proteína (%) calculado en base seca del producto obtenido en cada tratamiento.	36
Figura 10. Grasa (%) del producto obtenido en cada tratamiento	37
Figura 11. Humedad (%) del producto obtenido en cada tratamiento	38
Figura 12. Ceniza (%) del producto obtenido en cada tratamiento	39
Figura 13. Densidad grosera (g/ml) del producto obtenido en cada tratamiento.....	40
Figura 14. Fibra (%) en cada tratamiento	41
Figura 15. Carbohidratos (%) en cada tratamiento	42
Figura 16. Contenido de hierro (ppm) en cada tratamiento.....	43
Figura 17. Contenido de Zinc (ppm) en cada tratamiento	44

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar las concentraciones de harina de sangre de vacuno y panela para la elaboración de una crema dulce de pajuro con características fisicoquímicas y sensoriales para el consumo; se procedió mediante un diseño factorial, factor A: concentración de harina de sangre y factor B: concentración de panela como aditivos del producto. El pajuro fue procedente del distrito de Lámud en la región Amazonas - Perú, mediante un proceso tecnológico se realizó la elaboración del producto mencionado y luego se realizó la caracterización fisicoquímica mediante métodos estandarizados. Se realizó un ANVA al 5% de significancia. En los resultados se determinó las concentraciones de harina de sangre de vacuno y panela para la elaboración de una crema dulce de pajuro, las cuales fueron 20% de harina de sangre de vacuno y 15% de adición de panela granulada correspondientes al tratamiento T5. Las características fisicoquímicas del producto fueron en promedio; concentración de ácido cítrico con 0.287 mg/g, sólidos solubles totales 25 °Brix, acidez iónica 5.26, energía bruta 4990.74 kcal/g, proteína 21.33% en base seca, grasa 6.41 %, humedad 65.04%, ceniza 1.04%, densidad grosera entre 1.14 y 1.37 g/ml, fibra 1.37%, carbohidratos 6.18%, hierro 185.09 ppm y zinc 11.63 ppm.

Palabras clave: pasta dulce, pajuro, harina de sangre de vacuno, característica fisicoquímica.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the concentrations of bovine blood flour and panela for the preparation of a sweet cream of pajuro with physicochemical and sensory characteristics for consumption; we proceeded by means of a bifactorial design, factor A: concentration of blood flour and factor B: concentration of panela as additives of the product. The pajuro came from the district of Lámud in the Amazonas region of Peru. The product was elaborated by means of a technological process and then the physicochemical characterization was carried out by means of standardized methods. An ANVA was carried out at 5% significance. The results determined the concentrations of beef blood flour and panela for the preparation of a sweet cream of pajuro, which were 20% beef blood flour and 15% granulated panela addition corresponding to treatment T5. The physicochemical characteristics of the product were on average; citric acid concentration of 0.287 mg/g, total soluble solids 25 °Brix, ionic acidity 5.26, gross energy 4990.74 kcal/g, protein 21.33% on dry basis, fat 6.41 %, moisture 65.04%, ash 1.04%, coarse density between 1.14 and 1.37 g/mL, fiber 1.37%, carbohydrates 6.18%, iron 185.09 ppm and zinc 11.63 ppm.

Key words: sweet dough, pajuro, beef blood meal, physicochemical characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

Los objetivos de desarrollo sostenible de la humanidad al año 2030, proponen la lucha para el fin de la pobreza, el hambre cero, la producción y consumo responsable de los alimentos, entre otros objetivos que indican la tendencia para posicionar los trabajos de investigación para generar tecnologías con responsabilidad social y ambiental (FAO); es una preocupación mundial la calidad de los alimentos en los diferentes contextos socioeconómicos, cada día es un reto ofrecer productos saludables, lo que verdaderamente desean los consumidores, es que no solo sea cantidad si no también calidad nutricional del producto, los carbohidratos, proteínas, fibras, vitaminas y minerales son determinantes; por ejemplo la deficiencia de hierro ha sido reconocida como un problema de salud pública, que afecta a la población especialmente de niños en relación a su desarrollo físico, mental e inmunológico (Serpa *et al.*,2015) en este caso por ejemplo en una condición lamentable según el Instituto Nacional de Salud de Perú (2021), el 43.6% de la población infantil, niños menores de 3 años presenta anemia, un problema muy grave que exige la confluencia de esfuerzos para su solución.

El aumento de demanda de alimentos en el mundo debido al incremento de la población y al deterioro de los medios para la producción, impone retos para la ciencia y tecnología agraria y agroindustrial para proponer alternativas innovadoras, para producir alimentos saludables, nutritivos y accesibles; en ese sentido en la región Amazonas – Perú, existe una diversidad de cultivos registrados en el último Censo Nacional Agrario (2013), alimentos que sustentan la economía especialmente de las familias rurales, sin embargo aún existe diferentes alimentos frescos no registrados en el censo mencionado, alimentos importantes en la alimentación especialmente de familias rurales, especialmente hablamos del pajuro, una leguminosa que produce semillas comestibles (Intiquilla, y otros, 2016), existen aproximadamente 113 especies en diversas regiones del mundo, se produce en las regiones andinas de Colombia, Ecuador y Perú (Guevara, y otros, 2013); se cultiva en zonas de clima frío moderado adaptándose entre los 1200 a 2600 m.s.n.m, en Perú se ubica en los departamentos de Amazonas, Pasco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, y San Martín (Silva, y otros, 2015). Presenta dentro de su valor nutricional principalmente proteínas con 4% en bh y 20.50% en bs, grasa 0,1 bh y 0.51 bs, carbohidratos 13.3% bh y 68.2% bs (Barrera & Mejia, 1998), en Perú se consume sancochado, reemplazando muchas veces a la papa y la yuca, los granos de pajuro en base

seca contienen 50.08% de carbohidratos, proteínas 35.27%, fibra 1.42%, grasa 1.64% y ceniza 11.59%, así mismo el contenido de macronutrientes es calcio 1.19 g/kg, fósforo 8.85 g/kg, magnesio 3.58 g/kg, potasio 57.26 g/kg y sodio 0.08 g/kg, y también oligoelementos como el cobre 21.9 mg/kg, hierro 37.5 mg/kg, manganeso 15.84 mg/kg y zinc 140.28 mg/kg (Espinoza , 2018).

En consecuencia y demostrado la importancia del pajuro como y su alto contenido nutricional en un contexto de alta necesidad por la calidad de alimentos en el mundo, es un reto de la ciencia y tecnología descubrir nuevas formas de uso y consumo de este producto para convertirla en una alternativa promisorio, por ello y como es previsible existe avances investigativos al respecto que consolidan nuestra propuesta; por ejemplo realizaron la caracterización fisicoquímica de las semillas de pajuro indicando que presentan 6.56% de proteína, 13.36% de carbohidratos (Salazar, 2020), asimismo se menciona que el pajuro es distinguido por su alta concentración de almidón (33%) y alta calidad proteínica con 25% por cada 100 g, por lo cual es consumido en sopas, ensaladas, guisos, mazamoras, pan, galletas, bebidas como leche y chicha de pajuro (Cardenas, 2012), se estudió las propiedades funcionales después de la extracción de semillas de pajuro a 130 °C y 13% de humedad mostraron mejores propiedades funcionales para el índice de expansión (2,58%), índice de absorción de agua (7,57%) e índice de solubilidad en agua (38,85%) (Delgado *et al.*, 2020)., la harina de pajuro fue usada como suplemento en la alimentación de cuyes concluyendo que el uso de la harina tiene un efecto positivo sobre los parámetros productivos usándolo como suplemento alimenticio (Guevara, y otros, 2013)., también sustituyeron de manera parcial la harina de trigo por harina y pasta de pajuro para la elaboración de panes, demostrando la posibilidad tecnológica de diversificar el uso de las semillas de pajuro para la industria de la panificación, ya por ejemplo al sustituir solamente 10% los panes obtenidos presentan 11.96% de proteína, 10% de grasa y 58.78% de carbohidratos (Zavaleta *et al.*, 2010). Asimismo determinaron la influencia de los diferentes valores de pH y la concentración de proteínas en la determinación de las propiedades tecno funcionales de harina de pajuro, donde se evaluó capacidad de formación de espuma, estabilidad de la espuma y viscosidad, obteniéndose que a pH 9 y 1% de concentración proteínica la capacidad de formación de espuma se incrementa en 50% y es mejor la estabilidad; para la viscosidad se determinó que aplicando concentraciones de 7% en un tiempo de 35 seg. se obtiene una viscosidad óptima de valor 1.1209 (Tingal, 2019).

Del mismo modo frente al problema de la anemia en la salud pública, en todo el planeta se viene realizando esfuerzos para producir alimentos que permitan luchar contra ese flagelo que limita el futuro de la sociedad, ya que afecta especialmente a niños y a las mujeres en estado de gestación, (Serpa *et al.*, 2015); existen diversas investigaciones para la fortificación de alimentos con hierro como una metodología utilizada en todo el mundo para abordar la deficiencia de hierro donde la dificultad es la falta de biodisponibilidad de los compuestos de hierro, para lo cual se evalúa la utilización de alimentos y condimentos que contienen fortificantes biodisponibles en base al desarrollo de programas y su implementación coordinados con comunicaciones dirigidas; para afrontar las barreras socioculturales (Uauy *et al.*, 2002), la fortificación de alimentos, necesaria para la salud pública bajo la reducción de la anemia, es un espacio para evaluar el uso de vehículos alimentarios, sales de hierro y sus costos, (Alves, y otros, 2010), especialmente para la fortificación de alimentos con sales de hierro, como tarea especial ya que la mayoría de complejos de hierro como el sulfato ferroso y cloruro ferroso son altamente solubles en agua que otorgan características sensoriales desagradables y en ocasiones genera problemas gastrointestinales, pero también existen otras sales de hierro insoluble (pirofosfato férrico) que no causan un sabor inaceptable o color en vehículos alimentarios pero tienen baja disponibilidad; sin embargo si se agregan sales pueden mejorar la absorción de hierro, asimismo la reducción del tamaño de partícula de hierro, lo que mejoraría su absorción, es decir hierro en tamaño nanométrico produciría un mínimo de cambios organolépticos en el producto (Kumari & Kumar, 2022).

Diversos autores consideran el costo como uno de los factores para el uso del hierro como elemento para la fortificación, razón por la cual y al integrar los conceptos sobre los paradigmas de proponer productos orgánicos, saludables o naturales como fuente de responsabilidad social y ambiental, es que se desea proponer el uso de sangre de ganado vacuno como fuente de hierro para de alguna manera enriquecer al producto en su contenido de hierro, ya que el valor nutritivo de la sangre bovina en relación a sus fracciones de plasma y glóbulos rojos y la edad del animal, el plasma sanguíneo de terneros y bovinos es un buen complemento de los productos cárnicos. Su proteína está mejor equilibrada que la proteína de glóbulos rojos debido a los aminoácidos esenciales que contiene (Belkot, 2001). La harina de sangre bovina (1.5 a 8 años de edad), cocida a fuego lento por una hora y secada en estufa a 60°C, analizada mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), presentó humedad entre 6.82 a 13.83 %;

proteína, entre 73.27 a 87.81 %; extracto etéreo entre 0.15 a 0.68 % y cenizas entre 2.01 a 4.40 % (Mejía *et al.*, 2021); asimismo la sangre de ganado bovino ya fue utilizada como medio para enriquecer cereales andinos, donde se aplicó 15% de harina de sangre de bovino y tuvo una aceptación de 86,89% y cuyo contenido de hierro fue de 6.72 mg/g, indicando que este producto cubriría el 67.2% de requerimiento en un niño (Fernandez & Huaman, 2017); asimismo elaboraron galletas fortificadas con hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo, donde se midió la aceptabilidad al 74% que respondieron me gusta mucho (Baca, Cantillano, & Carmona, 2015).

La fortificación de alimentos con hierro es un desafío, dado que la absorción relativa es un punto crítico, ya que dependiendo de ello ocurre cambios indeseables en color y sabor, lo cual ocurre porque existe inhibidores de la absorción de hierro, se realiza la fortificación a gran escala de harina de trigo y maíz, además de arroz, actualmente se viene utilizando la técnica de premezcla extruida y tiene buenos resultados (Hurrell, 2022); hay diferentes opciones con respecto al compuesto de hierro utilizado y al producto alimenticio para ser fortificado, solo se debe considerar factores como la rentabilidad, la palatabilidad del alimento fortificado y la etiología de la deficiencia de hierro debe ser considerada antes de iniciar un programa de fortificación (Hurrell, 1997).

Se sabe que una dificultad para el proceso es la sensibilidad en la aceptación organoléptica, por esa condición se utilizará la panela como medio edulcorante, sabiendo que la panela es un azúcar no centrifugado obtenido por evaporación del jugo de la caña de azúcar, asimismo se sabe que presenta 2-metil pirazina como compuesto aromático clave (Garcia *et al.*, 2017), en bebidas elaboradas con panela; con sabor a limón, mandarina y durazno, la bebida con sabor a limón mostró el mayor contenido total de polifenoles, los valores de polifenoles y capacidad antioxidante encontrados en las bebidas elaboradas con panela indican que son productos potencialmente con capacidad antioxidante (Galina *et al.*, 2012), la panela tiene actividad de captación de radicales por la presencia de vitaminas, minerales, ácidos fenólicos y componentes flavonoides, así como capacidad antioxidante total (Ebadi & Azlán, 2021).

El pajuro es una materia prima promisoriosa para el mejoramiento de la economía de las familias rurales, la proyección de una nueva forma de aprovechamiento o procesamiento es el reto para la innovación, en ese contexto al saber de la problemática de la anemia en

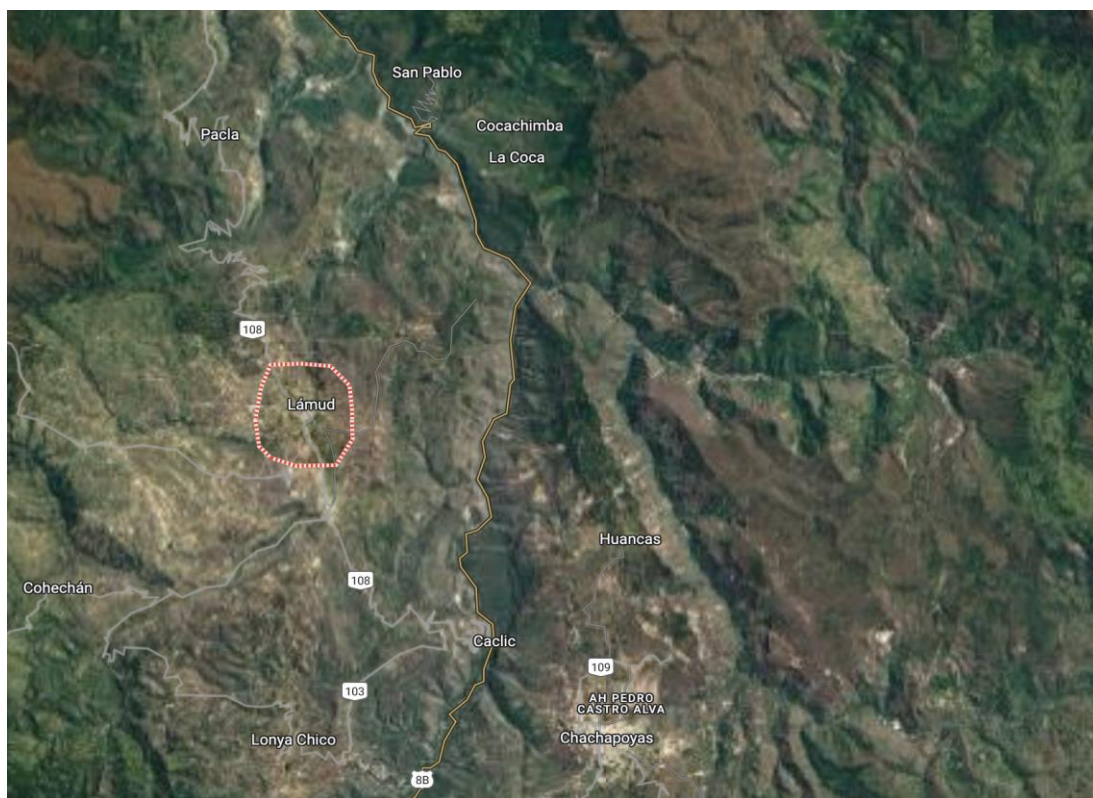
la salud pública del país y especialmente las zonas rurales, lamentablemente con mayor incidencia en la población infantil se tuvo como objetivo determinar las concentraciones de harina de sangre de vacuno y panela para la elaboración de una crema dulce de pajuro con características fisicoquímicas y sensoriales para el consumo.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Procedencia de la materia prima

Figura 1.

Ubicación geográfica del distrito de Lámud - Amazonas - Perú



El distrito de Lámud, se ubica en la provincia de Luya en la región Amazonas – Perú, a una altitud de 2350 m. s. n. m. y Coordenadas: 6°09'53"S 77°56'41"O / -6.1646527777778, -77.9448111111111

2.2. Localización del estudio

El proyecto de investigación se ha realizado en las instalaciones del laboratorio de Tecnología de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería agroindustrial, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.3. Material de estudio

El material de estudio fue el pajuro, la harina de sangre de ganado vacuno y la panela, las cuales fueron obtenidas en base a la evaluación de características de calidad, para el caso del pajuro como producto fresco fue su índice de madurez, la sanidad y condiciones de para su manejo postcosecha, para la harina de sangre

se trabajó bajo condiciones de inocuidad para el procesamiento especialmente para la selección, secado y molido (Mejía *et al.*, 2021); y en el caso de la panela de forma similar con control de la calidad según su procedencia y la cantidad de información que ofrecía en la etiqueta, así como información del producto, especialmente la revisión de que presente registro sanitario.

2.4. Tipo de investigación

- De acuerdo a la orientación: Aplicada ya que buscó obtener un producto nuevo en base a la aplicación de conocimientos.
- De acuerdo a la técnica de contrastación: Experimental, ya que se realizó manipulación de variables para encontrar el mejor tratamiento para la elaboración del producto.

2.5. Material de estudio

El material de estudio fue el pajuro, la harina de sangre de ganado vacuno y la panela que fueron seleccionados cumpliendo en lo posible, en el caso del pajuro teniendo en cuenta el índice de madurez fisiológico, la harina de sangre procesada en el laboratorio con cumplimiento de normas de higiene y cuidado para mantener condiciones de inocuidad y la panela que fue adquirida de una empresa comercializadora.

2.6. Diseño experimental

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicado y nivel experimental. Para tales efectos se ejecutó un diseño factorial (3A*3B). Siendo el factor A la concentración de harina de sangre de ganado vacuno (A₁: 1%, A₂: 2%, A₃: 3%); y el factor B la concentración de panela (B₁: 10%, B₂: 15%, B₃: 20%) bajo un diseño factorial, determinándose 9 tratamientos y 3 réplicas que hicieron un total de 27 unidades experimentales. Conforme se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 1.
Arreglo experimental

		Niveles Factor B		
		B ₁ (10%)	B ₂ (15%)	B ₃ (20%)
Niveles factor A	A ₁ (1%)	Y ₁₁₁	Y ₁₂₁	Y ₁₃₁
		Y ₁₁₂	Y ₁₂₂	Y ₁₃₂
		Y ₁₁₃	Y ₁₂₃	Y ₁₃₃
	A ₂ (2%)	Y ₂₁₁	Y ₂₂₁	Y ₂₃₁
		Y ₂₁₂	Y ₂₂₂	Y ₂₃₂
		Y ₂₁₃	Y ₂₂₃	Y ₂₃₃
	A ₃ (3%)	Y ₃₁₁	Y ₃₂₁	Y ₃₃₁
		Y ₃₁₂	Y ₃₂₂	Y ₃₃₂
		Y ₃₁₃	Y ₃₂₃	Y ₃₃₃

2.7. Métodos y procedimientos para el análisis fisicoquímico.

Para la medición o análisis fisicoquímico y sensorial se utilizó los siguientes métodos, técnicas o procedimientos. Las técnicas e instrumentos que se utilizaron en este estudio con la finalidad de elaborar la pasta dulce a base de pajuro y evaluar las características fisicoquímicas y sensorialmente del producto:

a) Recolección de la materia prima

El pajuro fue proveniente de la provincia de Luya - Lámud; seleccionado teniendo en cuenta que presente madurez sensorial, facilidad para la cosecha, desprendimiento del pedicelo y concentración de carbohidratos aproximadamente 50% en base seca (Espinoza , 2018).

b) Insumos.

Panela: Se realizó la selección de panela, la panela fue procesada en la provincia de Rodríguez de Mendoza, con la calificación de panela orgánica. Para ello mínimo presentó condiciones sensoriales características e información de su proceso de elaboración.

Harina de sangre de ganado vacuno: se realizó la obtención de la harina de sangre de ganado vacuno, mediante un proceso tecnológico manejado por el tesista (Mejía *et al.*, 2021).

c) **Análisis fisicoquímico de la crema dulce**

Se procedió con todos los tratamientos resultados, según normas establecidas, que se detalla a continuación:

- **Densidad:**

Se determinó utilizando un densímetro con rango de escala de 1000 a 1100 g/ml, según lo descrito por la norma (AOAC, 1990).

- **Sólidos totales:**

Se determinó mediante la metodología propuesta por la AOAC 932.14C, para lo cual se usó un refractómetro manual cuyo indicador es °Brix (AOAC, 1990). Para lo cual se ha extraído la muestra y en el prisma del refractómetro, se observó el valor (°Brix) que marca el equipo.

- **pH:**

La determinación pH, se realizó utilizando el pH-metro digital, basado en la metodología de la AOAC 981.12, bajo el principio de la diferencia de potencial el cual fue medido entre un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia. (Hernandez, 2012).

- **Carbohidratos:** mediante diferencia MS-INN (Collazos, 1993), después que se completaron los análisis de ceniza, proteína, grasa y fibra.

$$\text{Carbohidratos}(\%) = 100 - (P(\%) + F(\%) + C(\%) + G(\%))$$

P (%): porcentaje de proteínas

F (%): porcentaje de fibras.

C (%): porcentaje de cenizas.

G (%): porcentaje de grasas.

- **Proteínas:**

La proteína ha sido determinada mediante el Método de Kjeldahl descrito por la AOAC 920.152 (AOAC, 2005), para lo cual se utilizó el equipo Kjeldahl Pro Nitro Selecta del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la UNTRM.

- **Grasa:**

Se ha determinado mediante la técnica de extracción continua por Soxhlet con éter (AOAC, 1985), método 920.85. Donde la cantidad de grasa fue expresada en porcentaje calculado mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Grasa}(\%) = \frac{p1-p2}{p} * 100$$

Donde:

P1 = es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuos de grasa de la muestra (g).

P2 = peso del vaso vacío (g).

P = es el peso de la muestra empleada. El valor de grasa obtenida corresponde al % de grasa en el 100% de la materia seca.

- **Cenizas:**

Se realizó la calcinación directa siguiendo lo descrito por la (AOAC, 2005) empleando el método 940.26. Para el cálculo del contenido de ceniza se llevó acabo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Ceniza} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} x 100$$

Donde:

m₂ = masa en gramos de la cápsula con las cenizas (g)

m₁ = masa en gramos de la capsula con la muestra (g)

m₀ = masa en gramos de la capsula vacía (g)

- **Humedad:**

Se utilizó el método gravimétrico basado en las tecnicas de la (AOAC, 2005), para lo cual se ha pesado 20 g de muestra y se procedió a secar en estufa a 105 °C x 24 horas. Pasado ese tiempo se ha pesado en caliente, cada media hora y se ha registrado los datos del peso, hasta obtener peso constante. La humedad (%) será calculado empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} x 100$$

- **Energía total:** Por cálculo MS-INN. (Collazos, 1993)

- **Hierro y Zinc:** se tomó como referencia los siguientes métodos:
AOAC Official Method 970.12. Iron in Distilled Liquors (Atomic Absorption Spectrophotometric Method), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Metals by Flame Atomic; Absorption Spectrometry (3111 B). Direct Air-Acetylene Flame Method y Thermo Scientific Method Iron, Copper and Zinc Determination in Wine using Flame Atomic Absorption Spectroscopy.

Se realizó en el laboratorio de Suelos y agua de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. (Anexo 4).

- **Fibra bruta**

La fibra cruda ha sido cuantificada por hidrólisis ácida y básica según lo descrito por la (AOAC, 2005), en el procedimiento 113. Asimismo, para el cálculo del contenido de fibra se realizó utilizando la ecuación siguiente:

$$\text{Fibra}(\%) = \frac{f_1 - f_2}{W} \times 100$$

Dónde:

f_1 = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa (g).

f_2 = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado (g).

W = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente (g).

d) **Análisis sensorial**

Test de aceptabilidad

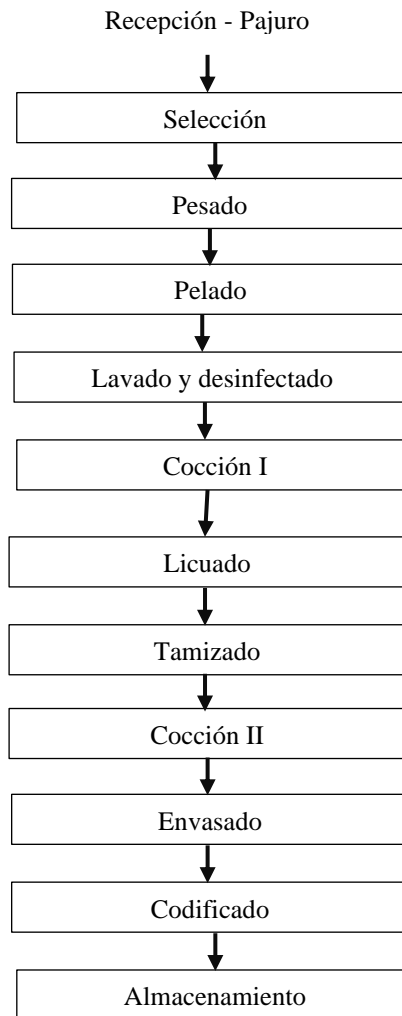
El test de aceptabilidad en cuanto al sabor, color, olor y textura; se realizó con 30 jueces no entrenados para evaluar los atributos de la crema dulce; empleándose una escala hedónica con 9 puntos. 1 me disgusta extremadamente, 2 me disgusta mucho, 3 me disgusta moderadamente, 4 me disgusta levemente, 5 no me gusta ni me disgusta, 6 me gusta levemente, 7 me gusta moderadamente, 8 me gusta mucho y 9 me gusta extremadamente. En base al análisis realizado se seleccionará cuatro tratamientos para proceder al análisis fisicoquímico.

2.8. Procedimiento de elaboración de la crema dulce de pajuro (Adaptado de Mite, 2018).

- **Recepción:** el pajuro fue recepcionado en el laboratorio, para proceder a su caracterización y control de calidad en relación a su estado de madurez y conservación, se realizó la descripción de peso, volumen, densidad, color, aspecto, humedad.
- **Selección:** el pajuro fue sometido a evaluación visual del tesista para seleccionar los productos que no presenten deterioro mecánico, deformaciones u otros defectos.
- **Pesado:** se procedió a registrar el peso del pajuro mediante una balanza electrónica, para los fines de control para el balance de materia.
- **Pelado:** se retiró la vaina y cáscara de cada grano de pajuro de forma manual ayudados por un cuchillo.
- **Lavado y desinfectado:** el pajuro fue sumergido en baño de agua, luego se sumergió en una solución de hipoclorito de sodio preparado a 50 ppm.
- **Cocción I:** se realizó utilizando agua, por el tiempo necesario hasta que presente una textura blanda.
- **Licuada:** mediante una licuadora se procedió a la homogenización de la muestra, para facilitar el licuado se agregó leche fresca en lo necesario, así como la sangre de ganado vacuno y la panela según los tratamientos.
- **Tamizado:** se procedió mediante un proceso de filtrado usando un colador, con la finalidad de homogenizar la muestra
- **Cocción II:** se sometió a cocción con la finalidad de proceder a la concentración por evaporación de agua del producto, hasta lograr la consistencia deseada, por un tiempo aproximado de una hora.
- **Envasado:** se realizó en envases de vidrio de 250 ml aproximadamente, se priorizará un sellado hermético. Previamente los envases fueron esterilizados en una autoclave a una temperatura de 121°C por 5 min.
- **Almacenado:** se procedió a colocar los productos en un ambiente seco, de baja intensidad de luz y temperatura 20°C.

Figura 2.

Flujograma para la elaboración de una pasta dulce de pajuro con adición de harina de sangre y panela (Adaptado de Mite, 2018).



2.9. Análisis de datos.

Evaluación sensorial

Para el análisis de datos resultados de la evaluación sensorial obtenidos mediante la escala hedónica, se ejecutó la prueba no paramétrica o análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas a un nivel de confianza de 95%, mediante la extensión MegaStat del software Excel. En base al análisis de diferencias se seleccionó los mejores tratamientos para proceder con la evaluación fisicoquímica.

Evaluación fisicoquímica

Para el análisis de datos de las características fisicoquímicas se empleó el análisis de varianza (ANVA) al 95% de nivel de confianza y al 5% de margen de error; en la cual no se realizó una descomposición del efecto de tratamientos, si no solamente se ha considerado cada tratamiento seleccionado en la evaluación sensorial como un solo factor (tratamiento); lo que permitió la detección de diferencias significativas o altamente significativas entre tratamientos según la variable respuesta que son las características fisicoquímicas. Para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples (Tukey) con un nivel de significancia $P \leq 0,05$. La evaluación se realizó mediante los softwares Excel y Spss Statistics. En base análisis se eligió al tratamiento mejor aceptado donde se registre la mayor concentración de hierro basado en la finalidad de la investigación.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: $i = 1, 2, 3, 4$ (tratamientos)

$j = 1, 2, 3$ (repeticiones)

Y_{ij} : Característica fisicoquímica del tratamiento i -ésimo, observado en la j -ésima repetición.

μ : Efecto medio

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

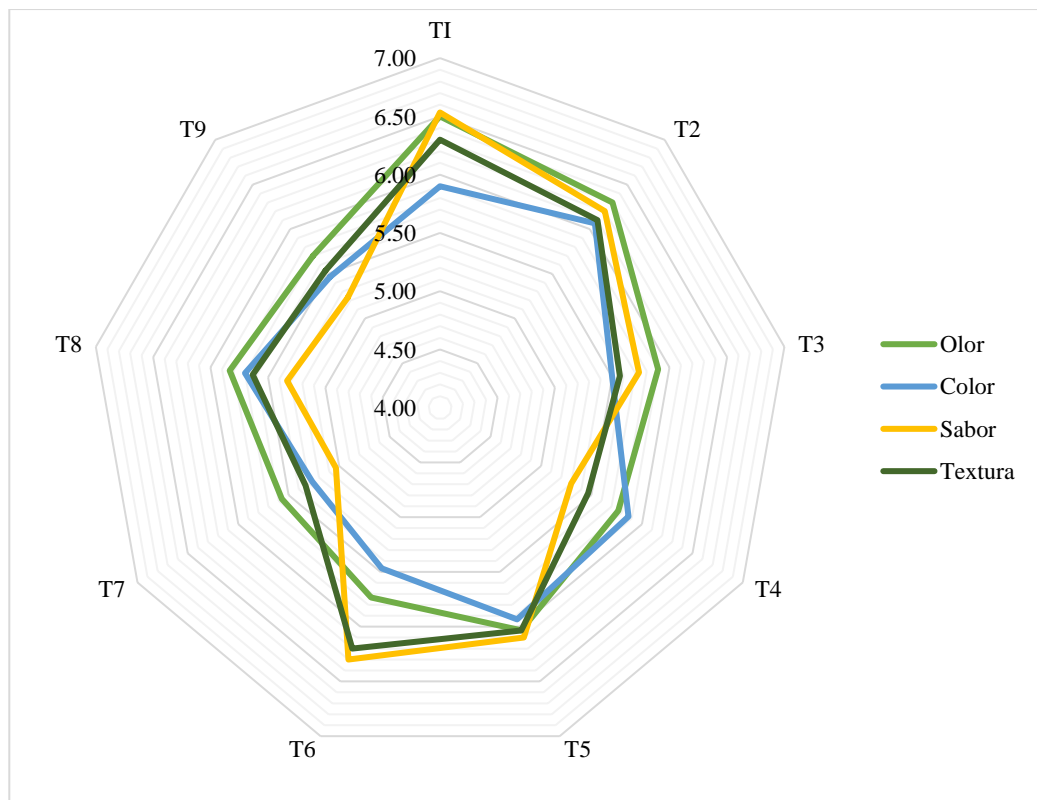
ε_{ij} : efecto del error experimental

III. RESULTADOS

3.1. Características sensoriales de la crema dulce de pajuro con adición de harina de sangre de vacuno y panela.

Figura 3.

Calificación sensorial del olor, color, sabor y textura del producto obtenido en cada tratamiento.



Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1 (1% / 10%), T2 (1% / 15%), T3 (1% / 20%), T4 (2% / 10%), T5 (2% / 15%), T6 (2% / 20), T7 (3% / 10%), T8 (3% / 15%), T9 (3% / 20%).

En la figura 3 se puede observar la calificación sensorial del olor, color, sabor y textura del producto obtenido en cada tratamiento, de acuerdo a la prueba de Hipótesis mediante el análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas al 95% de confianza, en cuanto al olor no existe diferencia significativa entre los tratamientos, según la calificación de los panelistas (Sig.0.83), para las demás pruebas si existe diferencia significativa

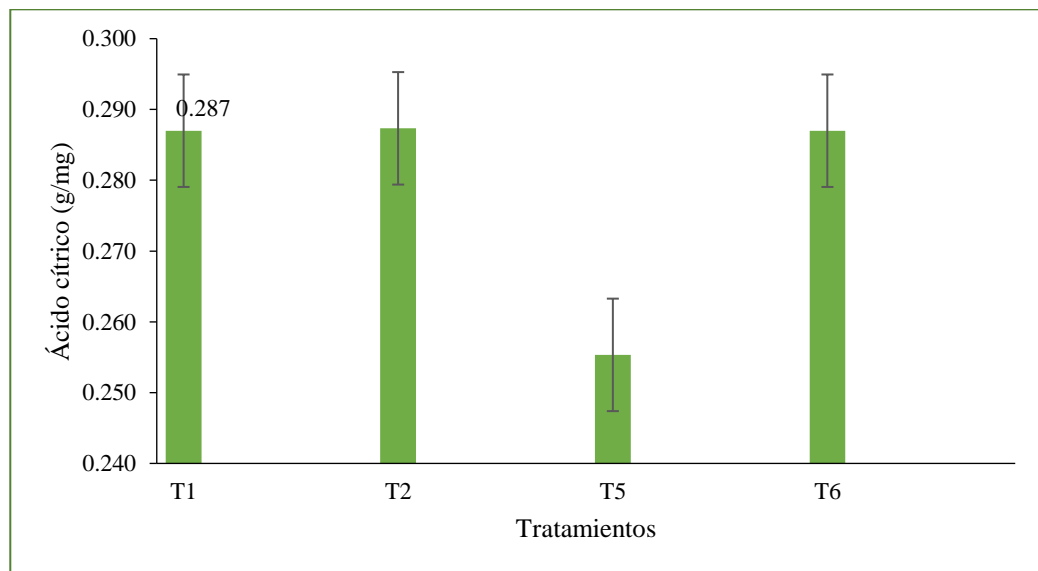
entre los tratamientos, como el caso del color (Sig. 0.46), sabor (Sig. 0.001) y textura (Sig.0.03)

Después de realizar las comparaciones múltiples entre todos los tratamientos para las evaluaciones del color, sabor y textura (Anexo 3), se encuentra que en cuanto al color solo existe diferencia entre los tratamientos T7 - T2 y T3 - T2; en cuanto al sabor las diferencias entre T7-T5, T7-T2, T7-T6, T7-T1, T9-T5, T9-T2, T9-T6, T9-T1, T8-T2, T8-T6, T8-T1, T4-T6 y T4-T1; y en lo relacionado a la textura hay diferencia entre T7-T5, T7-T1, T4-T6, T8-T1, T8-T6, T9-T1, T9-T6 y T3-T6. Después de realizar el análisis y teniendo como criterio fundamental la mayor calificación sensorial se seleccionó los tratamientos T1, T2, T5 y T6.

3.2. Características fisicoquímicas de la crema dulce de pajuro con adición de harina de sangre de vacuno y panela.

Figura 4.

Concentración de ácido cítrico (g/mg) en cada tratamiento.



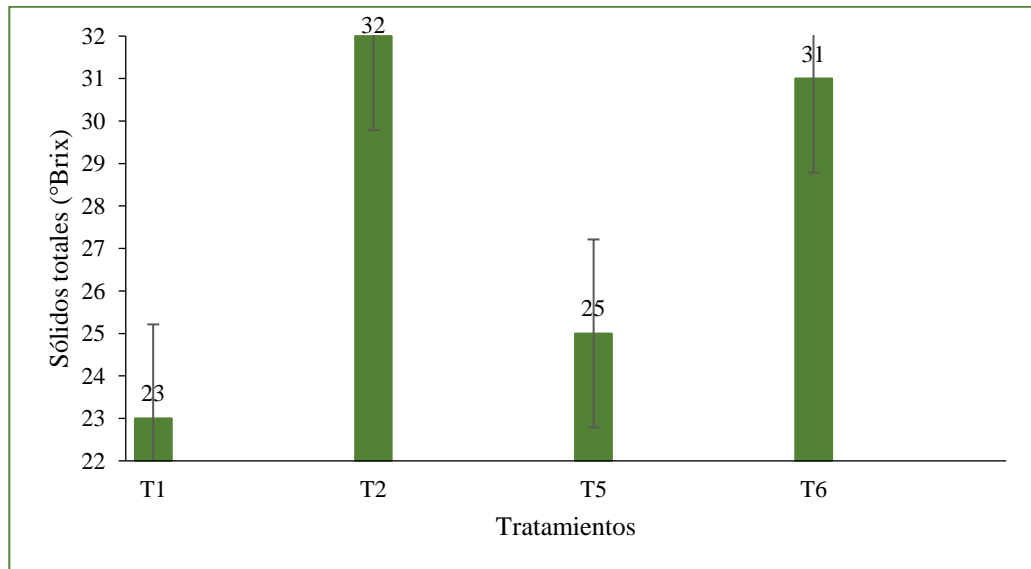
Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 4 muestra los valores promedio de la concentración de ácido cítrico (mg/g) en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (*p-value* 1.16E-06) entre tratamientos, específicamente entre T5 y

T1, T2, T6; y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre el T5 y T2, además los valores tratamientos T1, T2 y T6 coinciden dentro de un mismo rango de error.

Figura 5.

Sólidos solubles totales (°Brix) para cada tratamiento

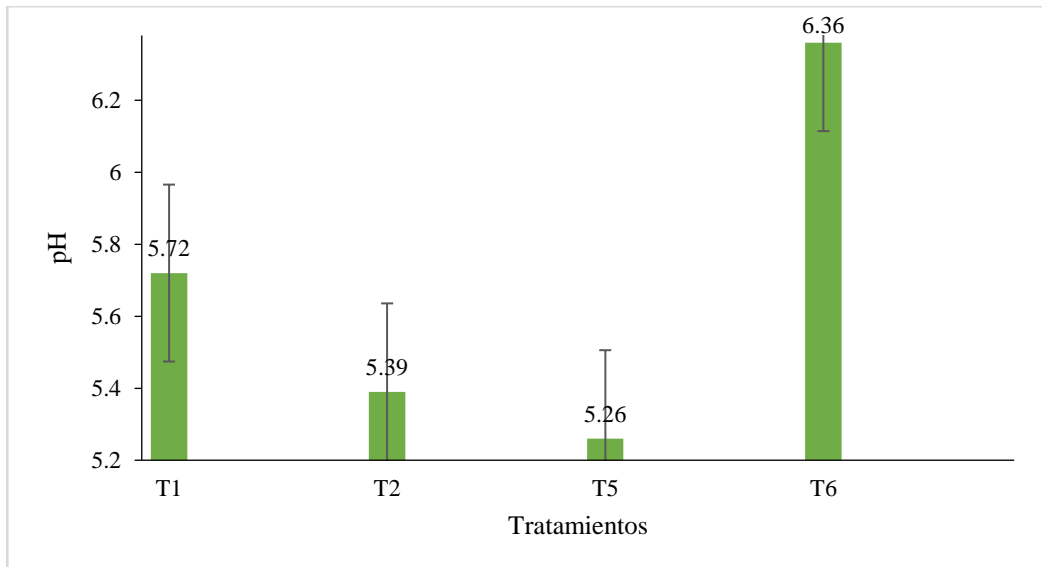


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 5 muestra los valores promedio de la concentración de sólidos totales (°Brix) en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (p -value $2.67E-06$) entre tratamientos, específicamente entre T1 y T5 (p -value 0.0081), T1 y T6 (p -value $4.15E-06$), T1 y T2 (p -value $8.70E-07$); asimismo entre T5 y T6 (p -value 0.0001); T5 y T2 (p -value $8.49E-06$); y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre el T1 y T2, y también T1 y T6; además los valores tratamientos T2 y T6 coinciden dentro de un mismo rango de error.

Figura 6.

pH del producto obtenido en cada tratamiento

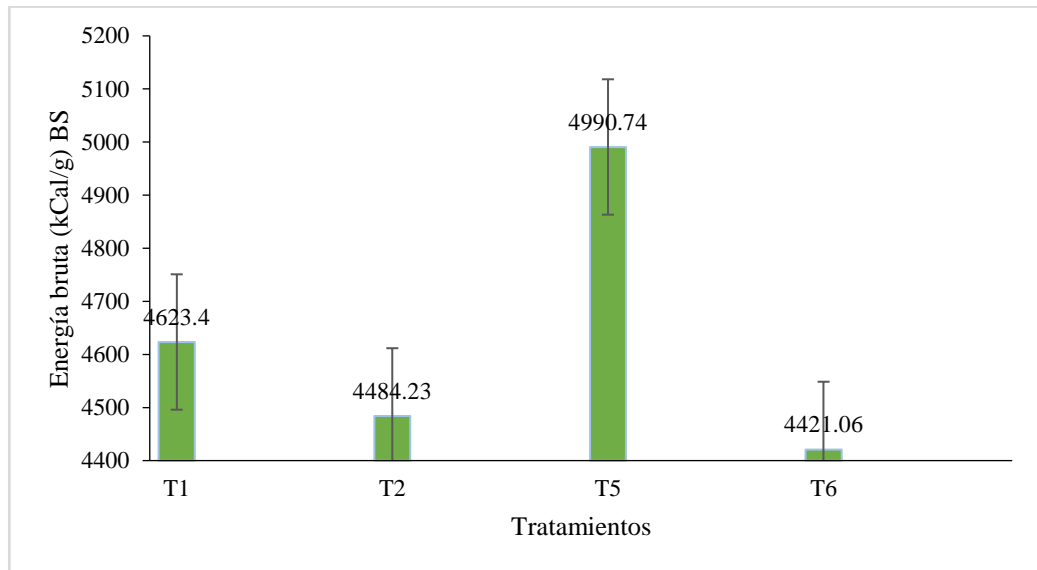


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 6 muestra los valores promedio de la acidez iónica (pH) en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (*p-value* 9.97E-11) entre todos los tratamientos; según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre el T5 y T6, y también T2 y T6; además los valores tratamientos T2 y T5 coinciden dentro de un mismo rango de error.

Figura 7.

Energía bruta (kcal/g) en base seca por cada tratamiento

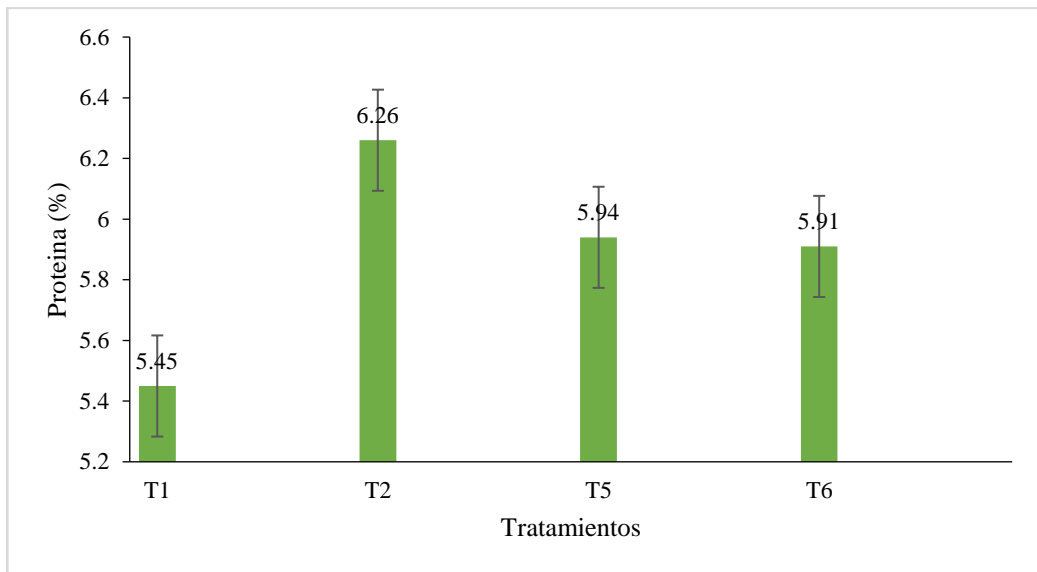


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 7 muestra los valores promedio energía bruta (kcal/g) en base seca en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (p -value $3.657E-12$) entre tratamientos, específicamente entre T6 y T2 (p -value $5.40E-09$), T6 y T5 (p -value $2.47E-09$), T6 y T1 (p -value $5.12E-13$); asimismo entre T2 y T1 (p -value $1.02E-11$); T5 y T1 (p -value $1.50E-11$); y según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) la mayor diferencia está entre el T6 y T1; además los valores tratamientos T1, T2 y T6 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 8.

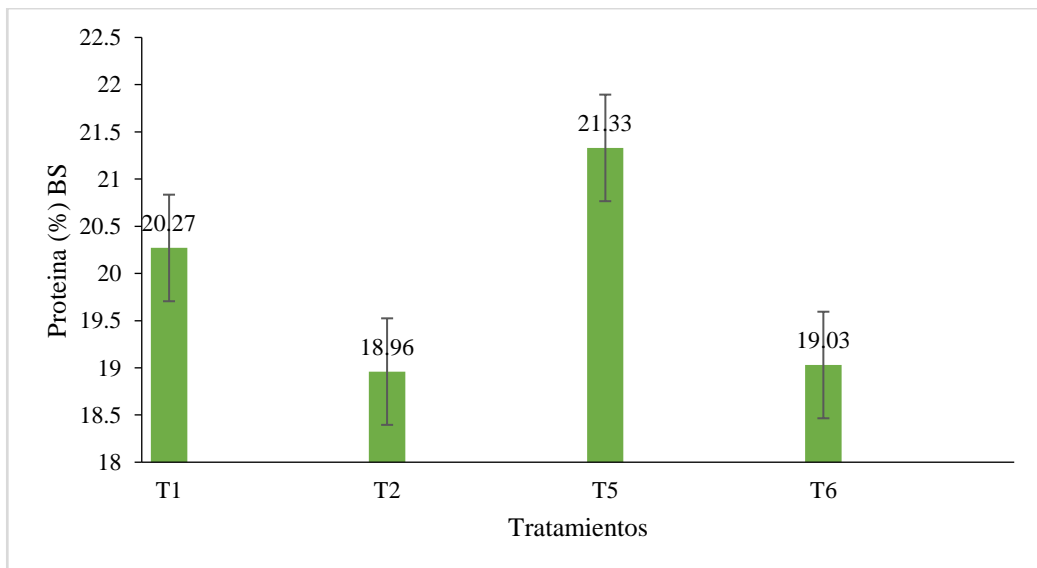
Proteína (%) calculado en base húmeda del producto obtenido en cada tratamiento



Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

Figura 9.

Proteína (%) calculado en base seca del producto obtenido en cada tratamiento.

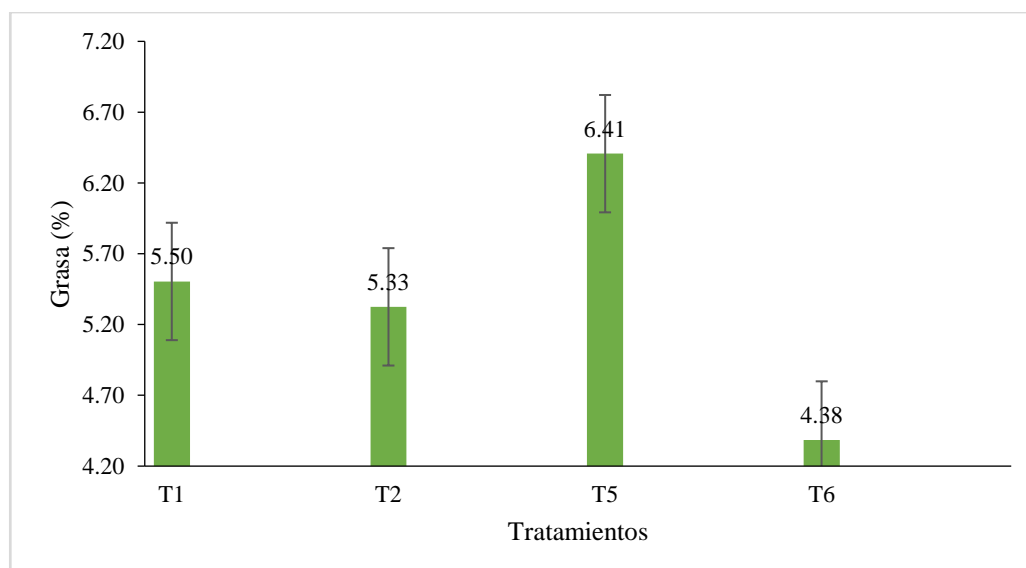


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

Las figuras 8 y 9 muestran los valores promedio de proteína en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA de los datos de proteína en base húmeda, existe diferencia significativa (p -value 1.617E-07) entre tratamientos, específicamente entre T1 y T6 (p -value 1.81E-06), T1 y T5 (p -value 1.03E-06), T1 y T2 (p -value 1.920E-08); asimismo entre T6 y T2 (p -value 1.03E-05); T5 y T2 (p -value 2.18E-05); y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre el T1 y T2; además los valores tratamientos T2 y T6 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error. En el caso del análisis de la proteína en base húmeda no existe diferencia significativa entre los tratamientos (p -value 0.0554)

Figura 10.

Grasa (%) del producto obtenido en cada tratamiento

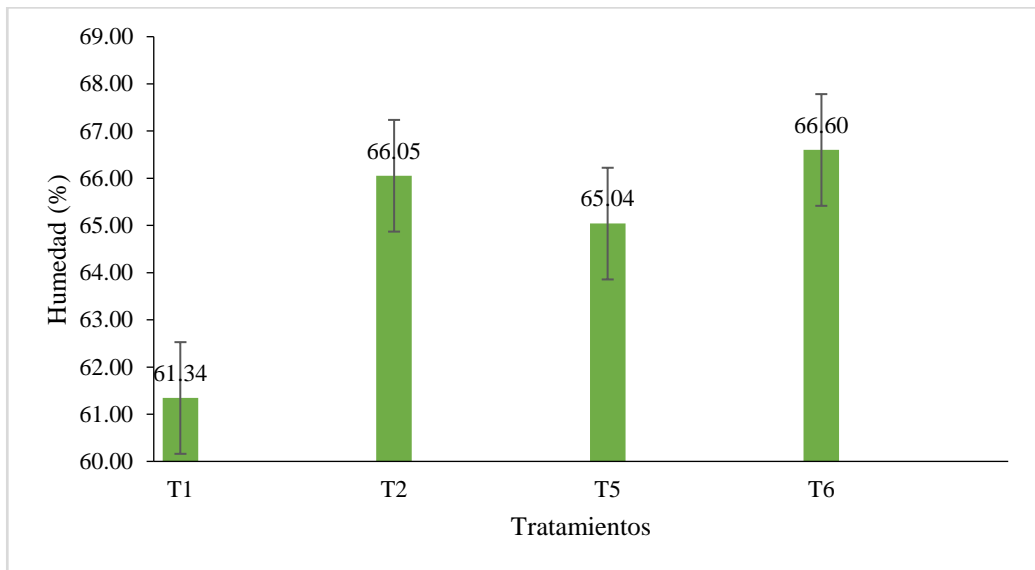


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 10 muestra los valores promedio de grasa (%) en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (p -value 3.76E-11) entre todos tratamientos, según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T6 y T5; además los valores tratamientos T1 y T2 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 11.

Humedad (%) del producto obtenido en cada tratamiento

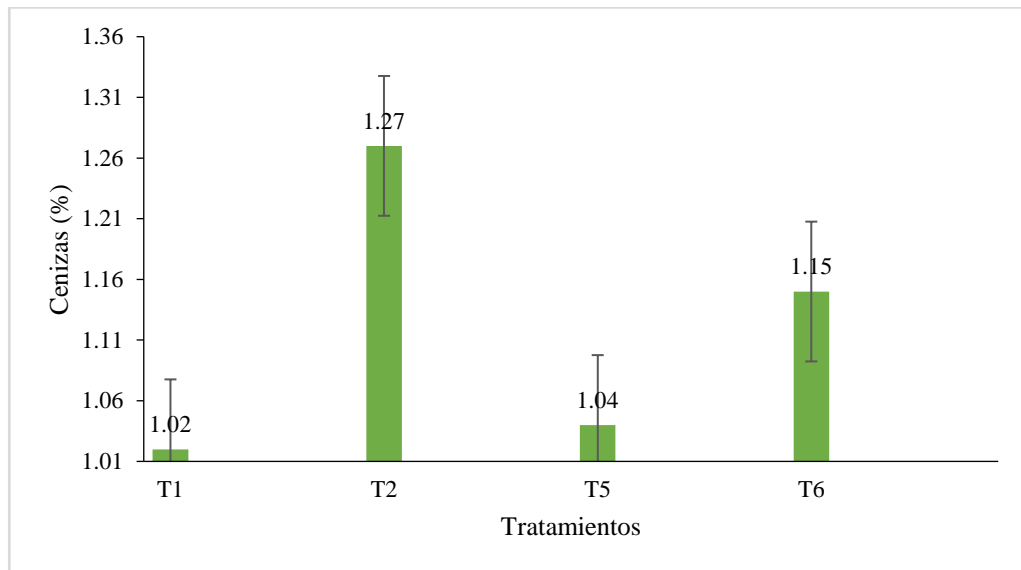


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 11 muestra los valores promedio de humedad (%) en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA, existe diferencia significativa (*p-value* 0.0014) entre tratamientos, específicamente entre T1 y T5 (*p-value* 0.0029), T1 y T2 (*p-value* 0.0007), T1 y T6 (*p-value* 0.0003); y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre el T1 y T6; además los valores tratamientos T2, T5 y T6 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 12.

Ceniza (%) del producto obtenido en cada tratamiento

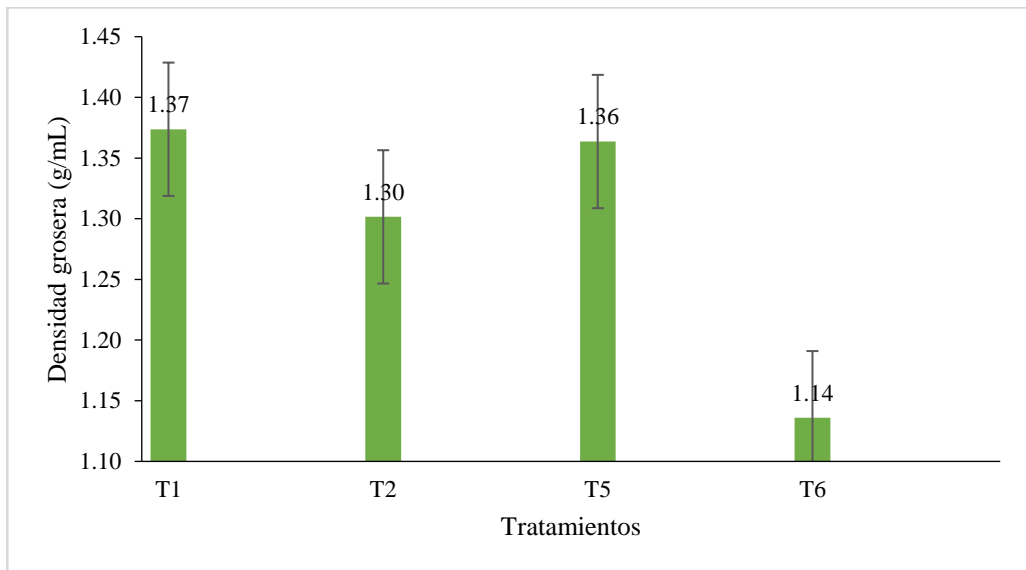


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 12 muestra los valores de cenizas registrado en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA existe diferencia significativa (p -value 6.77E-06) entre tratamientos, específicamente entre T1 y T6 (p -value 0.003), T1 y T2 (p -value 1.93E-06); asimismo entre T5 y T6 (p -value 0.0008); T5 y T2 (p -value 3.64E-06), T6 y T2 (p -value 0.0003) y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T1 y T2; además los valores tratamientos T1 y T5 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 13.

Densidad grosera (g/ml) del producto obtenido en cada tratamiento

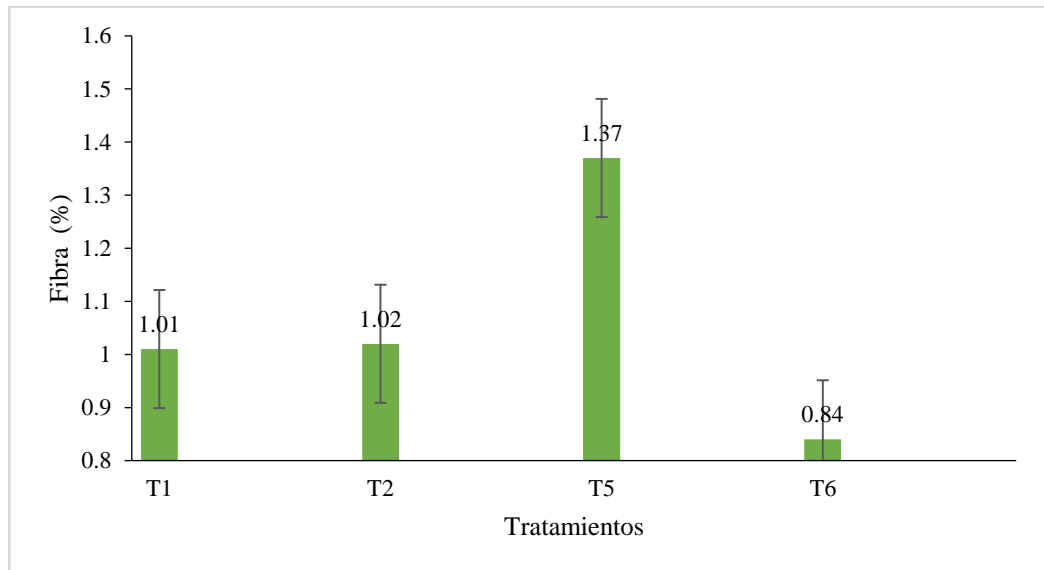


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 13 muestra los valores de la densidad registrado en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA existe diferencia significativa (p -value 6.66E-07) entre tratamientos, específicamente entre T6 y T2 (p -value 2.03E-06), T6 y T5 (p -value 2.87E-07); entre T6 y T1 (p -value 2.04E-07); asimismo entre T2 y T5 (p -value 0.0082), T2 y T1 (p -value 0.0031) y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T6 y T1; además los valores tratamientos T1, T2 y T5 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 14.

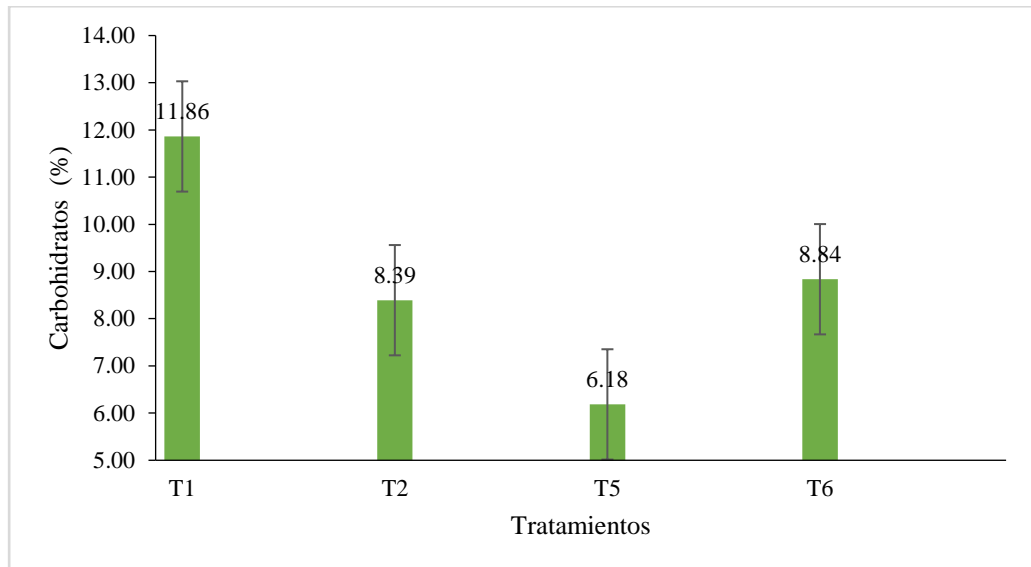
Fibra (%) en cada tratamiento



Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 14 muestra los valores de fibra (%) registrado en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA existe diferencia significativa (p -value 2.43E-07) entre tratamientos, específicamente entre T6 y T1 (p -value 0.0002), T6 y T2 (p -value 0.0001); T6 y T5 (p -value 3.43E-08); asimismo entre T1 y T5 (p -value 7.34E-07), T2 y T5 (p -value 7.90E-07) y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T6 y T5; además los valores tratamientos T1, T2 y T6 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 15.
Carbohidratos (%) en cada tratamiento

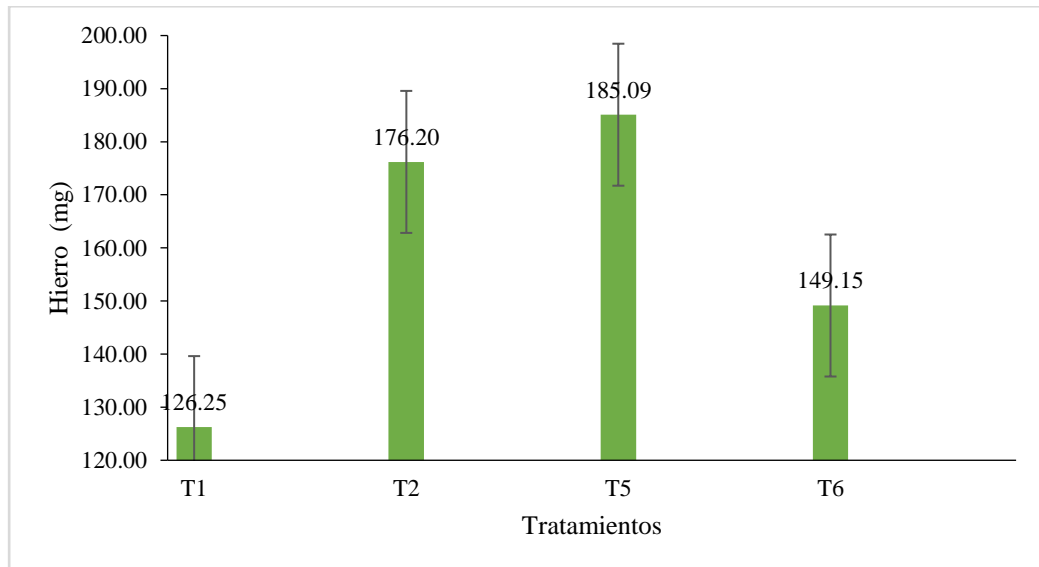


Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 15 muestra los valores de carbohidratos (%) registrado en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA existe diferencia significativa (p -value 2.03E-15) entre todos tratamientos, según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T5 y T1; además los valores tratamientos T2 y T6 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

Figura 16.

Contenido de hierro (ppm) en cada tratamiento



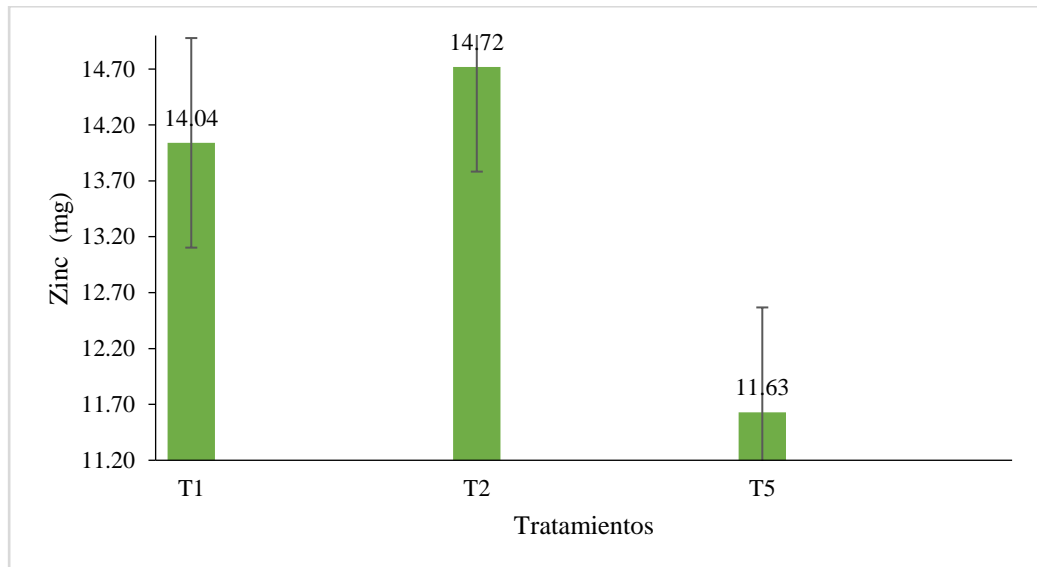
Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 16 muestra los valores del contenido de hierro (mg) registrado en los tratamientos T1, T2, T5 y T6, según el ANVA existe diferencia significativa (p -value $7.45E-09$) entre todos tratamientos y según la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) la mayor diferencia está entre T1 y T5, además los valores tratamientos T2 y T5 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error.

El tratamiento T5 registra 185.09 ppm, el tratamiento T2 registra 176.20 ppm, el T6 registra 149.15 ppm y el tratamiento registra T1 126.25 ppm, demostrándose en todos los casos un contenido importante de hierro.

Figura 17.

Contenido de Zinc (ppm) en cada tratamiento



Nota. Los tratamientos son T (% harina de sangre de vacuno / % panela); T1: (1%/10%), T2: (1%/15%), T5: (2%/15%) y T6: (2%/20%).

La figura 17 muestra los valores del contenido de zinc (mg) registrado en los tratamientos T1, T2 y T5 según el ANVA existe diferencia significativa (p -value 5.38E-07) entre todos tratamientos evaluados y según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) la mayor diferencia está entre T5 y T2, además los valores tratamientos T1 y T2 coinciden aproximadamente dentro de un mismo rango de error. El tratamiento T2 registra 14.72 ppm, el tratamiento T1 registra 14.04 ppm, con lo cual se demuestra su apreciable contenido de zinc.

IV. DISCUSIÓN

Al contrastar el objetivo de la investigación y los resultados obtenidos se puede asegurar que se logró determinar las concentraciones de harina de sangre de vacuno y panela para la elaboración de una crema dulce de pajuro, las cuales fueron 2% de harina de sangre de vacuno y 15% de adición de panela granulada, lo cual fue correspondiente al tratamiento T5 que demostró presentar características sensoriales calificadas entre me gusta ligeramente y me gusta bastante; y sobre todo registra 21.33% de proteína en base seca y 185.09 ppm de hierro (figuras 8, 9 y 16), con lo cual se infiere que se propone la elaboración de un producto que podría coadyuvar a problemas de la sociedad relacionadas con la calidad y seguridad alimentaria; es decir se proyecta una solución viable desde el punto de vista tecnológico a un problema de salud pública, que afecta a la población especialmente de niños en relación a su desarrollo físico, mental e inmunológico (Serpa *et al.*,2015); que en el caso de Perú según el Instituto Nacional de Salud de Perú (2021), el 43.6% de la población infantil, niños menores de 3 años presenta anemia, un problema muy grave que exige la confluencia de esfuerzos para su solución.

La materia prima utilizada como base de la investigación fue el pajuro (*E. edulis*), una leguminosa comestible, que conforme a los resultados obtenidos es posible otorgarle valor agregado en este caso mediante su procesamiento y la proyección de un producto altamente nutritivo con aceptación sensorial de los consumidores; lo mencionado contrasta con la necesidad de proponer alternativas innovadoras, para producir alimentos saludables, nutritivos y accesibles; alimentos que sustentan la economía especialmente de las familias rurales basado en la existencia de aproximadamente 113 especies de pajuro en diversas regiones del mundo, se produce en las regiones andinas de Colombia, Ecuador y Perú (Guevara, y otros, 2013); así como su cultivo en zonas de clima frío moderado adaptándose entre los 1200 a 2600 m.s.n.m, en el caso de Perú en los departamentos de Amazonas, Pasco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, y San Martín (Silva, y otros, 2015).

De acuerdo a los resultados indicados en la figura 16, 17 y 9, el contenido de hierro es de 185.09 ppm Zinc 11.63 ppm y proteína 21.33% en base seca, en el producto obtenido mediante un proceso tecnológico que incluye tratamientos térmicos y mecánicos, con lo cual se puede inferir que existe alta influencia del uso del pajuro ya que el pajuro dentro

de su valor nutricional presenta proteínas 4% en base húmeda y 20.50% en base seca (Barrera & Mejia, 1998), pero también se puede discutir que no se aprovecharía el valor proteínico al considerar que el pajuro en base seca presentaría proteínas 35.27% (Espinoza , 2018), sin embargo se debe considerar que también dependió de la aceptación de los consumidores; asimismo el contenido de un macronutriente como el hierro es 37.5 mg/kg (Espinoza , 2018), que en el producto se habría potenciado. Al considerar que el pajuro presenta 6.56% de proteína (Salazar, 2020) o alta calidad proteínica con 25% por cada 100 g (Cardenas, 2012) entonces mediante la propuesta tecnológica definitivamente se estaría aprovechando dichas características.

Desde el punto de vista tecnológico conforme a los resultados en la aceptación del sabor, olor, color y textura (Figura 3), así como la densidad grosera (Figura 13) y la humedad (Figura 11), se puede tener la certeza que la materia prima base permite la obtención de un producto que presenta la facilidad para el procesado, puede ser suplemento o complemento, incluso podría ser mejorador de características fisicoquímicas; en conclusión con alto nivel de certeza se puede asegurar que es posible obtener una crema dulce en base al pajuro; lo mencionado confluye con las condiciones o formas como ha sido utilizado el pajuro, por ejemplo después de la extracción de semillas de pajuro a 130 °C y 13% de humedad mostraron mejores propiedades funcionales como índice de absorción de agua (7,57%) e índice de solubilidad en agua (38,85%) (Delgado *et al.*, 2020); la harina de pajuro fue usada como suplemento en la alimentación de cuyes concluyendo que el uso de la harina tiene un efecto positivo sobre los parámetros productivos (Guevara, y otros, 2013); también sustituyeron de manera parcial la harina de trigo por harina y pasta de pajuro para la elaboración de panes, demostrando la posibilidad tecnológica de diversificar el uso de las semillas de pajuro para la industria de la panificación, ya por ejemplo al sustituir solamente 10% los panes obtenidos presentan 11.96% de proteína, 10% de grasa y 58.78% de carbohidratos. (Zavaleta *et al.*, 2010). Asimismo determinaron la influencia de los diferentes valores de pH y la concentración de proteínas en la determinación de las propiedades tecno funcionales de harina de pajuro, donde se evaluó capacidad de formación de espuma, estabilidad de la espuma y viscosidad, obteniéndose que a pH 9 y 1% de concentración proteínica la capacidad de formación de espuma se incrementa en 50% y es mejor la estabilidad; para la viscosidad se determinó que aplicando concentraciones de 7% en un tiempo de 35 seg. se obtiene una viscosidad optima de valor 1.1209 (Tingal, 2019).

El producto obtenido es una mezcla de harina de sangre de ganado vacuno y panela, teniendo como base al pajuro, con lo cual se ha obtenido un producto aceptado en la evaluación sensorial y sobre todo se ha obtenido un producto rico en concentración de hierro registrando 185.09 ppm (figura 16), un producto evidentemente que tiene un probable potencial para luchar contra la anemia principalmente en la población infantil, un producto tecnológicamente viable y sobre todo elaborado con insumos orgánicos, por lo cual se puede inferir que probablemente la cantidad de hierro presente pueda ser fácilmente asimilado por el organismo de los seres humanos, que por supuesto aún necesita de proseguir con el desarrollo de la investigación bajo condiciones éticas para la investigación; lo mencionado difiere por los procedimientos y el producto obtenido con diversas investigaciones donde proponen la fortificación de alimentos con hierro como una metodología utilizada en todo el mundo para abordar la deficiencia de hierro donde la dificultad sería la falta de biodisponibilidad de los compuestos de hierro (Uauy *et al.*, 2002); la fortificación de alimentos, necesaria para la salud pública bajo la reducción de la anemia, es un espacio para evaluar el uso de vehículos alimentarios, sales de hierro y sus costos (Alves, y otros, 2010); especialmente para la fortificación de alimentos con sales de hierro, como tarea especial ya que la mayoría de complejos de hierro como el sulfato ferroso y cloruro ferroso son altamente solubles en agua que otorgan características sensoriales desagradables y en ocasiones genera problemas gastrointestinales, pero también existen otras sales de hierro insoluble (pirofosfato férrico) que no causan un sabor inaceptable o color en vehículos alimentarios pero tienen baja disponibilidad (Kumari & Kumar, 2022).

En los resultados se resalta el contenido de hierro que fue 185.09 ppm y la riqueza proteica en el producto; sabiendo que se utilizó aditivos como la harina de sangre de ganado vacuno una materia prima altamente nutritiva, se puede asegurar que el producto resalta aquellas características, conforme ocurre cuando se le usa en la elaboración de otros productos; es decir las características del producto son consecuentes con el hecho que la harina de sangre presenta proteína, entre 73.27 a 87.81 % (Mejía *et al.*, 2021); o en el caso que fue utilizada como medio para enriquecer cereales andinos, donde se aplicó 15% de harina de sangre de bovino y tuvo una aceptación de 86,89% y cuyo contenido de hierro fue de 6.72 mg/g, indicando que este producto cubriría el 67.2% de requerimiento en un niño (Fernandez & Huaman, 2017), que sin embargo difiere mínimamente en la concentración de hierro; asimismo el caso que elaboraron galletas

fortificadas con hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo, donde se midió la aceptabilidad al 74% que respondieron me gusta mucho (Baca *et al.*, 2015), que de igual forma confluye con lo encontrado en la investigación en cuanto a la evaluación sensorial donde calificaron entre me gusta ligeramente y me gusta bastante (Figura 17).

Desde el punto de vista sensorial por el caso de la aceptación y el nivel de absorción del hierro evidenciado en el producto, de manera hipotética se puede mencionar que el hierro concentrado por la adición de harina de sangre y panela tendría una probable absorción relativa aceptable por el caso que tuvo buena calificación cualitativa, es decir la obtención de un producto fortificado de manera natural; lo mencionado difiere al caso que en la actualidad la fortificación de alimentos con hierro es un desafío, dado que la absorción relativa es un punto crítico, ya que dependiendo de ello ocurre cambios indeseables en color y sabor, lo cual ocurre porque existe inhibidores de la absorción de hierro (Hurrell *et al.*, 2022); además hay diferentes factores a considerar como la rentabilidad, la palatabilidad del alimento fortificado y la etiología de la deficiencia de hierro debe ser considerada antes de iniciar un programa de fortificación (Hurrell, 1997).

Del mismo modo el producto se elaboró con la adición de panela granulada que tuvo la función de otorgar el sabor dulce que consolidó la aceptación del producto (Figura 3), sin embargo hipotéticamente podemos asegurar que el producto desarrolló características sensoriales adicionales como el aroma, color y olor por efectos del uso de la panela, además de la adición de componentes químicos que de forma general ha otorgado características especiales al producto; lo mencionado se contrasta con el hecho que la panela como medio edulcorante que presenta 2-metil pirazina como compuesto aromático clave (García *et al.*, 2017) y tiene actividad de captación de radicales por la presencia de vitaminas, minerales, ácidos fenólicos y componentes flavonoides así como capacidad antioxidante total (Ebadi & Azlán, 2021).

V. CONCLUSIONES

Se determinó las concentraciones de harina de sangre de vacuno y panela para la elaboración de una crema dulce de pajuro, las cuales fueron 2% de harina de sangre de vacuno y 15% de adición de panela granulada correspondientes al tratamiento T5.

Las características fisicoquímicas del producto fueron en promedio; concentración de ácido cítrico con 0.287 mg/g, sólidos solubles totales 25 °Brix, acidez iónica 5.26, energía bruta 4990.74 kcal/g, proteína 21.33% en base seca, grasa 6.41 %, humedad 65.04%, ceniza 1.04%, densidad grosera entre 1.14 y 1.37 g/ml, fibra 1.37%, carbohidratos 6.18%, hierro 185.09 ppm y zinc 11.63 ppm.

Las características sensoriales del producto tuvieron una calificación entre me gusta ligeramente y me gusta bastante en cuanto especialmente al sabor, olor, textura y color en ese orden de valoración.

VI. RECOMENDACIONES

- Considerar que la materia prima, en este caso el pajuro presente índice de madurez organoléptica.
- Se debería desarrollar el producto a una escala piloto y pueda ser validado para su probable producción y oferta a la sociedad.
- Es necesario seguir un proceso tecnológico que priorice la inocuidad en el caso de la elaboración de harina de sangre, por su condición de ser una materia altamente perecible.
- El producto obtenido después de su desarrollo y validación es necesario proyectarle para fines de luchar contra la anemia en la población infantil.
- En lo subsiguiente se debe considerar que el producto debe ser consumido como un dulce complementario en la alimentación de los niños.
- Es necesario experimentar el producto con la adición de algunas especias que actúen como saborizantes del producto y potencie de esa manera su aceptación sensorial.
- Es necesario evaluar la calidad del hierro que presenta el producto, especialmente en el análisis de su nivel de asimilación en los consumidores.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (1990). *Official methods of analysis*. Virginia: 15. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Inei. (2012). *Censo nacional agrario*. Lima - Perú: Instituto nacional de estadística e informática.
- Serpa , A. M., Vélez, L. M., Barajas , J. A., Castro, C. I., & Zuluaga , R. (2015). Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en vía de desarrollo. – Una revisión . *Agroindustry and Food Science*, 340-353.
- Intiquilla, A., Jimenez, K., Zavaleta , A., Arnaoa , I., Peña, C., Chavez , E. L., & Hernandez, B. (2016). Erythrina edulis (Pajuro) Seed Protein: A New Source of Antioxidant Peptides. *Rev. Natural Product Communications*, 1-6.
- Guevara, J., Diaz, P., Bravo, N., Vera , M., Crosostomo , O., Barbachan, H., & Huaman, D. (2013). Uso de harina de pajuro (Erythrina edulis) como suplemento en la alimentación de cuyes – Lima. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím., Perú.*, 21-28.
- Silva, S., Crisostomo , O., Alvarez, E., Mendoza , G., Rondan, L., & Rubio , J. (2015). Evaluación de propiedades tecno-funcionales que provee la harina de pajuro (Erythrina edulis) a las redes estructurales de Muffins. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo Peru.*, 77-88.
- Barrera, N., & Mejia, M. (1998). Chachafruto, balú, sachaporoto; Erythrina edulis. Triana. Pasado, presente y futuro. *Universidad Nacional de Colombia - UNAL*, 3 ed. Bogota, Colombia. p 1-16.
- Espinoza , G. (2018). Análisis químico proximal de granos y harina de “Pajuro” (Erythrina edulis) y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate. *Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico - Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima - Perú*, 65.
- Salazar, E. (2020). Modelado de la cinética de secado por convección forzada de la semilla de pajuro (Erythrina edulis Triana). *Tesis para título profesional - Universidad nacional agraria de la Selva*, 60.

- Cardenas, S. E. (2012). El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investigaciones sociales*, 16(28), 97-104.
- Delgado, V., Cortez, P., Guevara, A., & Vilchez, C. (2020). Características físico-químicas de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) y propiedades funcionales después de la extrusión. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 263-273.
- Zavaleta, W., Millones, C. E., Torres, E. V., & Vasquez, E. R. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) con harina y pasta de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) para la elaboración de pan enriquecido. *Rev. Aporte Santiaguino*, 75-85.
- Tingal, K. L. (2019). Influencia de los diferentes valores de pH y la concentración de proteína en la determinación de las propiedades tecnofuncionales de la harina de pajuro (*Erythrina edulis*). *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias alimentarias, Unniversidad Nacional de Cajamarca*, 70.
- Uauy, R., Hertrampf, E., & Reddy, M. (2002). Forging Effective Strategies to Combat Iron Deficiency. Iron Fortification of Foods: Overcoming Technical and Practical Barriers. *American Society for Nutritional Sciences*, 849s-852s.
- Alves, J., Dinis, F., Da Silva, D., Dutra de Oliveira, J. E., Costa da Silva, M., & Nogueira de Almeida, C. A. (2010). Iron Fortification Strategies for the Control of Childhood Anemia in Brazil. *Journal of tropical pediatrics*, 448-451.
- Kumari, A., & Kumar, A. (2022). Iron nanoparticles as a promising compound for food fortification in iron deficiency anemia: a review. *J Food Sci Technol*, 3319–3335.
- Belkot, Z. (2001). The nutritional value of cattle blood. *Medycyna weterynaryjna*, 412-414.
- Mejía, F., Bernal, W., Zamora, J., & Yoplac, I. (2021). Predicción de la composición química de harina de sangre bovina mediante Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 15-21.
- Fernandez, T. E., & Huaman, R. C. (2017). *Calidad nutritiva y aceptabilidad de la barra de cereales andinos enriquecida con harina de sangre de bovino en preescolares*

de una institución educativa - Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4674>

- Baca, S. E., Cantillano, M. S., & Carmona, K. A. (2015). *Elaboración de galleta nutritiva fortificada con hierro proveniente de hemoglobina bovina en polvo en el período comprendido entre Marzo 2014- Marzo 2015*. (U. A. Nicaragua, Editor) Obtenido de Tesis para optar en Título de Ingeniero de Alimentos.
- Hurrell, R. F. (2022). Ensuring the Efficacious Iron Fortification of Foods: A Tale of Two Barriers. *Nutrients*, 1-19.
- Hurrell, R. F. (1997). Preventing Iron Deficiency Through Food Fortification. *Nutrition Reviews*, 210-222.
- García, J. M., Narvaez, P. C., Heredia, F. J., Orjuela, A., & Osorio, C. (2017). Physicochemical and sensory (aroma and colour) characterisation of a non-centrifugal cane sugar ("panela") beverage. *Food Chemistry*, 7-13.
- Galina, J., Guerra, M., Guilarte, D., & Alvarado, C. (2012). Polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 303-310.
- Ebadi, S., & Azlán, A. (2021). Nutritional Composition and Role of Non-centrifugal Sugar (NCS) in Human Health. *Current nutrition & food science*, 249-257.
- Grández, G. (2008). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de la evaluación sensorial.

Tabla 2.

Resultados de la calificación del olor del producto obtenido en cada tratamiento.

Calificación de olor por los panelistas																															
Tratamiento	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30	Promedio
T1	8	6	8	7	6	5	6	6	5	6	6	7	7	7	8	7	8	4	5	6	6	7	6	6	7	8	8	6	7	6	6.50
T2	6	6	7	7	6	5	7	6	5	5	6	5	6	6	6	6	7	5	6	7	6	7	7	6	8	8	7	7	7	6	6.30
T3	6	6	8	7	4	5	7	4	5	7	5	4	4	7	7	7	7	5	4	8	5	6	3	6	8	7	8	5	6	6	5.90
T4	5	7	7	7	6	5	7	5	6	5	4	6	2	6	4	5	6	5	4	6	5	6	8	6	8	6	8	5	7	6	5.77
T5	5	8	7	7	6	5	7	5	6	7	7	5	3	6	8	2	6	5	5	6	5	6	6	6	7	5	9	7	7	7	6.03
T6	5	5	8	7	5	5	4	5	5	8	8	5	3	6	7	7	6	5	3	7	5	6	1	6	7	5	8	7	7	6	5.73
T7	6	7	7	6	5	5	8	6	5	6	6	7	2	6	4	3	5	5	4	7	5	6	2	6	8	5	6	6	7	6	5.57
T8	6	6	8	6	5	5	7	5	5	6	8	6	2	7	7	4	5	5	4	7	4	7	5	7	7	5	7	6	7	6	5.83
T9	6	5	7	8	5	5	7	4	6	4	4	5	1	7	8	5	5	6	4	8	5	7	4	7	8	5	6	6	7	6	5.70

Tabla 3.

Resultados de la calificación del color del producto obtenido en cada tratamiento.

Calificación de color por los panelistas																															
Tratamiento	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30	Promedio
T1	6	5	3	8	7	4	5	5	4	5	5	6	6	6	8	5	6	6	5	6	4	8	4	7	8	8	6	7	8	6	5.90
T2	6	6	4	8	7	4	5	5	5	7	5	7	6	7	6	5	6	5	5	8	4	8	6	6	7	8	7	7	6	6	6.07
T3	6	5	5	6	6	4	5	5	4	5	5	6	5	7	6	3	6	6	3	9	4	6	2	5	7	7	8	6	7	6	5.50
T4	6	6	5	7	7	4	7	5	7	6	4	8	2	7	8	5	6	5	3	6	5	6	6	5	8	6	7	6	7	6	5.87
T5	6	6	4	7	7	4	5	5	5	6	5	7	5	6	7	4	6	6	4	6	7	6	6	5	7	6	9	8	7	6	5.93
T6	6	6	5	6	6	4	5	5	5	5	6	6	2	6	6	3	7	6	2	5	6	6	2	5	8	6	8	8	7	6	5.47
T7	6	6	6	7	7	4	5	5	5	5	6	6	1	6	7	2	6	5	3	5	5	6	1	5	8	5	6	6	7	6	5.27
T8	6	6	7	6	7	4	7	5	7	6	6	7	1	7	7	6	6	6	3	6	4	6	2	5	9	4	6	6	7	6	5.70

T9	6	5	6	6	7	4	5	5	6	5	5	6	1	6	8	6	6	6	4	5	6	6	6	5	8	4	4	4	4	7	6	5.47
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------

Tabla 4.

Resultados de la calificación del sabor del producto obtenido en cada tratamiento.

Calificación de sabor por los panelistas																															
N° de Tratamiento	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30	Promedio
T1	7	6	6	7	8	6	7	8	6	6	7	7	8	7	7	6	7	5	5	6	6	6	6	4	7	8	7	6	8	6	6.53
T2	5	6	7	7	6	3	6	7	6	5	6	5	7	5	7	8	7	5	6	6	4	7	7	6	7	8	6	7	9	5	6.20
T3	5	4	6	4	8	6	7	5	8	5	5	6	3	5	6	3	6	6	3	9	6	6	2	6	8	7	7	6	9	5	5.73
T4	4	4	8	7	6	6	5	5	7	5	4	4	2	4	8	3	6	5	5	9	4	4	2	6	7	7	8	4	6	4	5.30
T5	3	6	7	8	6	4	7	6	6	6	8	6	2	5	7	2	4	5	5	9	4	7	6	6	7	7	9	8	8	9	6.10
T6	6	5	7	7	6	2	5	7	8	7	9	8	3	6	6	8	6	5	6	8	6	7	2	6	8	6	9	9	8	3	6.30
T7	6	6	6	7	5	2	8	7	6	6	7	7	1	6	5	3	4	6	2	7	4	3	3	5	7	5	4	3	7	3	5.03
T8	6	5	6	5	5	2	7	5	7	6	9	8	1	5	7	5	4	6	3	5	5	6	2	4	7	5	6	8	7	3	5.33
T9	6	5	7	4	5	2	7	4	5	5	3	5	1	4	7	6	4	6	4	5	5	6	6	6	9	5	6	9	8	2	5.23

Tabla 5.

Resultados de la calificación de la textura del producto obtenido en cada tratamiento.

Calificación de la textura por los panelistas																															
N° DE TRATAMIENTO	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	J29	J30	Promedio
T1	7	5	6	7	5	3	8	6	5	5	6	6	7	7	7	8	7	5	4	7	7	6	7	5	8	8	7	6	8	6	6.30
T2	7	5	6	7	5	2	7	5	6	5	3	5	7	6	7	8	7	5	5	7	5	6	8	5	8	8	7	8	8	5	6.10
T3	6	4	7	4	4	4	7	6	6	5	5	5	5	6	7	3	7	6	4	9	7	6	2	4	8	7	7	4	7	5	5.57
T4	4	5	7	7	5	2	7	4	7	4	4	5	2	5	8	4	7	5	5	9	6	6	2	4	8	7	8	5	6	6	5.47
T5	4	6	8	5	5	4	7	6	6	5	7	6	3	6	7	2	6	5	6	8	7	6	6	5	7	6	9	7	8	8	6.03
T6	7	5	7	5	5	2	7	7	7	7	8	7	3	7	7	6	6	6	5	8	7	7	2	5	8	6	9	8	7	5	6.20
T7	7	6	7	6	5	2	7	6	5	5	6	7	2	7	6	3	6	6	4	7	6	4	5	4	7	5	4	4	6	5	5.33
T8	7	5	6	4	7	2	7	5	9	6	8	6	2	6	6	6	4	5	5	7	7	6	1	4	8	5	6	7	7	5	5.63
T9	6	6	7	4	7	3	7	4	6	6	4	6	1	5	8	7	4	5	5	7	6	6	5	4	8	5	4	8	7	5	5.53

Anexo 2. Datos de la evaluación fisicoquímica.

Tabla 6.

Valores de la concentración de ácido cítrico en el producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	AC. Cítrico (mg/g)	Promedio	Desviación Estándar
T1	0.289	0.287	0.003
	0.287		
	0.283		
T2	0.285	0.287	0.002
	0.289		
	0.289		
T5	0.255	0.255	0.001
	0.254		
	0.255		
T6	0.284	0.287	0.004
	0.291		
	0.284		

Tabla 7.

Valores de sólidos totales (°Brix) en el producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Sólidos totales (°Brix)	Promedio	Desviación Estándar
T1	24	23	1.000
	22		
	23		
T2	31	32	1.000
	32		
	33		
T5	25	25	0.577
	26		
	25		
T6	31	31	0.577
	30		
	30		

Tabla 8.**Valores acidez iónica (pH) del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	pH (dilución de 10 g de muestra con 100 ml de agua destilada)	Promedio	Desviación Estándar
T1	5.7	5.72	0.020
	5.74		
	5.72		
T2	5.39	5.39	0.006
	5.38		
	5.38		
T5	5.23	5.26	0.025
	5.28		
	5.25		
T6	6.3	6.36	0.040
	6.38		
	6.35		

Tabla 9.**Valores de energía bruta (kcal/g) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	Energía bruta (kcal/g) bs	Promedio	Desviación Estándar
T1	4624.5	4623.4	3.166
	4619.4		
	4625.2		
T2	4479.19	4484.23	4.378
	4487.22		
	4486.23		
T5	4492.81	4990.74	2.325
	4488.24		
	4491.27		
T6	4421.21	4421.06	1.105
	4422.12		
	4419.92		

Tabla 10.

Valores de proteína (%) en base húmeda del producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Proteína (%) bh	Promedio	Desviación Estándar
T1	5.48	5.45	0.040
	5.43		
	5.51		
T2	6.19	6.26	0.059
	6.28		
	6.3		
T5	5.98	5.94	0.035
	5.94		
	5.91		
T6	5.88	5.91	0.036
	5.9		
	5.95		

Tabla 11.

Valores de cenizas (%) del producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Cenizas (%)	Promedio	Desviación Estándar
T1	1.02	1.02	0.006
	1.01		
	1.02		
T2	1.25	1.27	0.021
	1.26		
	1.29		
T5	1.03	1.04	0.006
	1.04		
	1.04		
T6	1.1	1.15	0.045
	1.19		
	1.14		

Tabla 12.**Valores de grasa (%) del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	Grasa (%)	Promedio	Desviación Estándar
T1	5.56	5.5	0.057
	5.59		
	5.48		
T2	5.3	5.33	0.035
	5.33		
	5.37		
T5	6.42	6.41	0.006
	6.41		
	6.41		
T6	4.33	4.38	0.042
	4.39		
	4.41		

Tabla 13.**Valores de humedad (%) del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	Humedad (%)	Promedio	Desviación Estándar
T1	60.47	61.34	2.114
	59.8		
	63.75		
T2	66.01	66.05	0.061
	66.12		
	66.02		
T5	65.13	65.04	0.125
	65.1		
	64.9		
T6	66.31	66.60	0.371
	66.98		
	66.37		

Tabla 14.

Valores de densidad grosera (g/ml) en el producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Densidad grosera (g/ml)	Promedio	Desviación Estándar
T1	1.36	1.37	0.006
	1.37		
	1.37		
T2	1.3	1.3	0.012
	1.32		
	1.3		
T5	1.35	1.36	0.006
	1.36		
	1.36		
T6	1.11	1.14	0.032
	1.12		
	1.17		

Tabla 15.

Valores de proteína (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Proteína (%) bs	Promedio	Desviación Estándar
T1	18	20.27	1.966
	21.42		
	21.39		
T2	19.25	18.96	0.248
	18.81		
	18.83		
T5	21.35	21.33	0.038
	21.29		
	21.36		
T6	19	19.03	0.058
	19.1		
	19		

Tabla 16.**Valores de fibra (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	Fibra (%) bh	Promedio	Desviación Estándar
T1	1.02	1.01	0.006
	1.01		
	1.01		
T2	1.01	1.02	0.012
	1.01		
	1.03		
T5	1.35	1.37	0.021
	1.39		
	1.36		
T6	0.91	0.84	0.058
	0.81		
	0.81		

Tabla 17.**Valores de carbohidratos (%) en base seca del producto obtenido en los tratamientos.**

Tratamiento	Carbohidratos (%)	Promedio	Desviación Estándar
T1	11.82	11.86	0.036
	11.87		
	11.89		
T2	8.35	8.39	0.035
	8.41		
	8.41		
T5	6.14	6.18	0.038
	6.21		
	6.2		
T6	8.82	8.84	0.015
	8.83		
	8.85		

Tabla 18.
Valores de hierro (ppm) del producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Hierro (ppm)	Promedio	Desviación Estándar
T1	129.04	126.26	2.444
	125.31		
	124.44		
T2	174.2	176.2	1.952
	176.3		
	178.1		
T5	184.86	185.09	3.071
	188.27		
	182.14		
T6	149.24	149.15	2.201
	151.31		
	146.91		

Tabla 19.
Valores de Zinc (%) del producto obtenido en los tratamientos.

Tratamiento	Zinc (ppm)	Promedio	Desviación Estándar
T1	13.78	14.04	0.229
	14.22		
	14.11		
T2	14.65	14.72	0.062
	14.77		
	14.74		
T5	11.52	11.63	0.093
	11.69		
	11.67		

Anexo 3. Análisis estadístico

a) Concentración de ácido cítrico

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
0.2863	3	0.00306	Group 1
0.2877	3	0.00231	Group 2
0.2547	3	0.00058	Group 3
0.2863	3	0.00404	Group 4
0.2788	12	0.01473	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	0.00232	3	0.000775	98.88	1.16E-06
Error	0.00006	8	0.000008		
Total	0.00239	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		Group 3 (T5)	Group 1 (T1)	Group 4 (T6)	Group 2 (T2)
		0.2547	0.2863	0.2863	0.2877
Group 3	0.2547				
Group 1	0.2863	7.11E-07			
Group 4	0.2863	7.11E-07	1.0000		
Group 2	0.2877	5.17E-07	.5757	.5757	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		Group 3	Group 1	Group 4	Group 2
		0.2547	0.2863	0.2863	0.2877
Group 3	0.2547				
Group 1	0.2863	13.86			
Group 4	0.2863	13.86	0.00		
Group 2	0.2877	14.44	0.58	0.58	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, existe diferencia entre el tratamiento T5 y los tratamientos T1, T2 y T6

b) Concentración de sólidos solubles totales.

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
23.0	3	1.00	T1
32.0	3	1.00	T2
25.3	3	0.58	T5
30.3	3	0.58	T6
27.7	12	3.87	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	159.33	3	53.111	79.67	2.67E-06
Error	5.33	8	0.667		
Total	164.67	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T1	T5	T6	T2
		23.0	25.3	30.3	32.0
T1	23.0				
T5	25.3	.0081			
T6	30.3	4.15E-06	.0001		
T2	32.0	8.70E-07	8.49E-06	.0369	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T1	T5	T6	T2
		23.0	25.3	30.3	32.0
T1	23.0				
T5	25.3	3.50			
T6	30.3	11.00	7.50		
T2	32.0	13.50	10.00	2.50	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, existe diferencia altamente significativa entre el tratamiento T1 y los tratamientos T2 y T6, asimismo entre el tratamiento T5 y los tratamientos T6 y T2, y entre los tratamientos T1 y T5 existe diferencia significativa.

c) pH

One factor ANOVA

Mean	n	Std. Dev	
5.720	3	0.0200	T1
5.383	3	0.0058	T2
5.253	3	0.0252	T5
6.343	3	0.0404	T6
5.675	12	0.4411	Total

ANOVA table

Source	SS	df	MS	F	p-value
Treatment	2.1347	3	0.71157	1054.17	9.97E-11
Error	0.0054	8	0.00068		
Total	2.1401	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T5 5.253	T2 5.383	T1 5.720	T6 6.343
T5	5.253				
T2	5.383	.0003			
T1	5.720	1.92E-08	2.49E-07		
T6	6.343	2.28E-11	6.28E-11	1.95E-09	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T5 5.253	T2 5.383	T1 5.720	T6 6.343
T5	5.253				
T2	5.383	6.13			
T1	5.720	22.00	15.87		
T6	6.343	51.38	45.25	29.38	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre todos los tratamientos.

d) Energía bruta

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
4,623.033	3	3.1660	T1
4,484.213	3	4.3784	T2
4,490.773	3	2.3251	T5
4,421.083	3	1.1055	T6
4,504.776	12	76.8092	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	64,824.4718	3	21,608.15728	2412.83	3.65E-12
Error	71.6441	8	8.95551		
Total	64,896.1159	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T6	T2	T5	T1
		4,421.083	4,484.213	4,490.773	4,623.033
T6	4,421.083				
T2	4,484.213	5.40E-09			
T5	4,490.773	2.47E-09	.0277		
T1	4,623.033	5.12E-13	1.02E-11	1.50E-11	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T6	T2	T5	T1
		4,421.083	4,484.213	4,490.773	4,623.033
T6	4,421.083				
T2	4,484.213	25.84			
T5	4,490.773	28.52	2.68		
T1	4,623.033	82.65	56.81	54.13	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, especialmente entre el tratamiento T6 y los demás tratamientos, asimismo entre el tratamiento T2 y T1; y entre los tratamientos T5 y T1.

e) **Proteína (base húmeda)**

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
5.473	3	0.0404	T1
6.257	3	0.0586	T2
5.943	3	0.0351	T5
5.910	3	0.0361	T6
5.896	12	0.2937	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	0.9335	3	0.31116	163.77	1.61E-07
Error	0.0152	8	0.00190		
Total	0.9487	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T1	T6	T5	T2
		5.473	5.910	5.943	6.257
T1	5.473				
T6	5.910	1.81E-06			
T5	5.943	1.03E-06	.3764		
T2	6.257	1.92E-08	1.03E-05	2.18E-05	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T1	T6	T5	T2
		5.473	5.910	5.943	6.257
T1	5.473				
T6	5.910	12.27			
T5	5.943	13.21	0.94		
T2	6.257	22.01	9.74	8.80	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, especialmente entre el tratamiento T1 y los demás tratamientos, asimismo entre el tratamiento T6 y T2; y entre los tratamientos T5 y T2.

f) Cenizas

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
1.017	3	0.0058	T1
1.267	3	0.0208	T2
1.037	3	0.0058	T5
1.143	3	0.0451	T6
1.116	12	0.1061	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	0.1188	3	0.03961	62.54	6.77E-06
Error	0.0051	8	0.00063		
Total	0.1239	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T1	T5	T6	T2
		1.017	1.037	1.143	1.267
T1	1.017				
T5	1.037	.3589			
T6	1.143	.0003	.0008		
T2	1.267	1.93E-06	3.64E-06	.0003	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T1	T5	T6	T2
		1.017	1.037	1.143	1.267
T1	1.017				
T5	1.037	0.97			
T6	1.143	6.16	5.19		
T2	1.267	12.17	11.19	6.00	

Critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, especialmente entre el tratamiento T1 y los tratamientos T6 y T2, asimismo entre el tratamiento T5 y los tratamientos T6 y T2, además entre el tratamiento T6 y T2.

g) Grasa

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
5.543	3	0.0569	T1
5.333	3	0.0351	T2
6.413	3	0.0058	T5
4.377	3	0.0416	T6
5.417	12	0.7572	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	6.2938	3	2.09793	1346.27	3.76E-11
Error	0.0125	8	0.00156		
Total	6.3063	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T6	T2	T1	T5
		4.377	5.333	5.543	6.413
T6	4.377				
T2	5.333	1.80E-09			
T1	5.543	3.72E-10	.0002		
T5	6.413	4.38E-12	6.87E-10	3.82E-09	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T6	T2	T1	T5
		4.377	5.333	5.543	6.413
T6	4.377				
T2	5.333	29.68			
T1	5.543	36.20	6.52		
T5	6.413	63.19	33.51	26.99	

Critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, existiendo la diferencia mayor entre los tratamientos T6 y T5.

h) Humedad

One factor ANOVA

	<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
	61.340	3	2.1138	T1
	66.050	3	0.0608	T2
	65.043	3	0.1250	T5
	66.553	3	0.3707	T6
	64.747	12	2.3202	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	49.9683	3	16.65611	14.41	.0014
Error	9.2501	8	1.15627		
Total	59.2185	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T1	T5	T2	T6
		61.340	65.043	66.050	66.553
T1	61.340				
T5	65.043	.0029			
T2	66.050	.0007	.2847		
T6	66.553	.0003	.1238	.5822	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T1	T5	T2	T6
		61.340	65.043	66.050	66.553
T1	61.340				
T5	65.043	4.22			
T2	66.050	5.36	1.15		
T6	66.553	5.94	1.72	0.57	

Critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, existiendo diferencia altamente significativa entre el tratamiento T1 y los tratamientos T2 y T6.

i) Densidad

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
1.367	3	0.0058	T1
1.307	3	0.0115	T2
1.357	3	0.0058	T5
1.133	3	0.0321	T6
1.291	12	0.0990	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	0.1054	3	0.03514	113.97	6.66E-07
Error	0.0025	8	0.00031		
Total	0.1079	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T6	T2	T5	T1
		1.133	1.307	1.357	1.367
T6	1.133				
T2	1.307	2.03E-06			
T5	1.357	2.87E-07	.0082		
T1	1.367	2.04E-07	.0031	.5053	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T6	T2	T5	T1
		1.133	1.307	1.357	1.367
T6	1.133				
T2	1.307	12.09			
T5	1.357	15.58	3.49		
T1	1.367	16.27	4.18	0.70	

Critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos, existiendo diferencia altamente significativa entre el tratamiento T6 y los tratamientos T2, T5 y T1.

j) Proteína (base seca)

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
20.270	3	1.9659	T1
18.963	3	0.2485	T2
21.333	3	0.0379	T5
19.033	3	0.0577	T6
19.900	12	1.3254	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	11.4594	3	3.81980	3.89	.0554
Error	7.8628	8	0.98285		
Total	19.3222	11			

Conclusión: No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

k) Fibra

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
1.013	3	0.0058	T1
1.017	3	0.0115	T2
1.367	3	0.0208	T5
0.843	3	0.0577	T6
1.060	12	0.2007	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	0.4351	3	0.14504	147.50	2.43E-07
Error	0.0079	8	0.00098		
Total	0.4430	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T6	T1	T2	T5
		0.843	1.013	1.017	1.367
T6	0.843				
T1	1.013	.0002			
T2	1.017	.0001	.8996		
T5	1.367	3.43E-08	7.34E-07	7.90E-07	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T6	T1	T2	T5
		0.843	1.013	1.017	1.367
T6	0.843				
T1	1.013	6.64			
T2	1.017	6.77	0.13		
T5	1.367	20.44	13.80	13.67	

Critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, excepto entre los tratamientos T1 y T2.

I) Carbohidratos

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
11.860	3	0.0361	T1
8.390	3	0.0346	T2
6.183	3	0.0379	T5
8.833	3	0.0153	T6
8.817	12	2.1137	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	49.1359	3	16.37864	15723.50	2.03E-15
Error	0.0083	8	0.00104		
Total	49.1443	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T5	T2	T6	T1
		6.183	8.390	8.833	11.860
T5	6.183				
T2	8.390	4.61E-13			
T6	8.833	1.07E-13	1.58E-07		
T1	11.860	2.41E-16	1.24E-14	3.69E-14	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

		T5	T2	T6	T1
		6.183	8.390	8.833	11.860
T5	6.183				
T2	8.390	83.74			
T6	8.833	100.56	16.82		
T1	11.860	215.41	131.68	114.85	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos.

m) Hierro

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
126.263	3	2.4437	T1
176.200	3	1.9519	T2
185.090	3	3.0715	T5
149.153	3	2.2013	T6
159.177	12	24.2773	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	6,435.1483	3	2,145.04944	356.60	7.45E-09
Error	48.1223	8	6.01529		
Total	6,483.2707	11			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T1	T6	T2	T5
		126.263	149.153	176.200	185.090
T1	126.263				
T6	149.153	3.10E-06			
T2	176.200	7.15E-09	8.67E-07		
T5	185.090	1.95E-09	9.53E-08	.0022	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 8)

T1	T6	T2	T5
----	----	----	----

		126.263	149.153	176.200	185.090
T1	126.263				
T6	149.153	11.43			
T2	176.200	24.94	13.51		
T5	185.090	29.38	17.95	4.44	

critical values for experiment wise error rate:

0.05	3.20
0.01	4.38

Conclusión: Existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos.

n) Zinc

One factor ANOVA

<i>Mean</i>	<i>n</i>	<i>Std. Dev</i>	
14.037	3	0.2290	T1
14.720	3	0.0624	T2
11.627	3	0.0929	T5
13.461	9	1.4131	Total

ANOVA table

<i>Source</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
Treatment	15.8438	2	7.92188	365.81	5.38E-07
Error	0.1299	6	0.02166		
Total	15.9737	8			

Post hoc analysis

p-values for pairwise t-tests

		T5	T1	T2
		11.627	14.037	14.720
T5	11.627			
T1	14.037	9.97E-07		
T2	14.720	2.26E-07	.0013	

Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 6)

	T5	T1	T2
	11.627	14.037	14.720

T5	11.627			
T1	14.037	20.06		
T2	14.720	25.74	5.69	

critical values for experiment wise error rate:

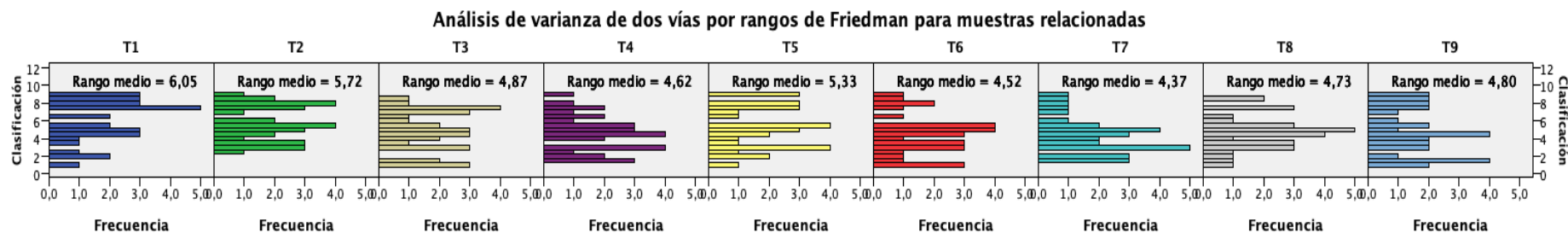
0.05	3.07
0.01	4.48

Conclusión: Existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos evaluados.

Análisis sensorial - Prueba de Friedman.

a) Calificación del olor

Resumen de prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,083	Retener la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				

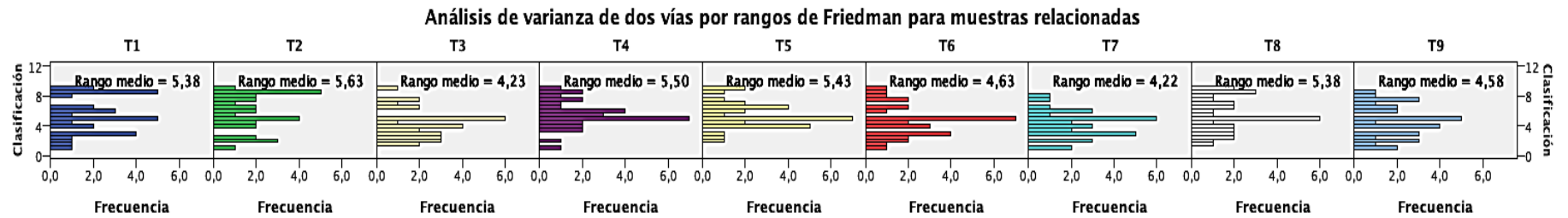


N total	30
Estadístico de contraste	13,939
Grados de libertad	8
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,083

1. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global ha retenido la hipótesis nula de ninguna diferencia.

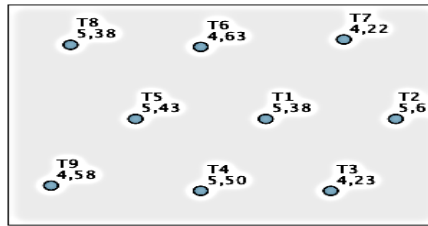
b) *Color*

Resumen de prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,046	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				



N total	30
Estadístico de contraste	15,755
Grados de libertad	8
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,046

Comparación entre parejas



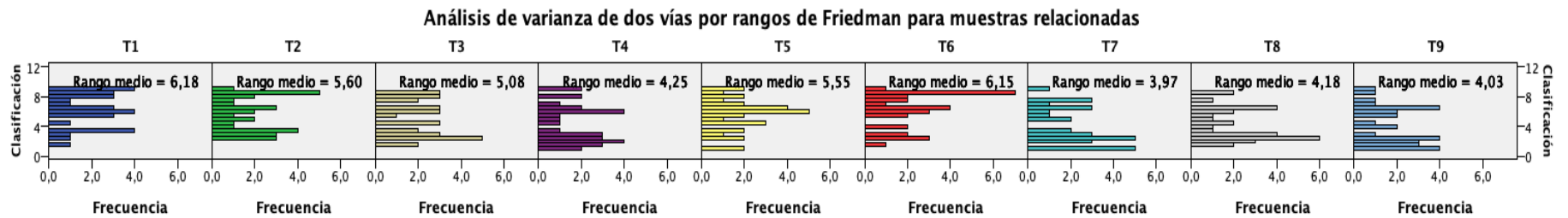
Cada nodo muestra el rango promedio de muestras.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
T7-T3	,017	,707	,024	,981	1,000
T7-T9	-,367	,707	-,519	,604	1,000
T7-T6	,417	,707	,589	,556	1,000
T7-T1	1,167	,707	1,650	,099	1,000
T7-T8	-1,167	,707	-1,650	,099	1,000
T7-T5	1,217	,707	1,721	,085	1,000
T7-T4	1,283	,707	1,815	,070	1,000
T7-T2	1,417	,707	2,003	,045	1,000
T3-T9	-,350	,707	-,495	,621	1,000
T3-T6	-,400	,707	-,566	,572	1,000
T3-T1	1,150	,707	1,626	,104	1,000
T3-T8	-1,150	,707	-1,626	,104	1,000
T3-T5	-1,200	,707	-1,697	,090	1,000
T3-T4	-1,267	,707	-1,791	,073	1,000
T3-T2	1,400	,707	1,980	,048	1,000
T9-T6	,050	,707	,071	,944	1,000
T9-T1	,800	,707	1,131	,258	1,000
T9-T8	,800	,707	1,131	,258	1,000
T9-T5	,850	,707	1,202	,229	1,000
T9-T4	,917	,707	1,296	,195	1,000
T9-T2	1,050	,707	1,485	,138	1,000
T6-T1	,750	,707	1,061	,289	1,000
T6-T8	-,750	,707	-1,061	,289	1,000
T6-T5	,800	,707	1,131	,258	1,000
T6-T4	,867	,707	1,226	,220	1,000
T6-T2	1,000	,707	1,414	,157	1,000
T1-T8	,000	,707	,000	1,000	1,000
T1-T5	-,050	,707	-,071	,944	1,000
T1-T4	-,117	,707	-,165	,869	1,000
T1-T2	-,250	,707	-,354	,724	1,000
T8-T5	,050	,707	,071	,944	1,000
T8-T4	,117	,707	,165	,869	1,000
T8-T2	,250	,707	,354	,724	1,000
T5-T4	,067	,707	,094	,925	1,000
T5-T2	,200	,707	,283	,777	1,000
T4-T2	,133	,707	,189	,850	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias

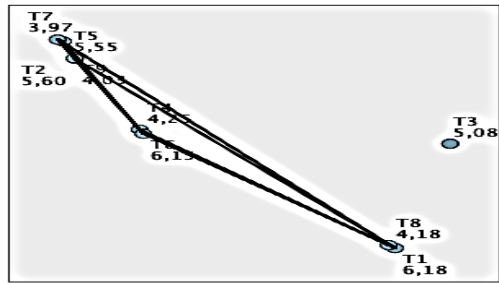
c) *Sabor*

Resumen de prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,000	Rechazar la Hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				



N total	30
Estadístico de contraste	29,948
Grados de libertad	8
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Comparación entre parejas



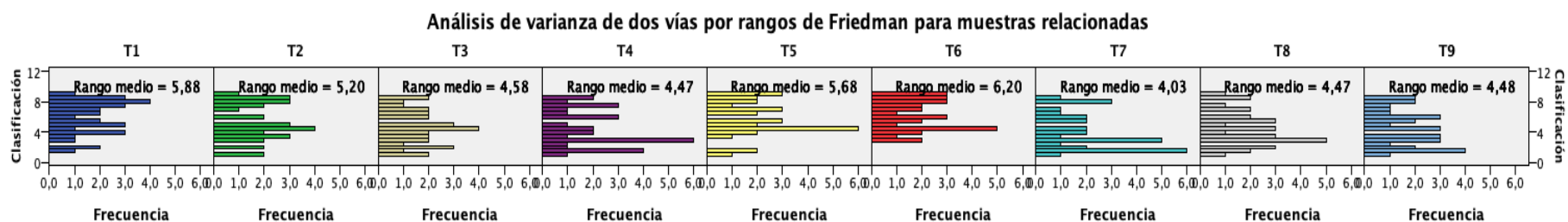
Cada nodo muestra el rango promedio de muestras.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
T7-T9	-,067	,707	-,094	,925	1,000
T7-T8	-,217	,707	-,306	,759	1,000
T7-T4	,283	,707	,401	,689	1,000
T7-T3	1,117	,707	1,579	,114	1,000
T7-T5	1,583	,707	2,239	,025	,905
T7-T2	1,633	,707	2,310	,021	,752
T7-T6	2,183	,707	3,088	,002	,073
T7-T1	2,217	,707	3,135	,002	,062
T9-T8	,150	,707	,212	,832	1,000
T9-T4	,217	,707	,306	,759	1,000
T9-T3	1,050	,707	1,485	,138	1,000
T9-T5	1,517	,707	2,145	,032	1,000
T9-T2	1,567	,707	2,216	,027	,962
T9-T6	2,117	,707	2,993	,003	,099
T9-T1	2,150	,707	3,041	,002	,085
T8-T4	,067	,707	,094	,925	1,000
T8-T3	,900	,707	1,273	,203	1,000
T8-T5	1,367	,707	1,933	,053	1,000
T8-T2	1,417	,707	2,003	,045	1,000
T8-T6	1,967	,707	2,781	,005	,195
T8-T1	2,000	,707	2,828	,005	,168
T4-T3	,833	,707	1,179	,239	1,000
T4-T5	-1,300	,707	-1,838	,066	1,000
T4-T2	1,350	,707	1,909	,056	1,000
T4-T6	-1,900	,707	-2,687	,007	,260
T4-T1	1,933	,707	2,734	,006	,225
T3-T5	-,467	,707	-,660	,509	1,000
T3-T2	,517	,707	,731	,465	1,000
T3-T6	-1,067	,707	-1,508	,131	1,000
T3-T1	1,100	,707	1,556	,120	1,000
T5-T2	,050	,707	,071	,944	1,000
T5-T6	-,600	,707	-,849	,396	1,000
T5-T1	,633	,707	,896	,370	1,000
T2-T6	-,550	,707	-,778	,437	1,000
T2-T1	,583	,707	,825	,409	1,000
T6-T1	,033	,707	,047	,962	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

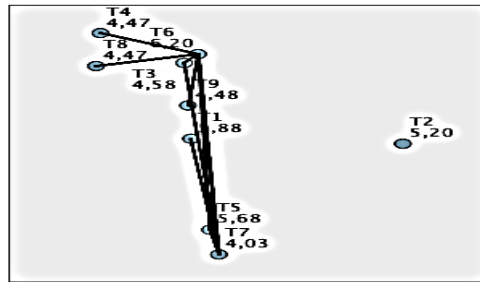
d) *Textura*

Resumen de prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,003	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.				



N total	30
Estadístico de contraste	22,973
Grados de libertad	8
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,003

Comparación entre parejas



Cada nodo muestra el rango promedio de muestras.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
T7-T4	,433	,707	,613	,540	1,000
T7-T8	-,433	,707	-,613	,540	1,000
T7-T9	-,450	,707	-,636	,525	1,000
T7-T3	,550	,707	,778	,437	1,000
T7-T2	1,167	,707	1,650	,099	1,000
T7-T5	1,650	,707	2,333	,020	,706
T7-T1	1,850	,707	2,616	,009	,320
T7-T6	2,167	,707	3,064	,002	,079
T4-T8	,000	,707	,000	1,000	1,000
T4-T9	-,017	,707	-,024	,981	1,000
T4-T3	,117	,707	,165	,869	1,000
T4-T2	,733	,707	1,037	,300	1,000
T4-T5	-1,217	,707	-1,721	,085	1,000
T4-T1	1,417	,707	2,003	,045	1,000
T4-T6	-1,733	,707	-2,451	,014	,512
T8-T9	-,017	,707	-,024	,981	1,000
T8-T3	,117	,707	,165	,869	1,000
T8-T2	,733	,707	1,037	,300	1,000
T8-T5	1,217	,707	1,721	,085	1,000
T8-T1	1,417	,707	2,003	,045	1,000
T8-T6	1,733	,707	2,451	,014	,512
T9-T3	,100	,707	,141	,888	1,000
T9-T2	,717	,707	1,014	,311	1,000
T9-T5	1,200	,707	1,697	,090	1,000
T9-T1	1,400	,707	1,980	,048	1,000
T9-T6	1,717	,707	2,428	,015	,547
T3-T2	,617	,707	,872	,383	1,000
T3-T5	-1,100	,707	-1,556	,120	1,000
T3-T1	1,300	,707	1,838	,066	1,000
T3-T6	-1,617	,707	-2,286	,022	,800
T2-T5	-,483	,707	-,684	,494	1,000
T2-T1	,683	,707	,966	,334	1,000
T2-T6	-1,000	,707	-1,414	,157	1,000
T5-T1	,200	,707	,283	,777	1,000
T5-T6	-,517	,707	-,731	,465	1,000
T1-T6	-,317	,707	-,448	,654	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

Anexo 4. Documentos reportados de los análisis fisicoquímicos.

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 038	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 712 - 714	

1. DATOS :

Solicitante : GHANDI LEON VEGA

Departamento : AMAZONAS

Provincia : CHACHAPOYAS

Distrito : CHACHAPOYAS

Caserío : S/N

N. Parcela : T-01, T-02, T-03

Cod. Muestra : 712-714

Fecha : 30/10/23

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO Fe, Zn TEJIDO VEGETAL

Número de Muestra		Fe	Zn
Libro	Muestra		
		ppm	
712	T-01	126,250	14,040
713	T-02	176,200	14,720
714	T-03	185,090	11,630

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal de LABISAG.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS LABISAG


 EIDER ANSHIPE VELA
 TECNICO
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS LABISAG


 JESUS LEON BARRIOS
 TECNICO
 RESPONSABLE DE LABISAG

Recibi conforme

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Anexo 5. Fotografías

Fotografía 1. Selección de la materia prima.



Fotografía 2. Secado de sangre de vacuno.



Fotografía 3. Pesado de panela.



Fotografía 4. Cocción de pajuro hasta textura blanda.



Fotografía 5. Pesado de harina de sangre de vacuno.



Fotografía 6. Tamizado de crema dulce de pajuro.



Fotografía 7. Cocción II: Concentración por evaporación de agua.



Fotografía 8. Envasado de crema dulce de pajuro.



Fotografía 9. Proceso de autoclave al producto terminado.



Fotografía 10. Crema dulce de pajuro envasado, almacenado y codificado.



Fotografía 11. Evaluación de crema dulce de pajuro por panelistas no entrenados.



Fotografía 12. Análisis para determinar proteína.

