



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA
INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA
(*Acca sellowiana*).”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agroindustriales

AUTORES:

Mejia Portilla Jair Alexis

Rosero Saquina Jhonny Dario

TUTORA:

Trávez Castellano Ana Maricela

LATACUNGA ECUADOR

Julio 2025

DECLARACION DE AUTORIA

Mejia Portilla Jair Alexis, con cédula de ciudadanía No. 1722966429 y Rosero Saquinga Jhonny Darío, con cédula de ciudadanía No. 2150009831, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*).”**, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Jair Alexis Mejia Portilla
C.C: 215009831
ESTUDIANTE



Jhonny Darío Rosero Saquinga
C.C: 215009831
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte MEJIA PORTILLA JAIR ALEXIS, identificado con cédula de

ciudadanía 1722966429, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL**

A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022 Finalización

de la carrera: Abril 2025 – Agosto 2025

Tutora: Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

Tema: “**CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de julio del 2025.



Jair Alexis Mejia Portilla

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ROSERO SAQUINGA JHONNY DARIO**, identificado con cédula de

ciudadanía 2150009831, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL**

A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022 Finalización

de la carrera: Abril 2025 – Agosto 2025

Tutora: Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

Tema: “**CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de julio del 2025.



Jhonny Dario Rosero Saquina

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

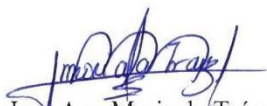
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”, de Mejia Portilla Jair Alexis y Rosero Saquina Jhonny Dario, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

C.C: 0502270937

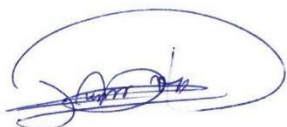
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Mejía Portilla Jair Alexis y Rosero Saquina Jhonny Dario, con el título del Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*)”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, PhD.
C.C: 0502645435
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.
C.C: 0501821433
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, fuente de mi sabiduría y fortaleza, por brindarme la salud, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan significativa en mi vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por brindarme las herramientas académicas y formativas necesarias para convertirme en un profesional comprometido con el desarrollo agroindustrial de nuestro país.

Finalmente, a mi tribunal de lectores conformado por el Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina, la Ing. Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma y al Ing. Mg. Franklin Antonio Molina Borja y en especial a mi tutora de tesis la Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, por su valiosa guía y compromiso. Sus enseñanzas han contribuido significativamente a mi formación personal.

Jair Alexis Mejia Portilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre guiar mi camino en los momentos más difíciles de mi vida, iluminándome y protegiéndome a cada paso que doy en mi caminar, por guiarme y ser fortaleza en mi carrera.

Agradezco infinitamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme brindado la oportunidad de pertenecer a la hermosa carrera de Agroindustria.

Un agradecimiento sincero a mi Tutora la Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano por su apoyo incondicional, paciencia, dedicación y sabiduría brindada en la orientación acertada por sus conocimientos impartidos, ya que fue de gran ayuda a la finalización del proyecto de Titulación.

Agradezco a mi tribunal de lectores conformado por el Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina, la Ing. Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma y al Ing. Mg. Franklin Antonio Molina Borja por habernos brindado sus conocimientos impartidos dentro de la carrera y nuestro proyecto de investigación.

Jhonny Dario Rosero Saquina

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía constante, por brindarme la sabiduría en los momentos de incertidumbre, la fortaleza cuando sentí desfallecer y la esperanza para continuar cuando todo parecía difícil. Su presencia fue luz en los días oscuros y paz en los momentos de tensión.

A mis padres, Silvio Mejia e Rocio Portilla, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por ser el fundamento sobre el cual he construido mi vida académica y personal. Gracias por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Este logro también les pertenece.

A mis hermanos, Mayerli y Adrián Mejia, por ser fuente de alegría, motivación y fortaleza. Sus palabras de aliento, su compañía y su confianza en mí fueron fundamentales para superar los momentos de dificultad y avanzar con determinación.

A mi tía Fanny Portilla, mi segunda madre, mi refugio y mi apoyo. Gracias por amarme como a un hijo, por cuidarme, por creer en mí. Este logro también es tuyo, te llevo siempre en mi corazón.

A mi abuelita, María Espín, por su amor infinito desde que nací, sus oraciones constantes y por ser un faro de ternura y sabiduría en mi vida. Gracias por heredarme ese carisma que tanto me caracteriza y por estar presente en mi corazón en cada paso que doy. Este logro es la respuesta a la promesa que te hice en algún momento.

Jair Alexis Mejia Portilla

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi abuelito Víctor Elías Saquina, que desde lo más alto del cielo sé que está muy orgulloso

de la persona en que me he convertido, aunque ya no estes físicamente, te doy las gracias por ser el mayor ejemplo de esfuerzo y fortaleza, este logro es con cariño para ti

A mi querida madre María Elsa Saquinga Ortega con todo el amor del mundo por ser mi pilar y mi refugio incondicional, gracias por ser una mujer valiente y guerrera, te dedico este triunfo que al igual que a mi te lo pertenece mucho más.

A mi hermana Kelly Estefanía Rosero Saquinga, gracias, por tus palabras de aliento y animo cuando tenía las situaciones más difíciles, me enseñaste a desenvolverme en la vida gracias a tus aprendizajes, con cariño este logro es para ti.

A mis primos y primas, Paty Sánchez, Jimmy Sánchez, hermanos y padres y a toda mi familia quienes me apoyaron infinitamente con ese grano de arena dentro de toda mi carrera.

A Martha Porras, Luis Jiménez, Rósela, Mireya Loaiza, Irlanda Cabrera, Manuel Escalante por apoyarme a la distancia, por ser ese apoyo familiar, con un cariño grande y agradecimiento infinito.

A Joselin Guzmán, por ser mi compañera en este camino, gracias por tu amor, paciencia, comprensión y tu apoyo incondicional, tu cariño me ha dado fuerzas en los momentos más complejos, a mi compañero de tesis y amigo Alexis Mejía, a Nicole Pérez y a mis amigos más cercanos de mi hogar esta dedicatoria es para ustedes.

Jhonny Dario Rosero Saquinga

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE UNA PAPILLA INFANTIL A

BASE DE HARINA PRECOCIDA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y FEIJOA (*Acca sellowiana*).”

Autores:

Mejía Portilla Jair Alexis
Rosero Saquina Jhonny Dario

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general caracterizar una papilla infantil elaborada a base de harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y pulpa de feijoa (*Acca sellowiana*), mediante la evaluación de sus propiedades reológicas, fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y microbiológicas, con el fin determinar la formulación más adecuada como alimento funcional dirigido a la población infantil. El estudio se desarrolló aplicando un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial $2^3 = 2 \times 2 \times 2$, teniendo en cuenta 3 factores de estudio (A*B*C), en los cuales cada uno contiene dos niveles. El factor A (concentraciones de harina y pulpa) en el que, $a_1 = 31\%$ harina de chocho 31% harina de quinua $22,4\%$ pulpa de feijoa; $a_2 = 26\%$ harina de chocho 21% harina de quinua $37,4\%$ pulpa de feijoa. El factor B (temperaturas de cocción), $b_1 = 60\text{ }^\circ\text{C}$ y $b_2 = 70\text{ }^\circ\text{C}$ y el factor C (Endulzante), $c_1 = 10\%$ panela y $c_2 = 10\%$ miel de agave, dando como resultado ocho tratamientos (t_1 - t_8) con dos repeticiones evaluados mediante análisis reológicos, fisicoquímicos y sensoriales. Luego de realizar el análisis estadístico se determinó el mejor tratamiento de papilla infantil que corresponde al t_8 ($a_2b_2c_2$) presenta el 26% de harina precocida de chocho, 21% harina precocida de quinua, $37,4\%$ de pulpa de feijoa, una cocción de $70\text{ }^\circ\text{C}$ y un 10% de panela, con los siguientes resultados de las características reológicas: alcanzó una viscosidad de 1164 cP y una densidad de $1,09\text{ g/ml}$. Las características fisicoquímicas de cenizas: $0,63\%$ p/p; pH: $4,8$; Sólidos solubles: $12,1\text{ }^\circ\text{Bx}$. En el análisis sensorial en la papilla se evaluó atributos de color normal, olor me gusta mucho, sabor me gusta mucho, textura suave y aceptabilidad aceptable por parte de los degustadores. Los análisis microbiológicos en recuento de mohos y levaduras, mesófilos aerobios e *coliformes totales* $< 10\text{ ufc/g}$ y *e. coli* presenta ausencia. En el análisis nutricional la proteína alcanza un valor de $5,5\%$ p/p, todos los valores se ajustan a estándares establecidos en la norma CODEX para alimentos envasados para lactantes y niños. Finalmente, su vida útil estimada es de 21 días a una temperatura de refrigeración de $4\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ y un precio de venta al público de $\$1,35\text{ USD}$. En base a los resultados obtenidos, se concluye que la formulación t_8 es la mejor opción más adecuada para considerar como base a un posible piloto o producción industrial, al cumplir con los parámetros reológicos, nutricionales y sensoriales requeridos para alimentos infantiles.

Palabras clave: Papilla, quinua, chocho, feijoa, reología, fisicoquímicos, alimentación.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

THEME: 'RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A CHILDREN'S PORRIDGE BASED ON PRECOOKED QUINOA FLOUR (*Chenopodium quinoa*), CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) AND FEIJOA (*Acacia sellowiana*)'.

Authors:

Mejia Portilla Jair Alexis
Rosero Saquina Jhonny Dario

ABSTRACT

The general objective of this research project was to characterize a children's porridge made from precooked quinoa flour (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) and feijoa pulp (*Acacia sellowiana*), by evaluating its rheological, physicochemical, nutritional, sensory and microbiological properties, in order to determine the most appropriate formulation as a functional food aimed at the child population. The study was developed by applying a completely randomized block experimental design (DBCA) in factorial arrangement $2^3 = 2 \times 2 \times 2$, taking into account 3 study factors (A*B*C), in which each contains two levels. Factor A (flour and pulp concentrations) in which, a1 = 31 % flour of chocho 31% quinoa flour 22.4 % feijoa pulp a2= 26 % chocho flour 21% quinoa flour 37.4 % feijoa pulp. Factor B (cooking temperatures), b1 = 60 °C and b2 = 70 °C and factor C (Sweetener), c1 = 10 % panela and c2 = 10 % agave honey, resulting in eight treatments (t₁-t₈) evaluated through rheological, physicochemical and sensory analyzes. After performing the statistical analysis, the best infant porridge treatment was determined that corresponds to the t₈ (a₂b₂c₂) presents 26 % of precooked chocho flour, 21% precooked quinoa flour, 37.4 % of feijoa pulp, a cooking of 70 °C and 10 % of panela, with the following results of the rheological characteristics: it reached a viscosity of 1164 cP and a density of 1.09 g/ml. The physicochemical characteristics of ashes: 0.63 % w/w: pH: 4.8: Soluble solids: 12.1 °Bx. In the sensory analysis in the porridge, attributes of normal color were evaluated, smell I like very much, flavor I like a lot, soft texture and acceptable acceptability by the tasters. The microbiological analyses in count of molds and yeasts, *aerobic mesophils* and total coliforms < 10 ufc/g and *e. coli* are absent. In the nutritional analysis, the protein reached a value of 5.5 % w/w, all values are adjusted to standards established in the CODEX standard for packaged foods for infants and children. Finally, its estimated useful life is 21 days at a cooling temperature of 4 °C and a retail price of \$1.35 USD. Based on obtained results, it is concluded that the t₈ formulation is the best appropriate option to consider as a basis for a possible pilot or industrial production, by complying with the rheological, nutritional and sensory required parameters for baby food.

Keywords: Porridge, quinoa, chocho, feijoa, rheology, chemical physics, food.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION DE AUTORIA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iv
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	ix
<i>AGRADECIMIENTO</i>	x
<i>DEDICATORIA</i>	x
<i>DEDICATORIA</i>	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
1. INFORMACIÓN GENERAL	2
2. DISEÑO DEL PROYECTO.....	3
2.1. Planteamiento del problema	3
2.2. Marco Contextual	4
2.3. Formulación del problema	5
2.4. Objetivos.....	5
2.4.1. General	5
2.4.2. Específicos.....	6
2.5. Cuadro de actividades.....	7
2.6. Fundamentación teórica o marco referencial.....	10
2.6.1. Antecedentes.....	10
2.6.2. Definición de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	11
2.6.2.1. Taxonomía de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	11
2.6.2.2. Origen.....	12
2.6.2.3. Composición química de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	12
2.6.2.4. Localización de la materia prima	13

2.6.3. Definición del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	13
2.6.3.1. Taxonomía del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	14
2.6.3.2. Origen	14
2.6.3.3. Composición química del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	14
2.6.3.4. Localización de la materia prima	16
2.6.4. Definición de la feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	17
2.6.4.1. Taxonomía de la feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	17
2.6.4.2. Origen	17
2.6.4.3. Composición química de la feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	18
2.6.4.4. Localización de la materia prima (feijoa).....	18
2.6.5. Papilla	19
2.6.5.1. Formulación de papillas nutricionales.....	20
2.6.5.2. Tipos de tratamiento en la elaboración de papillas	20
2.6.5.3. Impacto en la calidad nutricional de las papillas.....	20
2.6.5.4. Efectos en la estabilidad de las papillas	20
2.6.6. Características nutricionales de las harinas precocidas	
2.6.6.1. Características nutricionales de la harina precocida de quinua	21
(<i>Chenopodium quinoa</i>).....	21
2.6.6.2. Características nutricionales de la harina precocida de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	21
2.6.7. Reología y la importancia en alimentos	22
2.6.8. Concepto de densidad.....	22
2.6.9. Parámetros reológicos	23
2.7. Marco Conceptual	30
2.8. Metodología del proceso de investigación	31
2.9. Tipo y diseño investigativo.....	32
2.9.1. Investigación experimental.....	32
2.9.2. Investigación aplicada	32
2.9.3. Investigación descriptiva	32
2.9.4. Investigación cuantitativa.....	32
2.9.5. Investigación tecnológica	33
2.9.6. Técnicas	33

2.9.7. Técnicas de Instrumentación	33
2.9.7.1. Obtención de datos	33
2.9.7.2. Encuestas	33
2.9.7.3. Recolección de datos	34
2.10. Materiales, reactivos y equipos	34
2.10.1. Materias primas e insumos	34
2.10.2. Materiales	34
2.10.3. Reactivos	35
2.10.4. Equipos de laboratorio.....	35
2.11. Metodología para la obtención de las materias primas	35
según (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024)	35
2.12. Descripción investigativa de la obtención de harina precocida de quinua por el método de cocción en autoclave según (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)	43
2.13. Descripción de obtención de la pulpa concentrada de Feijoa.....	48
2.14. Proceso artesanal para la elaboración de miel de agave (<i>Agave americana L.</i>) ...	53
2.15. Descripción de la elaboración de la papilla	56
2.17. Perfil térmico para la elaboración de la papilla.....	65
2.18. Metodología de obtención para análisis reológicos	65
2.18.1. Viscosidad	65
2.19.1. Determinación de humedad (AOAC 930.15, 2000).....	65
2.20.1. Recuento de levaduras	68
2.21.1. Determinación de la humedad	70
2.22. Hipótesis o preguntas científicas.....	72
2.22.1. Hipótesis nula	72
2.22.2. Hipótesis alterna	72
2.22.3. Validación	72
2.23. Diseño Experimental	73
2.23.1. Esquema de ADEVA para la elaboración de papilla infantil	73
2.23.2. Tratamientos	74
2.23.3. Operacionalizaciones de variables	76
2.24. Análisis y discusión de resultados.....	77
2.24.1. Caracterizar la harina precocida de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	77

2.24.2. Caracterizar la harina precocida de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	78
2.24.3. Caracterizar la pulpa de feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	80
2.24.4. Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de feijoa	82
2.24.5. Análisis Reológicos de la papilla infantil	83
2.24.5.1. Viscosidad	83
2.24.6. Análisis sensorial	100
2.24.6.3. Análisis de varianza para la evaluación del atributo olor	104
2.24.6.4. Pruebas de Tukey del parámetro olor	104
2.24.6.5. Análisis de varianza para la evaluación del atributo sabor	107
2.24.6.6. Pruebas de Tukey del parámetro sabor	107
2.24.6.7. Análisis de varianza para la evaluación del atributo de textura	109
2.24.6.8. Pruebas de Tukey de los bloques del parámetro textura	110
2.25. Determinación del mejor tratamiento de la papilla infantil	112
2.26. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento	114
2.27. Análisis nutricional del mejor tratamiento	115
2.28. Análisis Microbiológicos	116
2.29.1. Metodología para la estimación de vida útil	118
2.29.2. Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento	118
2.29.3. Evaluación sensorial (escala 1 a 5)	119
3. IMPACTOS	123
3.1. Impactos técnicos	123
3.2. Impactos sociales	123
3.3. Impactos económicos	124
3.4. Impactos ambientales	124
4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	125
5. CONCLUSIONES	127
6. RECOMENDACIONES	128
7. BIBLIOGRAFÍA	129

2.11.1. Descripción investigativa de la obtención de harina precocida de chocho

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de actividades programadas	7
Tabla 2. Taxonomía general de la quinua	10
Tabla 3. Composición química proximal del grano de quinua	11
Tabla 4. Composición mineral (mg/kg peso seco) de la quinua	11
Tabla 5. Taxonomía del chocho	13
Tabla 6. Caracterización proximal de la semilla de chocho	14
Tabla 7. Composición química del chocho des amargado, germinado y no germinado	14
Tabla 8. Taxonomía general de la fruta de feijoa	16
Tabla 9. Valor nutricional del producto vegetal	17
Tabla 10. Composición química de la harina precocida de quinua	19
Tabla 11. Caracterización química y nutricional de la harina precocida de chocho	20
Tabla 12. Invariables primordiales para desiguales tipos de fluidos.	26
Tabla 13. Formulaciones para cada tratamiento en gramos y porcentual	58
Tabla 14. Balance de materiales detallado	60
Tabla 15. Perfil térmico para la elaboración de la papilla infantil	61
Tabla 16. Factores de Estudio	69
Tabla 17. Esquema ADEVA planteado	69
Tabla 18. Cuadro de análisis de varianza del análisis sensorial	70
Tabla 19. Tratamientos en estudio para la papilla.	70
Tabla 20. Tipos de variables	71
Tabla 21. Caracterización Bromatológica de la harina precocida de quinua	72
Tabla 22. Caracterización bromatológica de la harina precocida de chocho	73
Tabla 23. Caracterización Nutricional de la Feijoa	75
Tabla 24. Caracterización fisicoquímica de la Feijoa	77
Tabla 25. Análisis de varianza (ADEVA) para el parámetro viscosidad	78
Tabla 26. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad de la papilla infantil (H. CH+H.Q+P. F), en análisis reológico.	79
Tabla 27. Prueba Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en el factor temperatura de cocción (T.C), en análisis reológicos	80
Tabla 28. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en el factor endulzante (END), en el análisis reológico	80
Tabla 29. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (H.CH + H.Q +P. F x T.C), en análisis reológico	81
Tabla 30. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (T.C x END), en análisis reológico	81
Tabla 31. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (H.CH+ H. Q+P.J x T.C x END), en análisis reológicos	82
Tabla 32. Análisis de varianza (ADEVA) para el parámetro densidad	83
Tabla 33. Prueba de Tukey para las repeticiones en el parámetro densidad	84
Tabla 34. Prueba de Tukey en el Factor H. CH+H.Q+PF para el parámetro de densidad.	85

Tabla 35. Prueba de Tukey en el Factor END, para el parámetro densidad	85
Tabla 36. Prueba Tukey en la interacción (T.C x END), para el parámetro densidad. ..	86
Tabla 37. Prueba Tukey en la interacción (H. CH+H.Q+P.F. x T.C x END), para el parámetro densidad	86
Tabla 38. Análisis de Varianza del parámetro pH	88
Tabla 39. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH del porcentaje de harina de chocho, quinua y pulpa de feijoa Factor A (H. CH+H.Q+P.F.) en los tratamientos de la papilla.	89
Tabla 40. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en el factor temperatura de cocción (T.C.) en los tratamientos de la papilla.	89
Tabla 41. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del porcentaje de harina de chocho, quinua y pulpa, tiempo de cocción y el endulzante (H.CH.+H. Q+P.F.*T.C*END.), en los tratamientos de la papilla	90
Tabla 42. Análisis de Varianza del Parámetro: °Bx	92
Tabla 43. Prueba de Tukey al factor END	93
Tabla 44. Prueba de Tukey para determinar el efecto °Bx en las interacciones concentraciones de ingredientes (H. CH+H.Q + P.F x T.C), en la formulación de la papilla.	93
Tabla 45. Análisis de varianza para el atributo color	95
Tabla 46. Pruebas de Tukey de tratamientos para el atributo de color	96
Tabla 47. Análisis de varianza para el atributo del olor	98
Tabla 48. Prueba de Tukey para el atributo de olor	99
Tabla 49. Análisis de varianza para el atributo sabor	101
Tabla 50. Pruebas Tukey de tratamientos para el atributo del sabor	102
Tabla 51. Análisis de varianza para el atributo de textura	104
Tabla 52. Pruebas de Tukey de los bloques para el atributo de la textura	104
Tabla 53. Resultados de los tratamientos planteados	107
Tabla 54. Análisis Físicoquímico del mejor tratamiento	108
Tabla 55. Resultados análisis nutricional del mejor tratamiento	109
Tabla 56. Propiedades microbiológicas de la papilla infantil del tratamiento 8	110
Tabla 57. Evaluación físicoquímica durante el periodo de almacenamiento pruebas vida útil	112
Tabla 58. Evaluación Sensorial durante el período de almacenamiento pruebas vida útil	112
Tabla 59. Análisis Microbiológico evaluado a los 28 días de almacenamiento	112
Tabla 60. Tabla de precios de insumos	114
Tabla 61. Precios del Material de Empaque	114
Tabla 62. Mano de Obra Directa	115
Tabla 63. Costos indirectos por frasco de papilla elaborado	115
Tabla 64. Costo de papilla por unidad	115
Tabla 65. Presupuesto del proyecto de investigación	118

INDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Ubicación de la quinua como materia prima en el sector comercial de Mulaló	12
Ilustración 2. Ubicación para la localización de la materia prima.	15
Ilustración 3. Localización de la Feijoa	18

INDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

Figura 1. Tipos de Fluidos Según el Comportamiento Reológico (Curvas de Flujo) ...	22
Figura 2. Fluidos Newtonianos	22
Figura 3. Fluidos No Newtonianos	23
Figura 4. Fluidos Pseudoplásticos	25
Figura 5. Fluidos Dilatantes	25
Figura 6. Recepción Chocho	34
Figura 7. Selección Chocho	34
Figura 8. Lavado Chocho	35
Figura 9. Precocción del chocho	35
Figura 10. Remojo del Chocho	36
Figura 11. Deshidratación del Chocho	36
Figura 12. Molienda del Chocho deshidratado.....	36
Figura 13. Tamizado del Chocho molido	37
Figura 14. Harina Precocida de Chocho	37
Figura 15. Empacado de la Harina Precocida de Chocho	37
Figura 16. Flujograma del proceso de precocción de la harina de chocho.....	38
Figura 17. Recepción de la quinua	40
Figura 18. Limpieza de la quinua	41
Figura 19. Precocción quinua mediante autoclave	41
Figura 20. Secado en el deshidratador de la quinua	41
Figura 21. Molienda de la quinua deshidratada.....	42
Figura 22. Harina Tamizada de quinua	42
Figura 23. Pesado de la harina tamizada de quinua.....	42
Figura 24. Empacado de la harina precocida de quinua	43
Figura 25. Flujograma del proceso de precocción.....	44
Figura 26. Recepción de la Feijoa	45
Figura 27. Selección de la Feijoa	46
Figura 28. Lavado de la Feijoa	46
Figura 29. Escaldado de la Feijoa.....	47
Figura 30. Pelado de la Feijoa	47
Figura 31. Despulpado de la Feijoa	47
Figura 32. Envasado de la pulpa obtenida	48

Figura 33. Flujograma pulpa de feijoa	49
Figura 34. Recepción de la planta agave	50
Figura 35. Selección del Chaguarmishque	50
Figura 36. Preparación de la planta	51
Figura 37. Estimulación de la planta	51
Figura 38. Recolección del Chaguarmishque	52
Figura 39. Cocción del Chaguarmishque	52
Figura 40. Envasado de la Miel obtenida	52
<i>Figura 41. Flujograma obtención Miel de Agave</i>	53
Figura 42. Recepción de las materias primas	54
Figura 43. Tamizado de las harinas a usar	54
Figura 44. Mezclado de las materias primas	55
Figura 45. Cocción de la papilla	55
Figura 46. Enfriado de la papilla	56
Figura 47. Pesado de la papilla para el envasado	56
Figura 48. Envasado de la papilla.....	56
Figura 49.- Flujograma papilla infantil	57
Figura 50. Balance de Materiales papilla infantil	59
Figura 51. Análisis sensorial del color	97
Figura 52. Análisis sensorial del olor	100
Figura 53. Análisis Sensorial del Sabor	103
Figura 54. Análisis Sensorial de la textura	106

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Comportamiento de los promedios de la variable pH en la obtención de la papilla	91
Gráfico 2. Variable °Bx.....	94

INTRODUCCIÓN

La desnutrición infantil en la actualidad sigue siendo uno de los principales problemas de salud pública en Ecuador, especialmente en zonas rurales, donde uno de cada cuatro niños menores de cinco años sufre o padece de desnutrición crónica (UNICEF, 2021). Ante esta problemática, se han fomentado estrategias para el desarrollo de alimentos funcionales que ayuden a mejorar la calidad nutricional dentro de la dieta infantil, aprovechando la disponibilidad de materias primas autóctonas con un alto valor nutricional como lo son la quinua (*Chenopodium quinoa*), el chocho (*Lupinus mutabilis*), y la feijoa (*Acca sellowiana*) esta última denominada también “la fruta de Dios” (Rivera, 2019)

Los granos andinos como la quinua y el chocho poseen un valor destacado tanto nutricional y funcional, que se consideran alimentos altamente beneficiosos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). El chocho, en particular sobresale por su riqueza en proteínas y nutrientes esenciales, que lo convierte en una opción alimenticia ideal tanto para poblaciones de escasos recursos en el Ecuador, ayudando a combatir la desnutrición y la inseguridad alimentaria. El desconocimiento de los beneficios y sus prácticas culturales ancestrales relacionadas con la alimentación, así como la limitada disponibilidad de servicios de salud y agua potable, dificultan la incorporación en la dieta cotidiana de muchas familias y comunidades (Llerena, 2022)

La feijoa más conocida como guayabo de Brasil, es una fruta que se reconoce por su sabor distintivo y su riqueza nutricional, destaca su alto contenido en vitamina C, fortaleciendo el sistema inmunológico y protege las células, aporta fibra dietética que mejora la digestión y previene enfermedades cardiovasculares. Contiene vitaminas del complejo B esenciales para el metabolismo y la salud del sistema nervioso, así como el potasio, magnesio y calcio, minerales que son claves para la función muscular, ósea y el equilibrio de líquidos (Izquierdo, 2024).

La incorporación de las harinas precocidas del chocho, la quinua y la pulpa de feijoa para una papilla infantil no solo busca aprovechar los beneficios individuales de cada uno de estos ingredientes, sino también crear un producto innovador y equilibrado con un perfil nutricional completo, esta combinación está orientada a satisfacer las necesidades específicas de crecimiento y desarrollo en la primera infancia, ofreciendo un alimento

seguro, de fácil consumo, con consistencia y viscosidad adecuada por criterios de calidad garantizando la inocuidad y aceptación (Pino Falconí, 2023)

A pesar de los beneficios nutricionales que presentan cada uno de ingredientes, la aplicación de manera combinada en alimentos infantiles ha sido poco explorada, lo que representa una oportunidad para innovar en formulaciones adaptadas a las necesidades nutricionales de los infantes y a las realidades socioeconómicas del entorno andino. Además, la incorporación de tecnologías tradicionales como son el precocido y la cocción a baño María nos permiten desarrollar productos con características sensoriales aceptables y propiedades reológicas adecuadas para así facilitar su consumo (Luna, 2020).

En este contexto, la presente investigación tenemos como objetivo caracterizar una papilla infantil elaborada a base de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, evaluando sus propiedades reológicas, fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas. Con esta propuesta buscamos contribuir al desarrollo de alimentos complementarios accesibles, seguros y nutricionalmente balanceados, dirigidos a la población infantil del Ecuador.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Caracterización reológica de una papilla infantil a base de harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y feijoa (*Acacia sellowiana*).

Fecha de inicio: octubre 2024 **Fecha de finalización:** agosto 2025

Lugar de ejecución:

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Agroindustria

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.

Investigador 1: Mejía Portilla Jair Alexis

Investigador 2: Rosero Saquina Jhonny Darío

Línea de investigación

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub línea: Investigación-Innovación y Emprendimientos

2. DISEÑO DEL PROYECTO

2.1. Planteamiento del problema

La quinua, el chocho y la feijoa son ingredientes conocidos por sus beneficios nutricionales, su uso en la elaboración de papillas infantiles es limitado, esta falta de aprovechamiento representa un problema de tipo macro, ya que impide el desarrollo de productos que podrían mejorar la alimentación y el crecimiento saludable de los niños. A pesar de su aplicación en harinas y otros derivados sigue siendo una oportunidad desaprovechada para innovar en el mercado alimentario (Dalgo, 2015)

Una papilla en base a su composición alimenticia con quinua y chocho son ricas en proteínas, fibra, vitaminas y minerales que presentan un alto potencial para contribuir el desarrollo de una alimentación sana para niños con problemas de nutrición e igualmente para los sectores que requieren alternativas diferentes en productos alimenticios que puedan ser accesibles, nutricionales y fáciles de conseguir (Sánchez, 2017)

La quinua se destaca por aportar macronutrientes conocidos como carbohidratos, lípidos y proteínas y su valor nutricional se considera un súper alimento balanceado, determinando todos sus beneficios para la salud, el chocho es bien usado para panificación y entre otros sub productos derivado de ello al igual que contiene proteínas, hierro, calcio, fósforo y entre otras vitaminas presentes en el, estos dos productos hacen una mezcla ideal para la elaboración de una papilla rica en todos los aspectos (Peralta et al., 2013).

La feijoa se destaca por su contenido en fibra, antioxidantes naturales, vitamina C y compuestos bioactivo, es una fruta muy particular que se consigue en algunos países, esta fruta ayuda inclusivamente al sistema nervioso central y permite combatir la fatiga y ayuda a prevenir la aparición de enfermedades complejas como la depresión y también se la está empeñando para usos terapéuticos y medicinales (Enriquez et al., 2020).

Por esa razón se necesita realizar la caracterización integral que permita conocer las propiedades reológicas de una papilla infantil elaborada con las harinas precocidas de quinua, chocho y pulpa de feijoa, esto permitirá contribuir a generar un alimento nutritivo y apto en la incorporación de programas de alimentación saludable.

El poco conocimiento de cómo estos ingredientes interactúan en términos fisicoquímicos y sensoriales plantea un desafío para la innovación alimentaria, por ello, es de suma importancia evaluar de forma científica y analítica los efectos de la incorporación de la quinua, el chocho y la pulpa de feijoa en la estabilidad, calidad y aceptación de una papilla alimenticia.

2.2. Marco Contextual

La desnutrición crónica infantil continúa siendo un desafío importante de salud pública en el Ecuador, especialmente en las zonas rurales, donde uno, de cada cuatro niños menores de cinco años presta esta condición (UNICEF, 2021). Frente a esta problemática, es fundamental desarrollar productos alimenticios funcionales que contribuyan a mejorar la nutrición infantil utilizando materias primas disponibles localmente.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal andino con alto contenido proteico y un perfil de aminoácidos esenciales equilibrado. Además de su valor nutricional,

presenta buenas características funcionales que le hacen adecuada para aplicaciones en alimentos infantiles (FAO, 2023).

Por su parte, el chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa tradicionalmente cultivada en los Andes que se destaca por su elevado contenido de proteínas, grasas saludables y fibra dietética, lo que lo convierte en un ingrediente estratégico en la lucha contra la inseguridad alimentaria (Peralta, 2016).

La feijoa (*Acca sellowiana*), también conocida como guayabo del Brasil, es una fruta rica en vitamina C, fibra, antioxidantes y minerales como el calcio y el potasio, y posee propiedades sensoriales agradables que la hacen atractiva para la formulación de alimentos funcionales (Izquierdo, 2024). Su uso en la industria alimentaria ecuatoriana aún es limitado, a pesar de su disponibilidad local y su potencial nutricional.

La combinación de estos tres ingredientes permite desarrollar un producto funcional de alto valor nutricional, enfocado en cubrir las necesidades específicas de la infancia, etapa crítica para el desarrollo físico y cognitivo. Asimismo, su utilización representa una oportunidad para fomentar el aprovechamiento de cultivos andinos y fortalecer la seguridad alimentaria desde un enfoque territorial y sostenible (Chiriboga, 2020).

El presente estudio se contextualiza en un entorno rural del Ecuador, en donde el acceso a alimentos infantiles nutritivos es limitado. Por ello, el objetivo de la investigación fue caracterizar una papilla infantil a base de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, buscando formular un producto que sea sensorialmente aceptable, seguro, accesible y nutricionalmente completo, con potencial de escalamiento a nivel industrial o comunitario.

2.3. Formulación del problema

¿De qué manera influye la combinación de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa en las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales de la elaboración de una papilla infantil?

2.4. Objetivos

2.4.1. General

Caracterizar una papilla infantil a base de harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y feijoa (*Acca sellowiana*).

2.4.2. Específicos

- Caracterizar las propiedades nutricionales de la harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y pulpa de feijoa (*Acca sellowiana*).
- Determinar la mejor formulación de la papilla infantil a base de harina precocida de quinua, (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y pulpa de feijoa (*Acca sellowiana*) en función a la aceptabilidad sensorial y reológica.
- Evaluar las características reológicas, fisicoquímicas y sensoriales para determinar el mejor tratamiento.
- Realizar un análisis nutricional y microbiológico de la papilla infantil del mejor tratamiento.
- Determinar el tiempo de vida útil y los costos de producción del mejor tratamiento.

2.5. Cuadro de actividades

Tabla 1. Cuadro de actividades programadas

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
<p>- Caracterizar las propiedades nutricionales de la harina precocida de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) y pulpa de feijoa (<i>Acca sellowiana</i>).</p>	<p>- Recolección de materias primas (quinua, chocho y feijoa).</p> <p>- Elaboración de harinas precocidas y extracción de pulpa de feijoa.</p> <p>- Procesamiento de harinas precocidas.</p> <p>-Análisis Bromatológico de las harinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • % Humedad total • % Materia seca • % Proteína • % Fibra • % Grasa • % Ceniza • % Materia orgánica 	<p>- Selección, limpieza y almacenamiento.</p> <p>- Verificación de condiciones de higiene en harinas precocidas.</p> <p>- Procesamiento de harinas precocidas mediante metodología de (Amanta Milán & Chicaiza Tipanluz, 2024)</p> <p>-Análisis Bromatológico mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AOAC 927.05 	<p>- Identificación de perfiles nutricionales de las harinas precocidas</p> <p>-Harinas precocidas homogéneas.</p> <p>- Resultados de análisis bromatológicos ver en: tabla 19; tabla 20</p>
<p>- Determinar la mejor formulación de la papilla infantil a base de harina precocida de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) y pulpa de feijoa (<i>Acca sellowiana</i>) en función a la aceptabilidad sensorial y reológica.</p>	<p>- Preparación de diferentes formulaciones (obteniendo 8 tratamientos con dos repeticiones en un total de 16 unidades experimentales).</p>	<p>- Desarrollo de medidas de ingredientes a aplicar (harinas precocidas, pulpa de feijoa e insumos) -Diseño de bloques completamente aleatorizados en arreglo factorial A*B*C con 2 repeticiones.</p> <p>- Definir temperaturas a emplear.</p> <p>-Niveles de endulzantes (Miel de Agave y Panela).</p>	<p>- Diseño Experimental ver: tabla 24; tabla 25</p> <p>- Temperaturas a emplear:</p> <p>- Niveles de Estudio: tabla 14</p>

<p>-Evaluar las características reológicas, fisicoquímicas y sensoriales para determinar el mejor tratamiento.</p>	<p>Análisis reológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Viscosidad ● Densidad <p>Análisis fisicoquímico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● pH ● °Bx. <p>Evaluación sensorial:</p>	<p>- Métodos estandarizados de análisis reológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • USP BROOKFIELD • INEN 391 PICNOMÉTRICO <p>Análisis Fisicoquímico mediante las:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NTE INEN 1334-2, NTE INEN -ISO 22000 - Evaluación Sensorial mediante las: NTE INEN- ISO 8586, AOAC 2012.23 (feijoa). ISO 6887 	<p>-Modelo Reológico caracterizado. -Datos de calidad fisicoquímica. -Respuestas de percepción y aceptabilidad del consumidor: figura12; figura 13, figura 14; figura 15</p>
--	---	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> ● Color ● Olor ● Sabor ● Textura 		
<p>- Realizar un análisis nutricional y microbiológico de la papilla infantil del mejor tratamiento.</p>	<p>Análisis nutricional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Humedad % ● Proteína % ● Grasa % ● Cenizas% ● Fibra% ● Carbohidratos % ● Energía (kcal) Análisis microbiológicos: ● <i>Coliformes totales</i> ● <i>Coliformes fecales</i> ● <i>Mohos y levaduras</i> ● <i>Escherichia coli</i> ● <i>Contaje de Aerobios mesófilos</i> 	<p>-Análisis Nutricional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • POE 7.2.93 AOAC 927.05 GRAVIMETRÍA • AOAC 2001.11 KJELDAHL • AOAC 2003.06 GRAVIMETRÍA • POE 7.2.92AOAC 923.03 GRAVIMETRÍA • AOAC 962.09 GRAVIMÉTRICO • CÁLCULO <p>-Análisis Microbiológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • POE 7.2.90 • AOAC 966.23 	<p>- Análisis nutricional: tabla 39 - Análisis microbiológico: tabla 40</p>

<p>-Determinar el tiempo de vida útil y los costos de producción del mejor tratamiento</p>	<p>-Almacenamiento del producto terminado. -Monitoreo durante el tiempo de reposo. -Análisis de Costos: (Materia Prima, Materiales e Insumos, Energía y servicios, Mano de obra directa)</p>	<p>-Pruebas de vida útil. - Costos por procesos: Flores, R. (2016) <i>Contabilidad de costos agroindustriales</i>, e INEN.</p>	<p>-Resultados de estimación de tiempo de vida útil: tabla 41; tabla 42 - Resultados de estimación de costos (P.V.P) del mejor tratamiento: tabla 47</p>
--	--	--	--

Elaborado por: Rosero, J., Mejía, A. (2025)

2.6. Fundamentación teórica o marco referencial

2.6.1. Antecedentes

Según (Catota, 2019) se abordó el tema con la caracterización reológica de papillas infantiles formuladas a base de harina de papas de variedades nativas ecuatorianas (*Solanum andigena*) deshidratadas mediante secado convectivo este estudio demuestra la importancia de caracterizar las propiedades reológicas de alimentos infantiles para garantizar la aceptabilidad funcional y el comportamiento durante el consumo, las cuales fueron deshidratadas mediante secado convectivo en el estudio determinan que las muestras presentaron un comportamiento pseudoplástico típico de productos con alta densidad energética, lo que influye positivamente en la textura y facilidad de deglución del producto final.

Según (Guanoluisa & Lanchimba, 2021) sobre el estudio reológico de las chichas de yuca (*Manihot esculenta crantz*) y chonta (*Bactris gasipaes*) con preparados enzimáticos. elaboradas con preparados enzimáticos evidencia los flujos no neptunianos de tipo pseudoplástico, estos hallazgos permitieron establecer la relación entre la viscosidad y la aceptabilidad sensorial de productos de origen vegetal lo que refuerza la necesidad de evaluar el tipo de propiedades en alimentos procesados de manera artesanal o semi tecnificada.

Según (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluisa, 2024) propone la evaluación de las propiedades funcionales y nutricionales de harinas precocidas de dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa*) iniap tunkahuan e iniap excelencia Latacunga, esta investigación se enfoca en la evaluación de propiedades funcionales y nutricionales de harinas precocidas de dos variedades demuestran altos niveles de proteína fibra dietética y buena capacidad de absorción de agua estos son características ideales para la formulación de las propiedades

El chocho es una leguminosa tradicionalmente utilizada que han sido objeto de análisis en relación a la investigación de la caracterización nutricional de su harina precocida en diferentes variedades propuesta por donde se ha resaltado su contenido elevado de proteína vegetal y grasas saludables, así como el potencial ingrediente para mejorar la densidad nutricional en productos infantiles.

Según (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024) en la investigación de la caracterización nutricional de la harina precocida de chocho de dos variedades, el chocho es una leguminosa tradicionalmente utilizada que ha sido objeto de análisis en relación al contenido elevado de proteína vegetal y grasas saludables, así como el potencial ingrediente para mejorar la densidad y el aporte nutricional en productos infantiles.

Según (Rosero, Hernández, & Ortiz, 2020) estudio relacionado a las propiedades fisicoquímicas y nutricionales en la pre y postcosecha de la guayaba feijoa (*Acca sellowiana*) este estudio reportan cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas evidenciando el contenido de vitamina C, compuestos antioxidantes, fibra y carbohidratos lo que la convierte en una fruta adecuada para la incorporación en formulaciones de alimentos destinados a la población infantil.

Estos antecedentes permiten mostrar una relevancia al desarrollar una papilla a base de la harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, considerando los beneficios nutricionales de los insumos seleccionados al igual tomando en cuenta la importancia de la caracterización reológica y sensorial garantizando un producto estable

2.6.2. Definición de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal originario de los Andes, conocido por su alto valor nutricional. Contiene proteínas de alta calidad, incluidos aminoácidos esenciales como lisina y metionina. En Ecuador, la quinua se cultiva especialmente en las provincias de Chimborazo e Imbabura. El rendimiento promedio alcanza los 1.421 kg/ha, aunque se ve limitado por factores como el acceso a maquinaria e insumos agrícolas (Murillo et al., 2023).

2.6.2.1. Taxonomía de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

En la tabla 2 se presenta la taxonomía general de la Quinua según (Hernández, 2018) :

<i>Tabla 2. Taxonomía general de la quinua</i>	
Reino	Plantae
Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Chenopodium</i>
<u>Especie</u>	<u><i>Chenopodium quinoa Willd</i></u>

Fuente: (Hernández, 2018)

2.6.2.2. Origen

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es originaria de la región andina, particularmente en las zonas rurales y altiplánicas alrededor del lago Titicaca, en la frontera entre Perú y Bolivia. Su domesticación temprana se sitúa entre hace 3000 y 5000 años a.C., aunque algunos estudios indican que pudo haber sido utilizada entre 5200 y 7000 años atrás, inicialmente como forraje para animales. Se han hallado evidencias de su cultivo en sitios como Tarapacá, Calama y Arica (Chile), así como en diversas regiones del Perú. Al momento de la conquista española, la quinua era un cultivo ampliamente difundido y tecnificado. (FAO, FAO, Plataforma de información de la quinu, 2025).

2.6.2.3. Composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

La tabla 3 indica la composición nutricional de la semilla (*Chenopodium quinoa*)

Tabla 3. *Composición química proximal del grano de quinua*

Componente	Media
Ceniza (% m/m)	2,02
Humedad (% m/m)	10,18
Proteína (% m/m)	15,84
Grasa (% m/m)	6,07
Carbohidratos (% m/m)	59,70
Fibra (% m/m)	6,19

Fuente: (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

La composición mineral de la quinua, presentada en la tabla 4, revela una significancia de minerales esenciales, destacando un alto valor de potasio elevado, seguido del fósforo y el magnesio confirmando el aporte nutricional de este grano.

Tabla 4. *Composición mineral (mg/kg peso seco) de la quinua*

Mineral	Unidad	Monto
Calcio (Ca)	Mg	47,0
Hierro (Fe)	Mg	4,57
Magnesio (Mg)	Mg	197
Fósforo (P)	Mg	457
Potasio (K)	Mg	563
Sodio (Na)	Mg	5,00
Zinc (Zn)	Mg	3,10

Fuente: (Quintana, 2018)

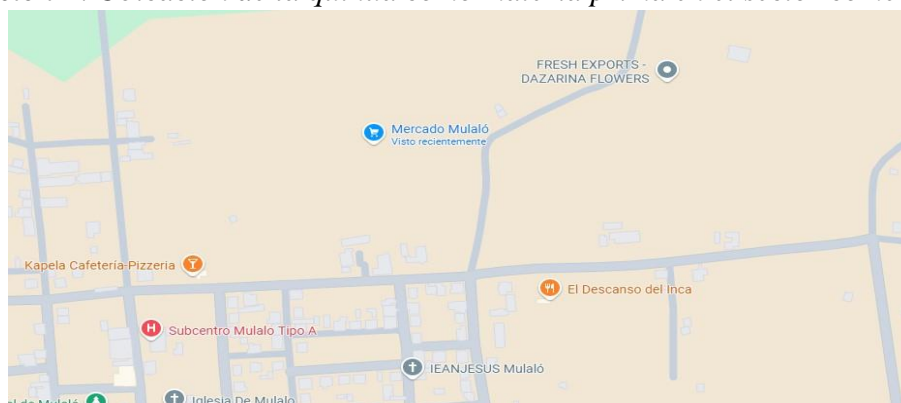
2.6.2.4. Localización de la materia prima

La quinua (*Chenopodium quinoa*) se cultiva predominantemente en la región de la Sierra ecuatoriana, aprovechando los rangos altitudinales óptimos (2 600-3 600 msnm) y condiciones climáticas que favorecen su desarrollo. Las provincias líderes en superficie sembrada incluyen Chimborazo, con alrededor de 519 ha, y Cotopaxi, con aproximadamente 317 ha cosechadas en 2022; en conjunto, alcanzan un rendimiento promedio nacional de 1,34 t/ha (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

Para el desarrollo del presente estudio se requiere la obtención de la quinua como materia principal para la elaboración de la harina precocida destinada a la formulación de la papilla infantil la quinua fue adquirida en el sector de Mulaló, se ubica en la provincia de Cotopaxi-Ecuador. La elección de este punto de compra se debe al amplio abastecimiento de productos agrícolas locales y a la facilidad de acceso a granos en estado natural sin procesos industriales previos.

La selección del producto se realizó considerando la integridad física, fresca y ausencia de impurezas invisibles con el fin de garantizar el beneficio de las comunidades y el fortalecimiento de los granos andinos que se tienen en nuestra región.

Ilustración 1. Ubicación de la quinua como materia prima en el sector comercial de Mulaló



Fuente: Google Maps (2025)

2.6.3. Definición del chocho (*Lupinus mutabilis*)

El chocho (*Lupinus mutabilis*) se lo conoce con ese nombre en el norte del Perú, Ecuador y Colombia, es una leguminosa andina con alto contenido de proteínas, que puede superar el 50%. Este grano es altamente nutritivo y requiere un proceso de des amargado para eliminar alcaloides y permitir su consumo seguro indica también que presenta una gran variabilidad morfológica, su procesamiento tradicional suele ser artesanal, lo cual demanda tiempo y esfuerzo (Peralta, 2016).

2.6.3.1. Taxonomía del chocho (*Lupinus mutabilis*)

En la tabla 5 se presenta la taxonomía general del grano de chocho

Tabla 5. Taxonomía del chocho

Reino	Plantae
Familia	Fabaceae
Género	Lupinus
Especie	Lupinus mutabilis Sweet

Fuente: (Villacrés et al., 2006)

2.6.3.2. Origen

El Chocho es una leguminosa que se cultivaba por los antiguos pobladores de la región andina central desde épocas preincaicas. Algunos estudios demuestran que comenzó aproximadamente en los años 2200 y 2500 a.C. Siendo una planta nativa de los Andes esta crece en altitudes entre los 200 y 3800 metros sobre el nivel del mar en climas templados y fríos (Burgos, 2014).

En la actualidad el chocho tiene una gran presencia en la cocina tradicional ecuatoriana y por ser un cereal muy rico en proteínas, nutricionalmente es muy bueno para nuestro organismo incluso más que la soya.

2.6.3.3. Composición química del chocho (*Lupinus mutabilis*)

En la tabla 6 se muestra la caracterización proximal revelando su composición expresada en porcentajes, el contenido de humedad indica que se trata de un alimento de humedad intermedia, tiene un alto contenido de proteína con (47,07%) destaca su valor nutritivo

del producto como excelente fuente proteica, esencial para el crecimiento y reparación de tejidos, nos aporta 10,02% de fibra , grasa 16,04%, brindándonos energía y textura, la ceniza de 3,54 reflejando la presencia de minerales y el contenido de carbohidratos de 13,05% contribuyendo el valor energético total.

Tabla 6. Caracterización proximal de la semilla de chocho

Indicador	%
Humedad Total	10,28
Proteína	47,07
	10,02
Fibra	16,04
Grasa	3,54
Ceniza	<u>13,05</u>
<u>Carbohidratos</u>	

Fuente: (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024)

La composición química del chocho desamargado, comparando sus versiones germinada y no germinada en la tabla 7, muestra variaciones relevantes en sus componentes nutricionales. La proteína total permanece alta en ambas formas, alrededor del 50 % con un leve descenso en la germinada. La germinación mejora la digestibilidad de la proteína, pasando de 85,89 % a 87,4 %, y también aumenta la proteína soluble, lo que indica una mayor biodisponibilidad de los aminoácidos.

Tabla 7. Composición química del chocho des amargado, germinado y no germinado

Chocho des amargado	No Componente	germinado	Germinado
Proteína (%)	51,18	50,10	
Extracto etéreo (%)	21,89	20,90	
Fibra (%)	13,52	11,52	
Cenizas (%)	1,91	2,50	
Humedad (%)	1,35	0,62	
ELN (%)	10,00	14,44	
Proteína soluble (%)	12,81	15,70	
Azúcares totales (%)	1,28	1,75	
Azúcares reductores (%)	0,40	0,44	
Almidón (%)	1,63	1,18	
Digestibilidad de la proteína (%)	85,89	87,40	

Alcaloides (%)	0,01	0,004
----------------	------	-------

Fuente: (Villacrés, Rubio, Egas, & Segovia, 2006)

2.6.3.4. Localización de la materia prima

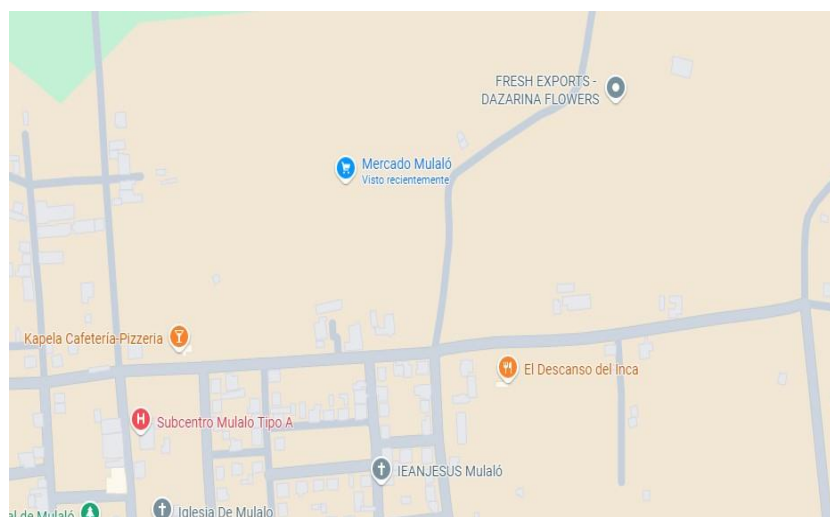
Cotopaxi impulsa el desarrollo sostenible de la producción del chocho, en el Ecuador se localiza principalmente en Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura, todas ubicadas en la sierra, con esto el Ecuador se convierte en un país exportador de este grano, las cosechas permiten a la comunidad de algunos sectores elaborar productos como harinas, empanadas, manjares, cremas y entre otras cosas debido a su buena producción (Villacrés et al., 2006).

Para la localización de la materia prima del chocho desamargado destinado a la elaboración de la harina precocida utilizadas en la formulación de la papilla infantil se obtuvo en el sector comercial de Mulaló. En este centro de abasto se obtuvo el grano ya desamargado, es decir previamente sometido a un proceso de lavado, remojo y cocido para eliminar los alcaloides amargos característicos de esta leguminosa.

En esta forma de adquisición se permite optimizar tiempos en el proceso experimental asegurando un insumo apto para el consumo humano y la con propiedades sensoriales adecuadas para productos alimenticios infantiles.

Estos criterios de selección incluyeron la uniformidad de los granos, la ausencia de olores desagradables y su integridad física para garantizar la calidad del producto final.

***Ilustración 2.** Ubicación para la localización de la materia prima.*



Obtenido de: Google maps (2025)

2.6.4. Definición de la feijoa (*Acca sellowiana*)

La feijoa (*Acca sellowiana*) es una fruta tropical conocida por su sabor exótico, alto contenido de vitamina C, fibra y compuestos antioxidantes. Puede consumirse fresca o transformada en productos como mermeladas, jugos o papillas. Su cultivo se adapta a climas templados y subtropicales, y su cosecha debe realizarse al alcanzar la madurez fisiológica para preservar sus propiedades nutricionales (Izquierdo, infobae, 2024).

2.6.4.1. Taxonomía de la feijoa (*Acca sellowiana*)

Tabla 8. Taxonomía general de la fruta de feijoa

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Myrtaceae</i>
Género	<i>Acca</i>
Especie	<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret

Fuente: (LA SALLE, 2024)

2.6.4.2. Origen

La feijoa es originaria de América del Sur, particularmente de las zonas subtropicales y templadas de países como Brasil, Uruguay y Argentina. Su descubrimiento se atribuye al botánico alemán Otto Karl Berg en el año 1856, quien la nombró en honor al naturalista brasileño João da Silva Feijó y a lo largo del tiempo, esta planta ha sido valorada tanto

por el sabor de sus frutos como por su atractivo ornamental, lo que la convierte en un destacado recurso de la biodiversidad de la región (Plantas Ecuador, 2012)

2.6.4.3. Composición química de la feijoa (*Acca sellowiana*)

En la siguiente tabla se muestra el valor nutricional, sirviendo como referencia comparativa para evaluar el potencial nutricional de ingredientes como la quinua y el chocho, el contenido de proteína varía entre 0,55 y 1,3 %, grasa entre 0,22 y 0,9 %, y los hidratos de carbono entre 10,5 y 52,63 %, son valores inferiores a los reportados de la quinua y el chocho.

Tabla 9. Valor nutricional del producto vegetal

Producto vegetal	100 g
Proteína	0,55
Grasa	0,22
Hidratos de carbono	10,5

Fuente: (Gardenlux, 2015) La

feijoa contiene:

- Agua
- Fructosa y sacarosa
- Pectinas
- Vitaminas del grupo B, C, PP, E Y K
- Hierro, yodo, calcio, potasio y manganeso

El contenido calórico del producto es de 49 kcal por 100 g.

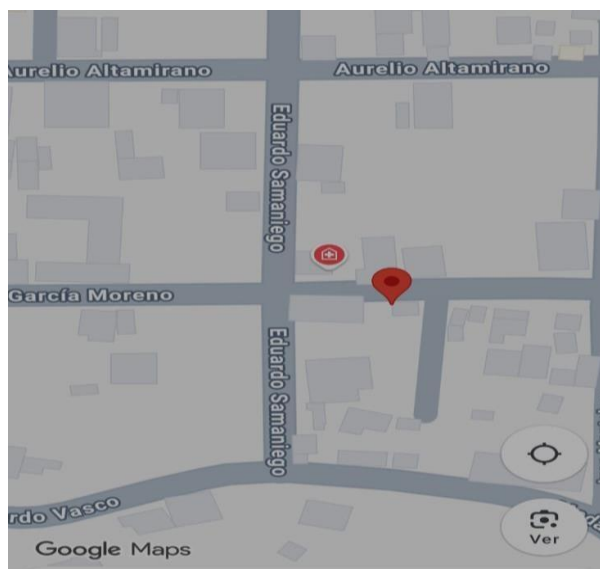
2.6.4.4. Localización de la materia prima (feijoa)

Ecuador si es productor de feijoa destacando como uno de los principales productores en el mundo, se producen en las zonas costeras y subtropicales del país, como Manabí, Loja y Patate ofreciendo condiciones óptimas de cultivo en su producción, esta planta se adapta en diferentes climas haciéndola atractiva para los agricultores siendo una planta muy resistencia a las temperaturas (Plantas Ecuador, 2012)

En el cantón de Patate-Ecuador se ha empezado a cultivar esta fruta por el alto contenido de nutrientes que tiene el suelo agrícola, debido a la falta de gastronomía se empezó a elaborar pasteles y productos de repostería al igual de cierta producción de vino de feijoa, las personas que realizan su producción comercializan esta fruta por su alto contenido nutricional, tomando en cuenta las características organolépticas como olor, sabor y textura (Salomé, 2021)

En la implementación de la papilla infantil la pulpa de feijoa se obtuvo directamente de una productora local ubicada en el cantón de Patate provincia de Tungurahua-Ecuador, esta zona se caracteriza por su favorable clima subtropical andino lo cual favorece el cultivo de frutas como la feijoa con excelente aroma sabor y valor nutricional para la incorporación en la formulación experimental de la papilla infantil.

Ilustración 3. *Localización de la Feijoa*



Fuente: Google maps (2025)

2.6.5. Papilla

Las papillas para niños y bebés son conocidos alimentos que no sean de medios maternos o la leche dada por biberón, las papillas para bebés son alimentos triturados, mezclados o alimentos en pequeñas proporciones y cocinadas, estos ayudan a complementar la lactancia materna a partir de los 6 y 7 meses ya que estos alimentos se crearon para sustituir la leche (Blemil, 2020).

2.6.5.1. Formulación de papillas nutricionales

La formulación de una papilla nutricional combina cereales, leguminosas y frutas con el fin de lograr un perfil completo y equilibrado. Se consideran parámetros como el valor energético, la calidad proteica, el contenido de fibra y la disponibilidad de micronutrientes. Las papillas funcionales también deben responder a necesidades específicas como la fácil digestibilidad, el bajo contenido de azúcares añadidos y la textura apropiada para el consumo infantil (Salgado, 2020)

2.6.5.2. Tipos de tratamiento en la elaboración de papillas

Para la elaboración de la papilla se aplican tratamientos tecnológicos como el precocido, secado y molienda. Estos procesos mejoran la digestibilidad, eliminan factores anti nutricionales y prolongan la vida útil del producto. El tratamiento térmico también es útil para inactivar enzimas que pueden generar deterioro en el sabor o apariencia del alimento (Calvache Tipán & Pastuña Pastuña, 2020)

2.6.5.3. Impacto en la calidad nutricional de las papillas

Los tratamientos térmicos pueden generar pérdidas de algunas vitaminas sensibles al calor, como la vitamina C. También permiten inactivar compuestos anti nutricionales presentes en leguminosas y cereales. De este modo, se mejora la biodisponibilidad de nutrientes clave como el hierro y el zinc. Un tratamiento óptimo busca conservar al máximo los valores nutricionales de los ingredientes originales (Velasco & Jácome, 2020)

2.6.5.4. Efectos en la estabilidad de las papillas

Los tratamientos térmicos y físicos garantizan la inocuidad microbiológica y estabilidad sensorial durante el almacenamiento, existen múltiples factores que pueden afectar la estabilidad del alimento y los más comunes son la temperatura, la humedad, la luz, el oxígeno y el pH, la estabilidad en alimentos no solo influye en su apariencia y sabor,

también en la capacidad de los productos de mantener los beneficios nutricionales (Hulatt, 2024)

2.6.6. Características nutricionales de las harinas precocidas 2.6.6.1. Características nutricionales de la harina precocida de quinua

(*Chenopodium quinoa*)

En la tabla 10 propuesta muestra las características principales que tienen las harinas precocidas, indica tanto la composición bromatológica y la composición química proximal de la harina de precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*) (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024).

Tabla 10. Composición química de la harina precocida de quinua

Indicador	Media
Carbohidrato (% m/m)	59,76
Grasa (% m/m)	6,71
Proteína (% m/m)	21,08
Humedad (% m/m)	3,28
Ceniza (% m/m)	2,84
Fibra (% m/m)	6,33

Fuente: (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

2.6.6.2. Características nutricionales de la harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis*)

La proporción del análisis detallado de los resultados bromatológicos de la harina precocida de chocho abarca diferentes parámetros nutricionales esenciales, como el contenido de humedad, materia seca, proteínas, fibra, grasa, ceniza, materia seca orgánica y carbohidratos, permitiendo evaluar la calidad y el valor nutricional del producto (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024)

En la tabla 11 se muestra la harina precocida de chocho con un contenido de proteína elevado 49,47 %, esto la convierte en una excelente fuente de este macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo. Además, su contenido de grasa de 19,98 % es también

significativo, proporcionando ácidos grasos esenciales que contribuyen al aporte energético del alimento.

Tabla 11. Caracterización química y nutricional de la harina precocida de chocho

Parámetro	Valor %
Humedad total	2,34
Materia seca	97,66
	49,47
Fibra	1,14
Grasa	19,98
Ceniza	1,63
Materia orgánica	98,37
Carbohidratos	14,44

Fuente: (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024)

2.6.7. Reología y la importancia en alimentos

La importancia del análisis reológico nos ayuda a identificar una textura adecuada en productos para cumplir con las expectativas paramétricas de la gente, esto incluye una sensación en la boca conocida como psicorreología y la tomabilidad, la reología de alimentos ayudan a crear sensaciones que se esperan de los productos, determinar las propiedades reológicas de los alimentos es cada vez más importante siempre y cuando se trate de evaluar la calidad de las materias primas (Paar, 2020)

2.6.8. Concepto de densidad

La viscosidad de un alimento es un factor crucial para determinar la textura. La viscosidad puede estar afectada por variables como el gradiente de velocidad de deformación, temperatura y presión, los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos, con esto se miden las razones y propiedades reológicas de los alimentos ya que son básicas en la ingeniería de procesos, existen 3 tipos de viscosidad, la dinámica, cinemática y la

viscosidad aparente, con esto podemos determinar los diferentes tipos de viscosidad para elaborar un alimento (COMINTEC, 2017).

2.6.9. Parámetros reológicos

- **Viscosidad:** Según (Díaz Ocampo, 2018) “La viscosidad es una propiedad de transporte que cuantifica la conductividad de cantidad de movimiento a través de un medio conductivo o fluido”, es decir esa constante de Newton proporciona la viscosidad.

Ecuación. 5

$$\sigma_{yx} = \mu \left(\frac{du_x}{dy} \right) = \mu \frac{\mu}{Y}$$

Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

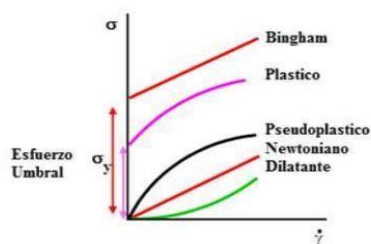
- **Variables que influyen en la viscosidad:** En este caso las variables más trascendentales que sobresaltan a la viscosidad son:

Las variables más importantes que afectan a la viscosidad son:

- Velocidad de deformación
- Temperatura
- Presión
- Concentración

- **Tipos de Fluidos:** Según (Díaz Ocampo, 2018),” Los alimentos reaccionan de forma muy diferente ante la aplicación de un esfuerzo; unos son sólidos y se rompen bruscamente ante un esfuerzo elevado, como los helados”, es decir otros sólidos, se pueden deformar para romperse en un futuro cercano, otros fluyen de diferente manera como la leche, mayonesa, gelatina así superando el inicio de nivel que puede o no deformarse.

Figura 1. Tipos de Fluidos Según el Comportamiento Reológico (Curvas de Flujo)



Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

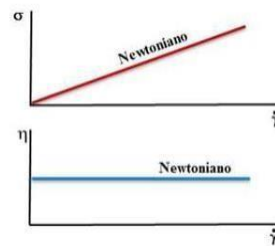
- **Fluidos newtonianos:** Según (Díaz Ocampo, 2018), los fluidos newtonianos son aquellos que cumplen la Ley de Newton, es decir los principales se adecuan a esta ecuación.

Ecuación. 6

$$\sigma = \eta / \dot{\gamma}$$

Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

Figura 2. Fluidos Newtonianos

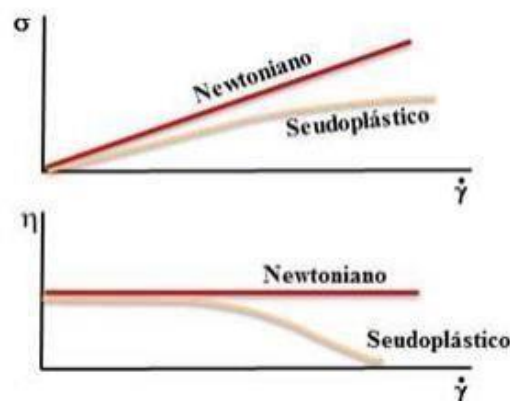


Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

Esto nos quiere decir que el esfuerzo de corte y la velocidad de deformación se mantienen constantes y entonces la velocidad de corte es directamente proporcional al esfuerzo de corte, y la curva de esta relación comienza en el origen; un típico alimento newtoniano está conformado por elementos de bajo peso molecular y no contiene una concentración apreciable de polímeros disueltos o insolubles (Díaz Ocampo, 2018)

- **Fluidos no newtonianos,** Los fluidos no newtonianos son aquellos que no cumplen la ley de Newton de la viscosidad, por lo tanto, la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación deja de ser lineal (Díaz Ocampo, 2018).

Figura 3. Fluidos No Newtonianos



Fuente: (Ocampo R. D., 2018)

Según (Díaz Ocampo, 2018), Estos fluidos se caracterizan porque su viscosidad no permanece constante cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces, del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto o muestra.

Ecuación. 7

$$\eta_a = \frac{\sigma}{\gamma} \neq Cte$$

Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

Esta dependencia de la viscosidad con la velocidad de deformación se debe a una variación en la estructura del fluido, cuando hay un cambio de velocidad de deformación. A velocidades de deformación lo suficientemente bajas se puede esperar que la modificación estructural sea insignificante y por tanto desaparezca la dependencia de la viscosidad con la velocidad de deformación (Ocampo R. D., 2018) En caso contrario, las ecuaciones de Ostwald o Ley de la Potencia, Herschel Bulkely y de Bingham suelen permitir una modelización adecuada del comportamiento al flujo, al menos en un determinado intervalo de gradiente de velocidad.

Por otra parte, en el caso de productos fluidos o con gelificación débil como los procesados de frutas, néctares, cremogenados, mermeladas, etc., o bien aquellos con una consistencia semisólida y con partículas no solubles, el comportamiento reológico en flujos depende de su composición y estructura en términos de los siguientes factores, con diferente influencia de la temperatura (Villamarín & Riofrio Maldonado, 2021).

- La influencia de la temperatura sobre la viscosidad asociada a esta contribución es grande, y tanto mayor cuanto mayor es la concentración y peso molecular de los solutos.
- Concentración y el peso molecular de los solutos macromoleculares, en este caso, la influencia de la temperatura sobre la viscosidad tiene un efecto antagónico, ya que por una parte al aumentar la temperatura disminuyen las interacciones moleculares en el sistema, pero, por otra parte, un aumento de la temperatura

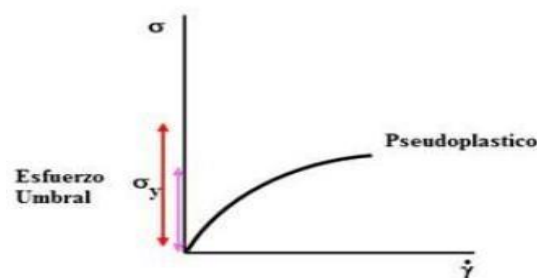
supone un mayor desligamiento de las cadenas macromoleculares, al potenciarse las interacciones soluto-solvente, y por tanto una mayor viscosidad.

- La compensación parcial de estos dos efectos hace que la influencia de la temperatura pueda ser de menor magnitud que en el caso de solutos moleculares, y probablemente tanto menor cuantas más dificultades de solvatación presente la cadena(Villamarín & Riofrio Maldonado, 2021).

• Fluidos independientes del tiempo

La mayoría de los alimentos tienen un comportamiento reológico independiente del tiempo. Este tipo de fluidos se clasifican en tres grupos: pseudoplásticos, dilatantes y plásticos. Se caracterizan porque la viscosidad aparente depende solamente de la temperatura, la composición del fluido y del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad aplicado, pero nunca del tiempo de aplicación de este último(Villamarín & Riofrio Maldonado, 2021).

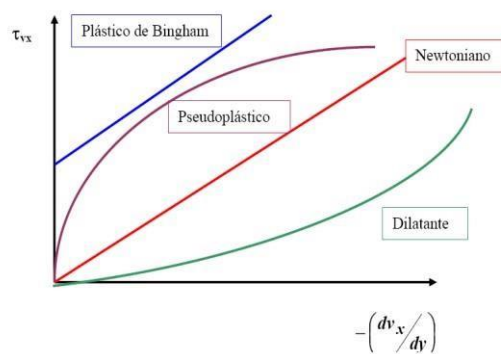
Figura 4. Fluidos Pseudoplásticos



Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

Según (Catota, 2019), los líquidos pseudoplástico son menos espesos cuando se someten a altas velocidades de deformación que cuando se cizallan lentamente. La viscosidad aparente depende en ellos de la velocidad de deformación, pero no del tiempo durante el que están sometidos al esfuerzo de cizalla. La velocidad de flujo puede ser incrementada aumentando la fuerza aplicada por vertido, masticación, deglución, bombeo, mezclado, etc. Las moléculas de los polímeros lineales forman soluciones cuya viscosidad disminuye con la fuerza de cizalla.

Muestran un descenso de viscosidad al aumentar la velocidad de cizalla (“shear thinning”). La curva de un fluido de estas características pasa por el origen y es cóncava hacia abajo para bajos esfuerzos cortantes, haciéndose recta para esfuerzos cortantes elevados.

Figura 5. Fluidos Dilatantes

Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

• Fluidos Viscoelásticos

Según (Díaz Ocampo, 2018), en los productos viscoelásticos, los componentes elástico y viscoso se manifiestan simultáneamente bajo las condiciones operacionales y la elasticidad es muy fácilmente detectable a tensiones altas, lo que nos quiere decir que el comportamiento en productos de carácter plástico es frecuente su recuperación parcial, en la que varía el efecto de la tensión en tanto más completa sea la red más completa es su elasticidad.

Tabla 12. Invariables primordiales para desiguales tipos de fluidos.

Tipo de Fluido	Índice de Consistencia	Índice de Flujo	Esfuerzo Umbral	Ejemplo
Newtoniano	Viscosidad $K > 0$	$n = 1$	$\tau_0 = 0$	Zumos clarificados, aceites, leche, jarabes de pastelería
Pseudoplástico	Viscosidad aparente $K > 0$	$0 < n < 1$	$\tau_0 = 0$	Zumos concentrados cremogenados y purés, de frutas, almidón

Plástico de Bingham	Plasticidad constante $K > 0$	$n = 1$	$\sigma_0 > 0$	Aderezos de ensalada, salsa de dulce de chocolate, kechup.
Tipo mixto (Herschel Bulkley)	Índice de consistencia $K > 0$	$0 < n < 1$	$\sigma_0 > 0$	Mermelada, jalea
Dilatante	Índice de consistencia $K > 0$	$1 < n < \infty$	$\sigma_0 = 0$	Mantequilla de maní, pasta de salchichas

Fuente: (Díaz Ocampo, 2018)

2.6.10. Parámetros Físicoquímicos en Papillas Infantiles

Los análisis físicoquímicos permiten conocer la calidad y estabilidad de los alimentos procesados. En productos semisólidos como las papillas infantiles, parámetros como humedad, pH, °Bx y cenizas son esenciales para determinar su conservación, textura y aceptabilidad. La humedad, por ejemplo, influye directamente en la vida útil del producto, mientras que el pH incide en la estabilidad microbiológica y sensorial (Núñez, 2014). El contenido de sólidos solubles (°Bx) se asocia con la dulzura percibida y el contenido de azúcares solubles, mientras que las cenizas indican la cantidad total de minerales presentes en el alimento.

2.6.11. Composición Nutricional de Papillas Infantiles

El valor nutricional de una papilla infantil depende de su contenido de macronutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos) y micronutrientes (vitaminas y minerales). Ingredientes como la quinua y el chocho aportan proteínas de alta calidad y fibra, esenciales para el desarrollo físico e inmunológico del niño. La feijoa, por su parte, es rica en vitamina C y compuestos antioxidantes que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico (Izquierdo, 2024). La formulación debe garantizar un balance adecuado de nutrientes que cubra la necesidad de crecimiento durante la primera infancia (Gómez, 2018).

2.6.12. Análisis Microbiológicos en Alimentos Infantiles

El control microbiológico es fundamental en productos dirigidos a población vulnerable como los infantes. Las normativas alimentarias exigen la ausencia de microorganismo patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, coliformes fecales, mohos y levaduras, entre otros. Estos análisis permiten verificar la inocuidad del producto y asegurar que su consumo no represente riesgo alguno para la salud (INEN, 2013). La correcta higiene en la elaboración, el uso de temperaturas adecuadas y el pH del producto contribuyen significativamente a su estabilidad microbiológica.

2.6.13. Influencia de la temperatura en la Elaboración de Papillas

La temperatura es un factor determinante durante la cocción de las papillas, ya que afecta tanto su textura como su estabilidad nutricional. Cocinar a temperaturas controladas como 60 °C o 70 °C favorece la gelatinización del almidón, mejora la digestibilidad y puede reducir la viscosidad sin comprometer la integridad nutricional del producto (Luna, 2020). Sin embargo, temperaturas excesivas pueden degradar vitaminas sensibles al calor, como la vitamina C, por lo que es esencial establecer un perfil térmico adecuado para mantener la calidad funcional del alimento (Tipan C & Pastuña, 2020).

2.6.14. Incorporación de Endulzantes en las papillas

La incorporación de endulzantes naturales como la panela y la miel de agave responde a la necesidad de ofrecer productos sin azúcares refinados añadidos, los cuales están asociados a riesgos de obesidad y enfermedades metabólicas desde edades tempranas. La panela es rica en minerales como calcio, hierro y magnesio, mientras que la miel de agave contiene fructooligosacáridos que actúan como prebióticos y favorecen a la salud intestinal (Jimenez, 2021). Su uso en papillas busca mejorar el sabor, aumentar la aceptabilidad sensorial y aportar beneficios nutricionales adicionales, siempre en concentraciones moderadas para evitar sobrecarga de azúcares.

2.7. Marco Conceptual

- **Papilla infantil**

Las papillas infantiles son alimentos semisólidos destinados a niños mayores de seis meses como parte del proceso de alimentación complementaria. Su formulación debe asegurar una textura adecuada, alta digestibilidad y un perfil nutricional equilibrado que responda a los requerimientos de crecimiento y desarrollo (Salgado, 2020). Además, deben cumplir con parámetros de inocuidad y aceptabilidad sensorial para garantizar su eficacia y consumo seguro.

- **Quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

La quinoa es un pseudocereal andino con alto valor nutricional, caracterizado por su contenido de proteínas completas, fibra, vitaminas del complejo B y minerales como hierro, magnesio y zinc. Su harina precocida se utiliza en productos infantiles por su fácil digestión y capacidad de mejorar el perfil proteico de las formulaciones (FAO, 2023).

- **Chocho (*Lupinus mutabilis*)**

El chocho o lupino andino es una leguminosa con contenido proteico superior al 40 %, además de grasas saludables, fibra dietética y compuestos bioactivos. Para su consumo, requiere un proceso de desamargado que elimina alcaloides tóxicos. Su harina es un ingrediente funcional adecuado para alimentos infantiles, aportando proteínas de alta calidad y energía (Peralta et al., 2013).

- **Feijoa (*Acca sellowiana*)**

La feijoa es una fruta tropical reconocida por su riqueza en vitamina C, antioxidantes naturales y compuestos fenólicos. Su pulpa tiene propiedades antimicrobianas, digestivas y nutricionales que la hacen adecuada para la elaboración de alimentos funcionales dirigidos a la infancia (Izquierdo, 2024). Además, su sabor y aroma únicos favorecen la aceptabilidad del producto final.

- **Reología de alimentos**

La reología es la ciencia que estudia el flujo y la deformación de materiales, siendo esencial en el diseño y evaluación de alimentos semisólidos como las papillas. En alimentos infantiles, la viscosidad y la densidad son parámetros clave que determinan la aceptabilidad y la facilidad de deglución del producto (Sahin & Sumnu, 2006). Una textura adecuada facilita el consumo y mejora la experiencia sensorial.

- **Viscosidad**

La viscosidad representa la resistencia al flujo de un fluido. En productos infantiles, una viscosidad media o baja favorece la alimentación sin riesgos de atragantamiento y mejora la aceptación por parte del consumidor (Paar, 2020). Su medición se realiza normalmente con reómetros o viscosímetros tipo Brookfield.

- **Nutrición infantil**

Durante los primeros años de vida, la adecuada nutrición es fundamental para garantizar un crecimiento óptimo, el desarrollo neurológico y el fortalecimiento del sistema inmunológico. La incorporación de alimentos funcionales con proteínas de alta calidad, fibra y micronutrientes esenciales puede prevenir la desnutrición y enfermedades asociadas (UNICEF, 2021).

2.8. Metodología del proceso de investigación

La papilla desarrollada en esta investigación se elabora a partir de harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y feijoa (*Acca sellowiana*), ingredientes que destacan por su valor nutricional y funcional. Desde el enfoque nutricional, el producto está diseñado para contribuir al desarrollo infantil, aportando proteínas de alta calidad, aminoácidos esenciales, fibra dietética, hierro, calcio y compuestos antioxidantes, elementos clave para combatir la desnutrición y así poder fortalecer el sistema inmunológico.

En cuanto, al enfoque tecnológico, la aplicación de tratamientos térmicos controlados nos permite obtener una harina precocidad de adecuada solubilidad y digestibilidad, mientras que la evaluación de sus propiedades reológicas facilita la estandarización de la textura, garantizando su aceptación sensorial y estabilidad durante el almacenamiento.

2.9. Tipo y diseño investigativo

2.9.1. Investigación experimental

En esta investigación se manipulan las variables para determinar los efectos de las características de la papilla como la textura, sabor y valor nutricional, la calidad de una investigación se relaciona con el grado en el cual se aplica el diseño, en cualquier tipo de diseño se debe ajustar a contingencias y cambios de situación en un experimento en el que no funciona el estímulo experimental y tendrá que modificarse (Hernández et al.,2014)

2.9.2. Investigación aplicada

Utilización de conocimientos teóricos para poder resolver problemas prácticos para el desarrollo de una papilla y aceptable para un público objetivo, tiene propósito de encontrar soluciones que se implementen en diferentes áreas en los procesos y métodos que tengan impacto directo en la sociedad o en el sector en particular (Torres, 2016).

2.9.3. Investigación descriptiva

Busca especificar las propiedades más importantes de la papilla, se describen situaciones para ofrecer un panorama claro y completo del tema que puede servir para investigaciones posteriores (Hernández et al.,2014)

2.9.4. Investigación cuantitativa

Se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos, como mediciones de pH, viscosidad y aceptación, se usa herramientas para determinar también análisis matemático y estadístico, es la cuantificación de datos que busca obtener evidencias empíricas de lo que se observa en sus mediciones, de una idea hacia el planteamiento del problema sea inmediato o hasta tardar un tiempo considerable, el investigador debe desempeñar el tema de estudio empeñando habilidades y estudio antecedentes.

2.9.5. Investigación tecnológica

La investigación tecnológica aplica diversos métodos para tecnificar productos elaborados de las materias primas, implica mejorar el producto y sus procesos, dentro del desarrollo de una papilla en combinación de la quinua, chocho y feijoa, dentro de las características más comunes de investigación tecnológica encontramos la liofilización, super congelación, conservación en frío y aditivos químicos (Ferreira et al., 2013).

2.9.6. Técnicas

Para el desarrollo del presente trabajo se emplearon técnicas tanto cuantitativas como cualitativas. En el ámbito cuantitativo se aplicaron análisis físico-químicos y reológicos para evaluar las propiedades de la papilla, mientras que en el cualitativo se utilizaron encuestas para conocer la aceptación sensorial y percepción del consumidor respecto al producto. Estas técnicas permitieron obtener información integral sobre la funcionalidad, aceptabilidad y viabilidad del alimento formulado.

2.9.7. Técnicas de Instrumentación

2.9.7.1. Obtención de datos

Los datos serán obtenidos mediante la realización de pruebas experimentales en laboratorio, las cuales incluyeron análisis de humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra y carbohidratos por diferencia, así como evaluaciones de viscosidad y comportamiento reológico. Adicionalmente, se aplicaron encuestas estructuradas a un grupo de consumidores para evaluar la aceptación del producto y recopilar sugerencias sobre su sabor, textura, aroma y color.

2.9.7.2. Encuestas

Se planea diseñar una encuesta sensorial estructurada con escala hedónica de 5 puntos, aplicada a una muestra de 38 personas, quienes evaluaron los atributos sensoriales de la papilla (sabor, olor, textura, color y aceptación general). La muestra estuvo compuesta

por adultos responsables del cuidado de niños, con el objetivo de obtener una percepción cercana al consumidor final del producto.

2.9.7.3.Recolección de datos

La recolección de datos se llevará a cabo en dos etapas: primero, en el laboratorio mediante fichas técnicas de análisis físico-químico y reológico; y segundo, en campo, mediante la aplicación presencial de encuestas a los participantes seleccionados. Los datos serán registrados en formatos digitales para su posterior procesamiento estadístico utilizando software como Excel y InfoStat.

2.10. Materiales, reactivos y equipos

Entre los materiales, reactivos y equipos que se emplearon durante la elaboración de papilla infantil se encuentran los siguientes:

2.10.1. Materias primas e insumos

- Harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*)
- Harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis*)
- Pulpa de feijoa (*Acca sellowiana*)
- Miel de agave
- Vainilla
- Panela
- Goma xantana
- Canela en polvo
- Ácido cítrico
- Sal
- Leche en polvo

2.10.2. Materiales

- Balanza analítica
- Mesa de trabajo
- Olla mediana

- Frascos de vidrio
- Utensilios de cocina
- Molino
- Tamizador
- Botellas
- Fundas herméticas
- Morteros

2.10.3. Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol

2.10.4. Equipos de laboratorio

- Desecador: No tiene unidad específica (almacenamiento en ambiente seco)
- Termómetro: Grados Celsius(^aC), Kelvin (^aK) o Fahrenheit (^aF)
- Viscosímetro: Pascal-segundo (Pa*s) o centipoise (cP)
- pH metro: unidades de pH (adimensional, escala logarítmica)
- Plancha pre calcinadora Temperatura: ^aC O ^aK (para calcinación)
- Mufla Temperatura: ^aC O ^aK (altas temperaturas)
- Crisol de porcelana: Masa (g) o kilogramos (kg)
- Densímetro: g/cm³ o kg/m³
- Refractómetro: grados Brix (^aBx)
- Plancha de calefacción: ^aC O ^aK (control de calentamiento)

2.11. Metodología para la obtención de las materias primas

2.11.1. Descripción investigativa de la obtención de harina precocida de chocho según (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024)

- **Recepción:** En esta fase inicial del proceso, los granos de chocho fueron recibidos meticulosamente para certificar que cumplen con el estándar de calidad determinado.

Figura 6. *Recepción Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Selección:** Tras la recepción, se llevó a cabo una selección minuciosa de los granos. Este proceso incluyó la clasificación cuidadosa para separar cualquier impureza y asegurar que solo los granos de chocho en óptimas condiciones avancen al siguiente paso del proceso.

Figura 7. *Selección Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Lavado:** Los granos seleccionados fueron lavados exhaustivamente con agua potable. Este paso no solo permitió eliminar la suciedad superficial, sino que también redujo la carga microbiana, preparando los granos para el proceso de precocción que sigue a continuación.

Figura 8. *Lavado Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Precocción:** Los granos de chocho fueron sometidos a un procedimiento de precocción preliminar en autoclave a una temperatura de 85°C durante 40 minutos. Durante este proceso, se utilizó una relación específica de agua/masa: 1500 ml de agua / 500 g de materia prima.

Figura 9. *Precocción del chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Remojo:** Tras la precocción, los granos se remojan en agua potable durante 1 día. Se realizaron tres cambios diarios de agua para reducir aún más el contenido de Lupanina, este proceso de des amargado representa un estándar actualmente utilizado, aunque este periodo debería ser evaluado de manera más rigurosa para determinar si se pueden optimizar los tiempos sin comprometer la calidad y seguridad del producto.

Figura 10. *Remojo del Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Secado por deshidratación:** Los granos se colocan en bandejas y se introducen al deshidratador, se seca a una temperatura controlada de 80°C durante 10 horas, se debe asegurar la eliminación de humedad para prolongar la vida útil del grano.

Figura 11. *Deshidratación del Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Molienda:** Los granos se trituran en un molino industrial para obtener una harina fina de alta calidad la molienda garantiza textura para la elaboración de productos alimenticios.

Figura 12. *Molienda del Chocho deshidratado*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Tamizado:** La harina obtenida se tamiza a través de un tamiz 300 um para eliminar cualquier partícula gruesa polvo fino conocida como harina precocida.

Figura 13. *Tamizado del Chocho molido*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Harina fina:** Polvo fino conocido como harina precocida.

Figura 14. *Harina Precocida de Chocho*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Empacado:** La harina precocida se empaqa y se sellan las bolsas plásticas con una capacidad estándar de 500 g por empaque.

Figura 15. *Empacado de la Harina Precocida de Chocho*

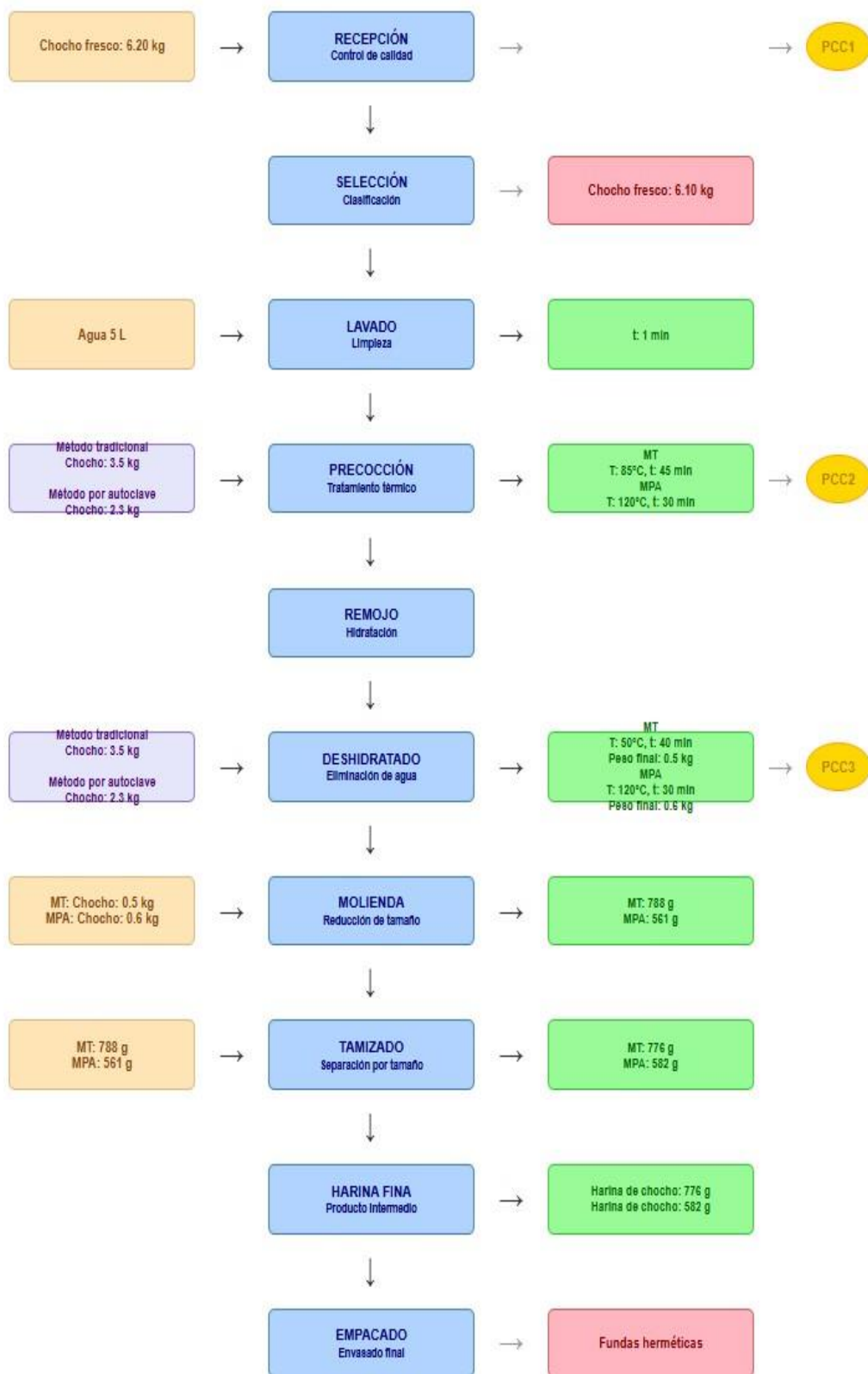


Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.11.2. Flujograma de la precocción del chocho

En la figura 16 se presenta el flujograma del proceso de precocción por el método tradicional del chocho

Figura 16. *Flujograma del proceso de precocción de la harina de chocho*



ABREVIACIONES UTILIZADAS

MT: Método Tradicional

MPA: Método por Autoclave

PCC: Punto Crítico de Control

T: Temperatura (°C) **t:** Tiempo (min) **kg:** Kilogramos **g:** Gramos **L:** Litros

a) Simbología de Formas Geométricas

ENTRADA	Materias primas, insumos y materiales que ingresan al proceso
PROCESO	Operaciones unitarias y transformaciones del producto
SALIDA	Productos intermedios, finales y parámetros de control
DESECHO	Subproductos, residuos y material de rechazo
MÉTODO	Técnicas alternativas de procesamiento (tradicional vs. autoclave)

b) Puntos Críticos de control (PCC)

- PCC1 Recepción:** Control de calidad de materia prima (humedad, impurezas, estado sanitario)
- PCC2 Precocción:** Control de temperatura y tiempo para eliminación de factores antinutricionales
- PCC3 Deshidratado:** Control de humedad final y temperatura para conservación del producto

c) Parámetros Críticos de Proceso

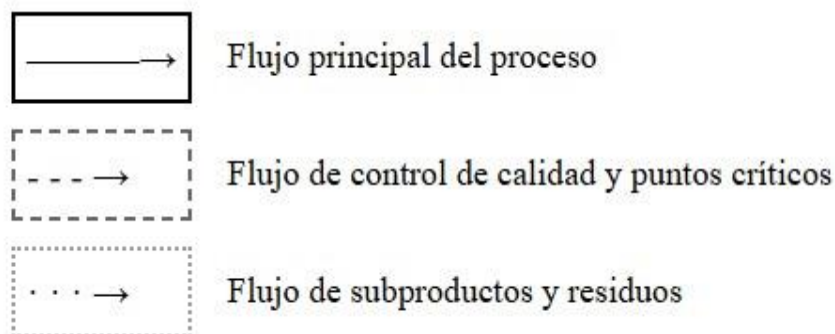
Precocción (MT): T: 85°C, t: 45 min - Eliminación de alcaloides y factores antinutricionales.

Precocción (MPA): T: 120°C, t: 30 min - Proceso acelerado con autoclave

Deshidratado (MT): T: 50°C, t: 40 min, Peso final: 0.5 kg - Secado controlado

Deshidratado (MPA): T: 120°C, t: 30 min, Peso final: 0.6 kg - Secado intensivo

d) Tipos de Flujo



Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.11.3. Rendimiento Harina precocida de chocho

- Materia prima (dos métodos):
- Tradicional: 3800 g → 776 g = **20,42%**
- Autoclave: 2300 g → 582 g = **25,30%**

•Promedio estimado de rendimiento:

$$\frac{776}{3800} + \frac{582}{2300} = \frac{1358}{6100} = 22,26\%$$

2.12. Descripción investigativa de la obtención de harina precocida de quinua por el método de cocción en autoclave según (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

- **Recepción:** Se recibe 1100 g de materia seca de quinua para el proceso óptimo de elaboración.

Figura 17. *Recepción de la quinua*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Limpieza:** Se realizó una limpieza manual de los granos de quinoa para eliminar impurezas como el polvo piedras pequeñas palitos y otros materiales extraños, este paso garantiza que la materia prima esté en condiciones óptimas para ser procesada.

Figura 18. *Limpieza de la quinua*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Precocción:** En esta etapa se utilizó 1 kg de materia prima a la relación 1-1 de agua, 110 °C a 30 minutos.

Figura 19. *Precocción quinua mediante autoclave*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Secado:** Se uso deshidratador para eliminar humedad.

Figura 20. *Secado en el deshidratador de la quinua*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Molienda:** En este paso usamos un molino manual para triturar la materia seca.

Figura 21. *Molienda de la quinua deshidratada*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Tamizado:** En este paso procedemos a pasar por un tamiz para separar las partes más sólidas de la harina.

Figura 22. *Harina Tamizada de quinua*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Pesado:** Se pesa en una balanza analítica para detallar cuanta harina se obtuvo.

Figura 23. *Pesado de la harina tamizada de quinua*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Empacado:** El empaque de la harina realizada se guarda en fundas herméticas para su conservación.

Figura 24. *Empacado de la harina precocida de quinua*

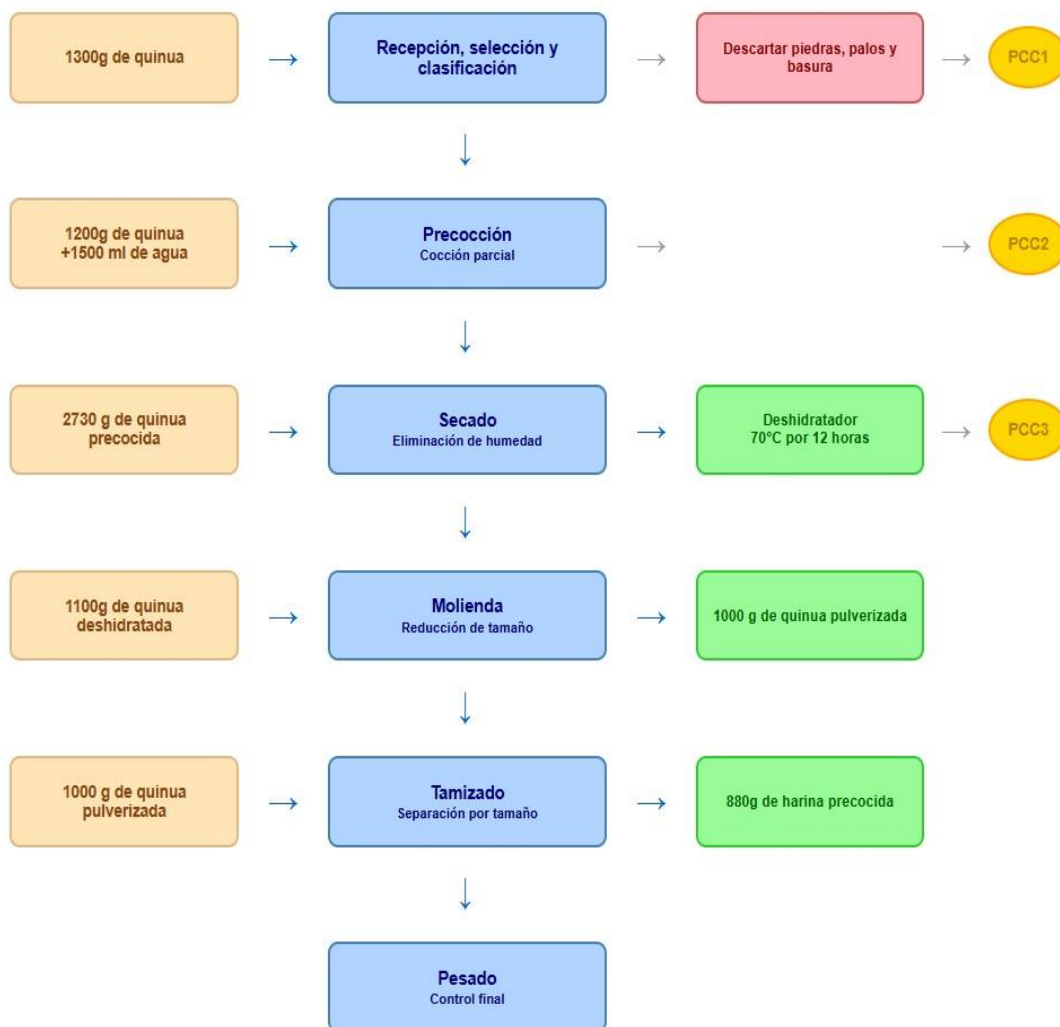


Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.12.1. Flujograma elaboración de harina precocida de quinoa

En la figura 25 se presenta el flujograma del proceso de precocción por autoclave de la harina de quinua establecido (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

Figura 25. *Flujograma del proceso de precocción*



Simbologías de formas geométricas

MATERIA PRIMA	Quinua en grano y agua como insumos del proceso
OPERACIÓN	Operaciones unitarias de transformación física y química
PRODUCTO	Productos intermedios, finales y parámetros de proceso
DESECHO	Subproductos, residuos y material de rechazo (piedras, palos, basura)

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.12.2. Rendimiento de la quinua

- Materia prima: 1300 g
- Producto final: 980 g Rendimiento:

$$\frac{970}{1300} \times 100 = 74,61\%$$

2.13. Descripción de obtención de la pulpa concentrada de Feijoa

- **Recepción:** La materia prima se adquiere de distribuidores directos de la ciudad de Patate para la elaboración de la papilla adquirimos 6.3 kg de este primer paso consta adquirir este producto, tomando en cuenta el tamaño y buena condición para la elaboración de despulpado.

Figura 26. *Recepción de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Selección:** En este proceso se toma bastante en cuenta el aspecto físico y se revisa de que las frutas que no hayan pasado por un proceso bueno de recepción serán clasificadas en este paso se elimina la suciedad excesiva, malformaciones y parámetros sensoriales como el olor y estado de frescura sobrando 300 g de desecho

Figura 27. *Selección de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Lavado:** Para el lavado de las frutas seleccionadas las introducimos en el agua para eliminar cualquier tipo de bacterias añadiendo una cantidad establecida de hipoclorito de sodio a 5 gr durante 5 y 10 minutos para garantizar la limpieza y desinfección de la misma.

Figura 28. *Lavado de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Escaldado:** En este paso añadimos agua para pre cocinar la feijoa durante unos 4 minutos a una temperatura de 80 °C para poder separar la cáscara de la fruta mucho más rápido y que la pulpa no se oxide mediante la cocción.

Figura 29. *Escaldado de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Pelado:** En este paso separamos la cáscara de la fruta para que la pulpa no tome un sabor amargo en su textura.

Figura 30. *Pelado de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Despulpado:** Este paso se usa un despulpador mecánico el cual separa la pulpa de las semillas dando un total de 3,4 kg de pulpa

Figura 31. *Despulpado de la Feijoa*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Envasado:** Envasamos el producto en un envase de plástico hermético para que no entre oxígeno y no proceda a dañarse.

Figura 32. *Envasado de la pulpa obtenida*



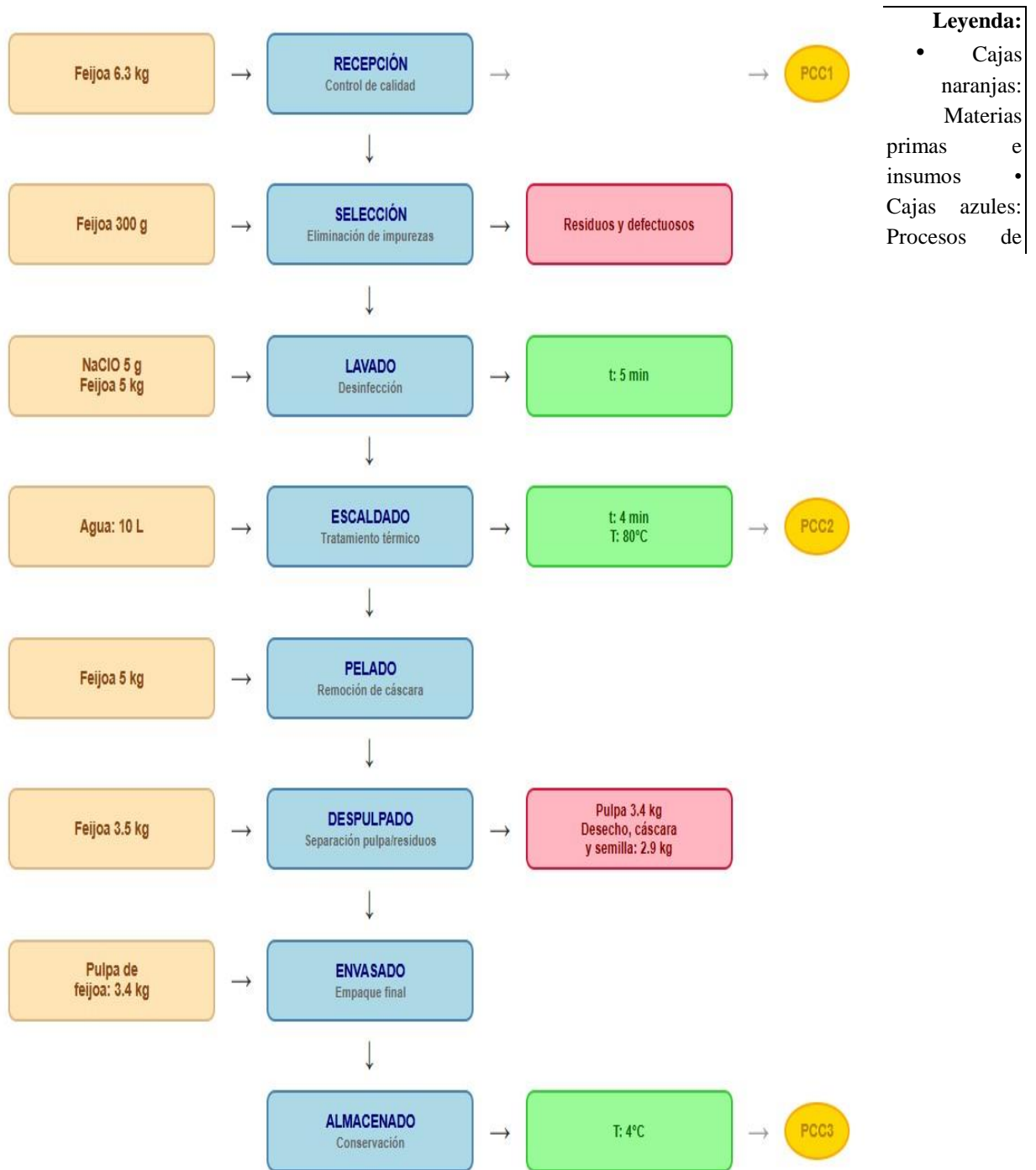
Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Almacenado:** Guardamos la solución en un envase para conservar en refrigeración a 4 °C para que la pulpa obtenida no se deteriore ni se oxide.

2.13.1. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de feijoa

En la figura 33 se presenta el flujograma del proceso de extracción de miel de agave por el método tradicional.

Figura 33. Flujograma pulpa de feijoa



transformación • Cajas rosadas: Residuos y subproductos • Cajas verdes: Condiciones de proceso • Círculos amarillos: Puntos Críticos de Control (PCC)

- Flechas continuas: Flujo principal • Flechas punteadas: Control de calidad

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.13.2. Rendimiento pulpa de feijoa

- Materia prima: 6,3 kg
- Pulpa útil: 3,4 kg • Rendimiento:

$$\frac{3,4}{6,3} \times 100 = 53,97\%$$

2.14. Proceso artesanal para la elaboración de miel de agave (*Agave americana L.*)

- **Recepción:** Se seleccionan las plantas maduras, listas para cosecharlas

Figura 34. *Recepción de la planta agave*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Selección:** Se inspecciona cuidadosamente para garantizar que estén en condiciones óptimas para la extracción.

Figura 35. *Selección del Chaguarmishque*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Preparación:** Se debe cortar las hojas externas de la planta para exponer el centro, luego se realiza un corte en el centro de la planta para formar una cavidad que servirá para la recolección de la miel.

Figura 36. *Preparación de la planta*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Estimulación:** Se raspa el interior de la cavidad, lo cual estimula la producción de Chaguarmishque, este líquido dulce comienza a acumularse en la cavidad formada.

Figura 37. *Estimulación de la planta*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Recolección:** El aguamiel se recolecta manualmente dos veces al día, obteniendo entre 4 a 6 litros diarios. La planta produce aguamiel durante dos meses, en este lapso de tiempo podemos obtener 30 L de dos plantas en 3 días.

Figura 38. *Recolección del Chaguarmishque*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Cocción:** El Chaguarmishque recolectado se transfiere a una olla grande y se somete a cocción a fuego alto durante 4 a 5 horas. La temperatura se mantiene entre 85 y 95 °C, durante el proceso de cocción el líquido sufre un cambio de color, pasando de un tono canela claro a un color ámbar o café oscuro mientras los sólidos solubles del Chaguarmishque empieza a concentrarse disminuyendo el agua.

Figura 39. *Cocción del Chaguarmishque*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Envasado:** Una vez obtenida la miel concentrada, se envasa en recipientes de plástico previamente esterilizados para garantizar la seguridad alimentaria del producto

Figura 40. *Envasado de la Miel obtenida*

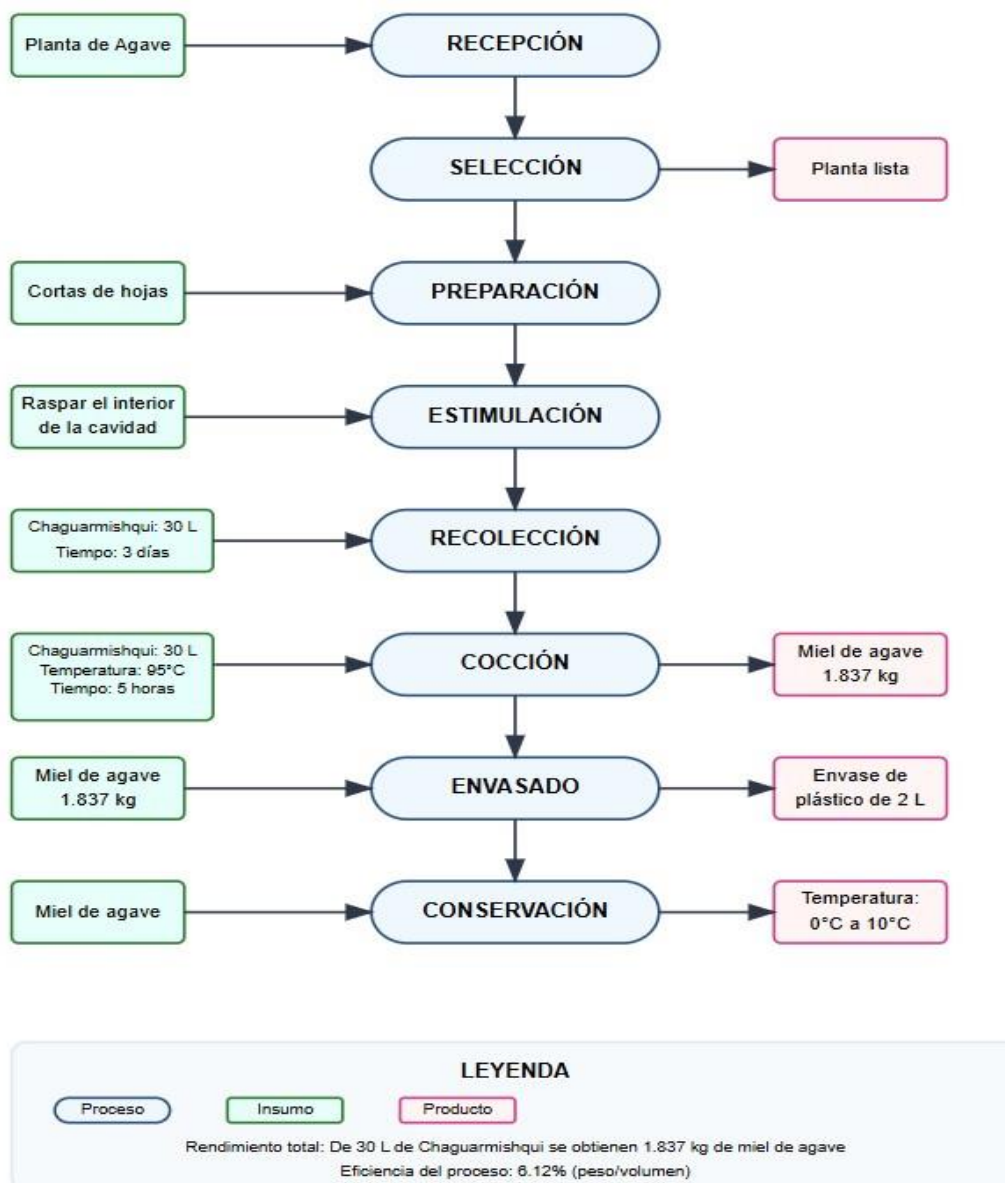


Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Conservación:** Los envases se almacenan en un ambiente frío con temperaturas que oscilan entre 0 y 10 °C, con el fin de preservar las características organolépticas y extender la vida útil de la miel de agave.

2.14.1. Diagrama de Flujo Elaboración Miel de Agave

Figura 41. Flujograma obtención Miel de Agave



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.15. Descripción de la elaboración de la papilla

- **Recepción:** Se reciben las harinas precocidas de quinoa y chocho, pulpa de feijoa, leche en polvo, goma xantana, miel de agave, canela en polvo, vainilla verificando

sus condiciones higiénico sanitarias de elaboración, integridad del empaque y trazabilidad. Se almacenará en un lugar fresco, seco y limpio, protegido de humedad y contaminantes del ambiente.

Figura 42. *Recepción de las materias primas*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Tamizado (Harinas):** Las harinas son tamizadas mediante un cedazo o colador de malla fina, con el fin de eliminar grumos, cuerpos extraños y obtener homogeneidad de la harina usada, lo cual mejorará la textura final de la papilla

Figura 43. *Tamizado de las harinas a usar*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Mezclado:** Se realiza en seco el mezclado de las harinas previamente tamizadas en proporciones establecidas según el diseño experimental propuesto. Este paso nos asegurará una distribución uniforme de los ingredientes secos antes de pasar al cocinado.

Figura 44. *Mezclado de las materias primas*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Cocción a vapor:** El proceso de cocción durará 15 minutos a una temperatura de 90 °C a baño maría para que el vapor empiece a cocinar y quitar sabores de la harina, se debe controlar la temperatura dentro del baño maría a 60°C para una variable de formulación dentro de las proporciones y 70 °C para la otra variable de formulación, se hace con agitación constante debido a que la quinua y el chocho tienen un porcentaje de almidones que hacen que a esta temperatura se pueda mezclar la papilla

Figura 45. *Cocción de la papilla*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Enfriamiento:** Para determinar su calidad final del producto debemos dejar reposar el producto a una temperatura ambiente entre 15 y 20 °C, con esto dejamos reposar hasta que el producto alcance una temperatura de entre 30 a 40 °C para conservar todos los aportes nutritivos que nos aporta.

Figura 46. *Enfriado de la papilla*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Pesado:** En esta parte del proceso con una balanza analítica o instrumental se pesa de acuerdo al tamaño de producción y envase del producto.

Figura 47. *Pesado de la papilla para el envasado*



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

- **Envasado:** Para el envasado se usarán frascos de vidrio tipo baby food de 120 ml, que es un frasco templado con boca ancha y reutilizable fácil para su esterilización, usadas para elaborar compotas, papillas y purés.

Figura 48. *Envasado de la papilla*

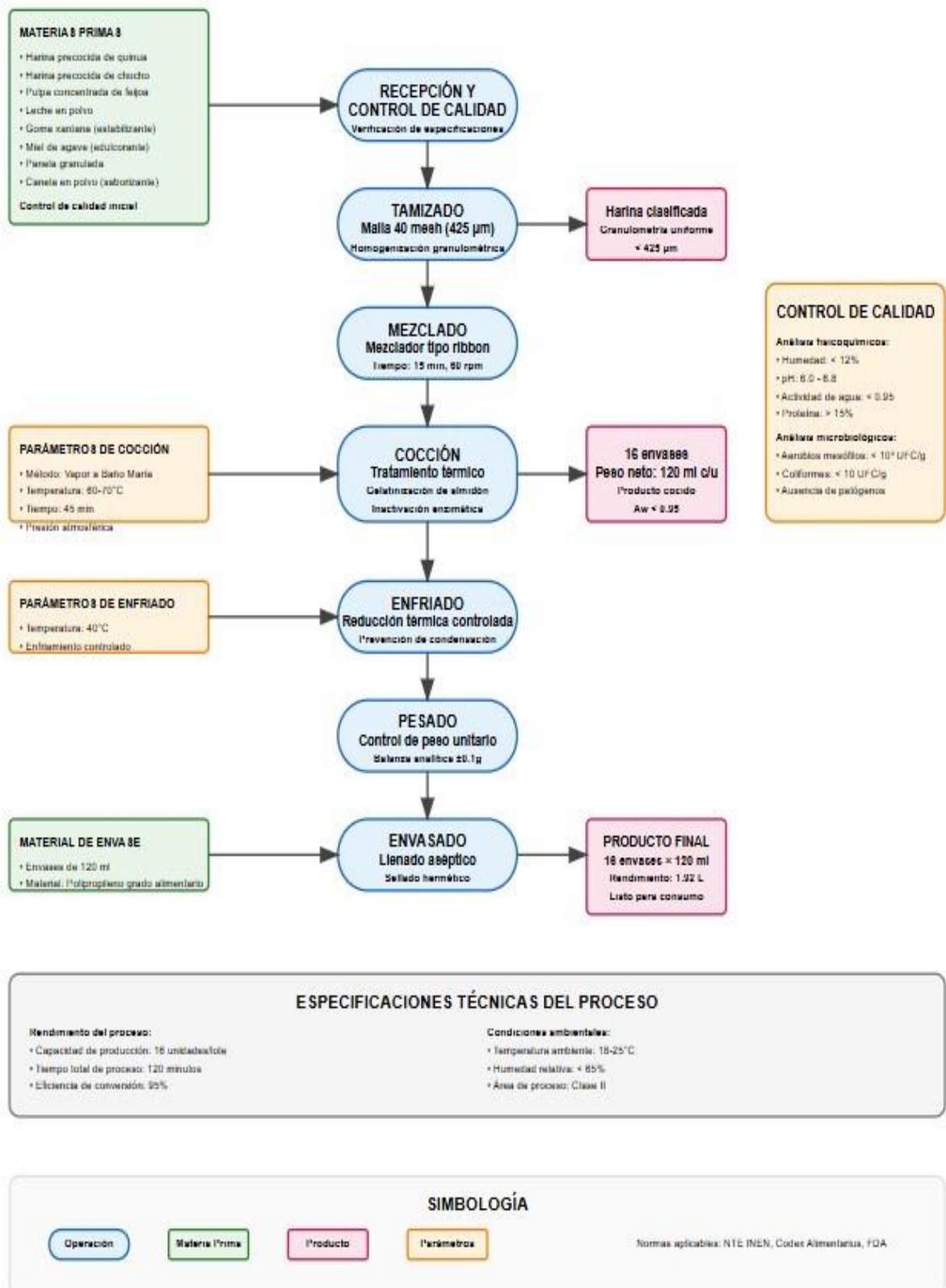


Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.15.1. Diagrama de Flujo de la Papilla

En la figura 49 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la papilla infantil.

Figura 49.- Flujograma papilla infantil



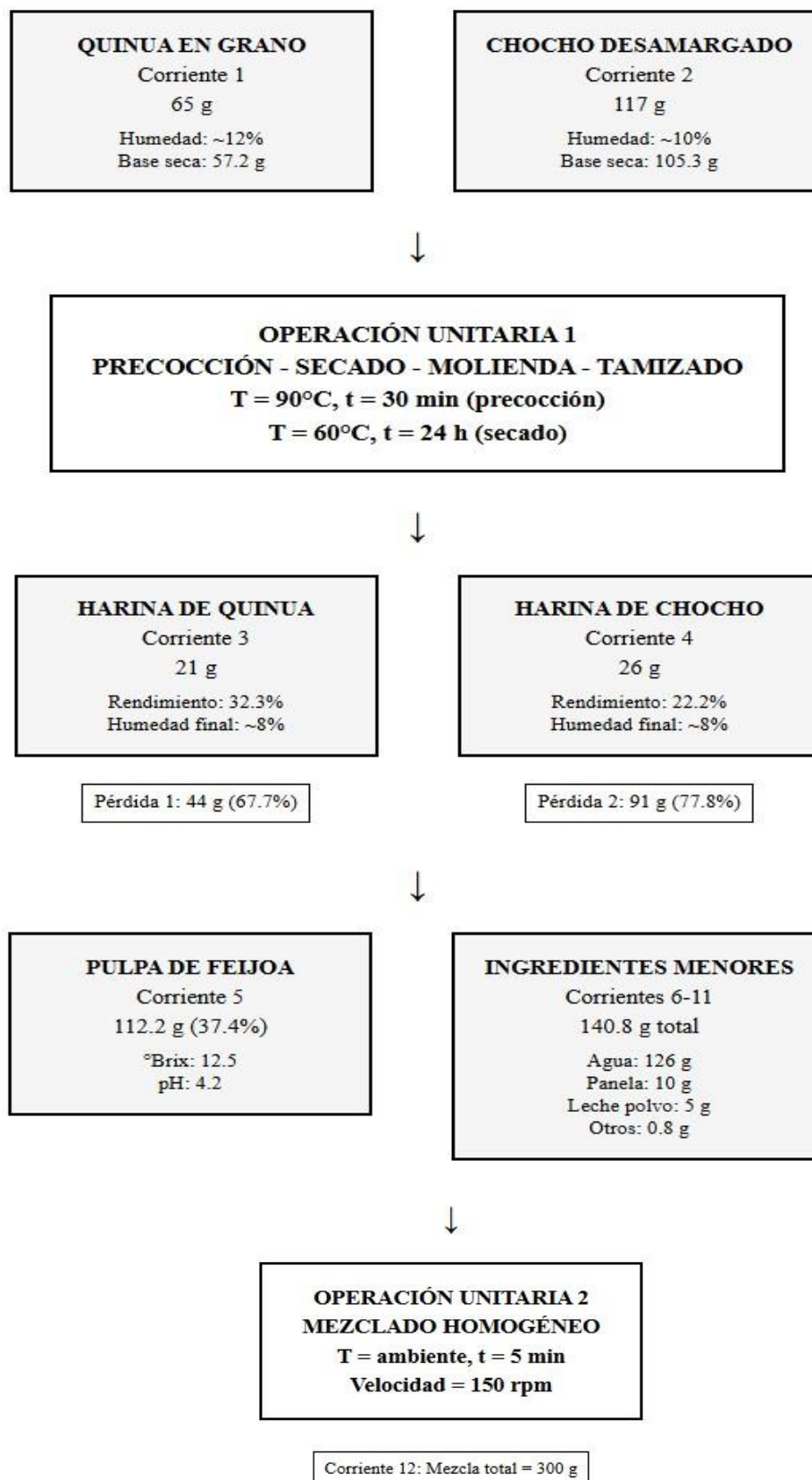
Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

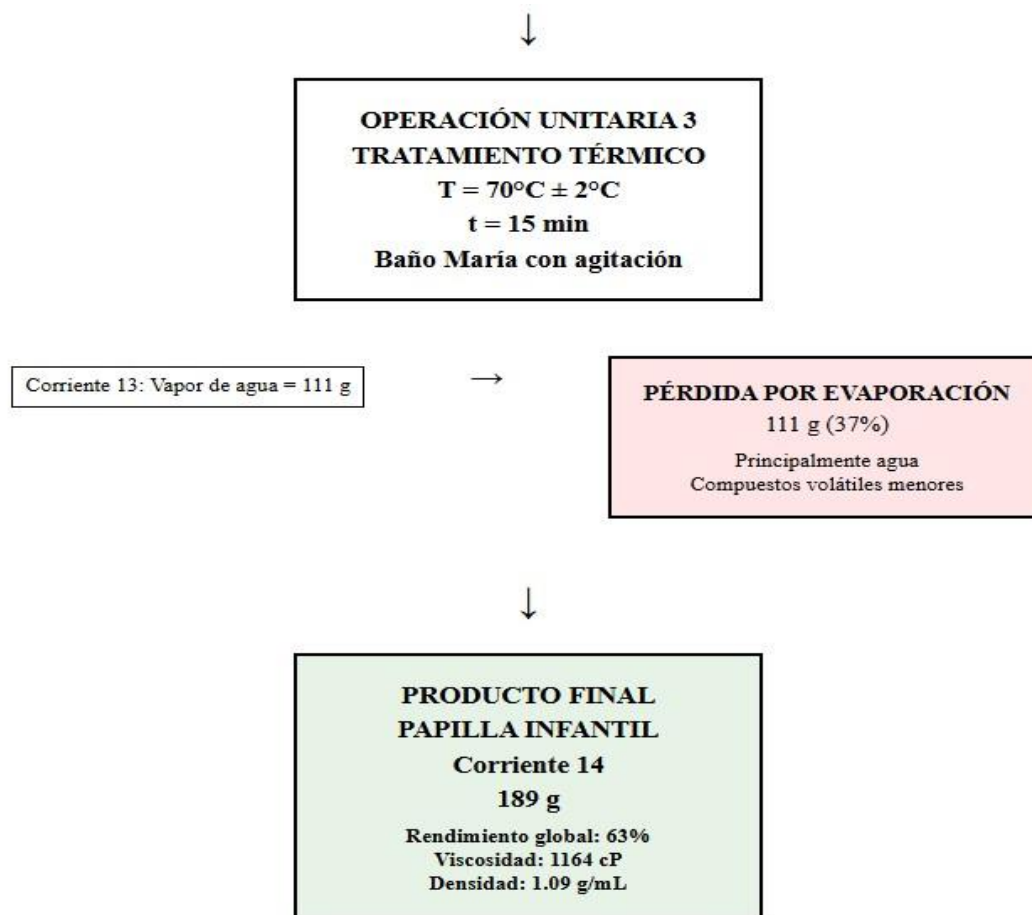
Vainilla	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%	0,2g	0,07%
Total	100g	100%	100g	100%	100g	100%	100g	100%	100g	100%	100g	100%	100g	100%	100g	100%

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.16. Balance de materiales

Figura 50. Balance de Materiales papilla infantil





Fuente: Mejia & Rosero J (2025)

Tabla 14. Balance de materiales detallado

Corriente	Descripción	Masa (g)	Porcentaje (%)	Observaciones
1	Quinua en grano	65.0	21.7	Materia prima
2	Chocho desamargado	117.0	39.0	Materia prima
3	Harina de quinua	21.0	7.0	Procesada
4	Harina de chocho	26.0	8.7	Procesada
5	Pulpa de feijoa	112.2	37.4	Ingrediente principal
6-11	Ingredientes menores	140.8	46.9	Varios componentes
12	Mezcla total	300.0	100.0	Antes de cocción
13	Vapor de agua	111.0	37.0	Pérdida por evaporación

14	Producto final	189.0	63.0	Papilla terminada
----	----------------	-------	------	-------------------

Elaborado por: Mejía & Rosero J (2025)

2.17. Perfil térmico para la elaboración de la papilla

Tabla 15. Perfil térmico para la elaboración de la papilla infantil

Etapa del proceso	Temperatura	Tiempo aproximado	Objetivo principal
Cocción de la mezcla base	60 y 70 °C	15 min	Mejorar textura, sabor, inactivar enzimas
Adición de pulpa de feijoa	60–65 °C	3–5 min	Conservar compuestos volátiles y bioactivos
Enfriamiento	< 40 °C	—	Para envasado o consumo seguro

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.18. Metodología de obtención para análisis reológicos

2.18.1. Viscosidad

La viscosidad aparente de las muestras fue determinada mediante el método de USP Brookfield, empleando un viscosímetro digital Brookfield modelo LV-DV1 a una temperatura de 25 °C a una velocidad de rotación establecida según la escala del equipo, expresando los resultados en Centipoises (cP). El análisis permite evaluar el comportamiento de flujo de las papillas para análisis el comportamiento reológico que denomina el fluido pseudoplástico.

2.18.2. Densidad

La densidad aparente de cada tratamiento se evalúa mediante el método picnométrico según la Norma Técnica Ecuatoriana 391. El procedimiento consistió en la utilización de un picnómetro de 25 ml previamente calibrado midiendo la masa de una muestra líquida a temperatura constante, comparada la masa del agua destilada a la misma temperatura, para calcular la densidad por la relación de la masa y volumen.

2.19. Metodología de análisis físico químicos

2.19.1. Determinación de humedad (AOAC 930.15, 2000)

- **Procedimiento estándar**

1. Preparación de la muestra

- Homogeneizar la muestra y pesar 5–10 g en un recipiente de aluminio previamente secado y tarado.
- Distribuir la muestra uniformemente en el recipiente.

2. Secado

- Introducir el recipiente en una estufa de convección forzada precalentada a $135 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Secar durante 2 horas, contabilizando el tiempo una vez alcanzado la temperatura.

3. Enfriamiento y pesaje

- Enfriar el recipiente en un desecador para evitar la absorción de humedad ambiental.
- Pesar el residuo seco y calcular la pérdida de masa.

4. Cálculo de humedad

- Fórmula:

$$\% \text{Humedad} = (P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}) / P_{\text{muestra}} \times 100$$

Donde

P_{inicial} = peso inicial,

P_{final} = peso después del secado

2.19.2. Determinación de pH (AOAC 981.12)

Determinar el valor de pH directamente en la papilla utilizando el pH metro de bolsillo HI98127, con el fin de evaluar la acidez del producto final.

1. El equipo fue calibrado previamente utilizando agua destilada con valores neutros a 7 siguiendo las instrucciones del fabricante.
2. Se colocó una porción representativa de la papilla directamente en un vaso con relación 1/1 de 10 ml

3. Se introduce el electrodo del pH metro en la muestra asegurándose que quede bien sumergido
4. Se esperó hasta que el valor se estabilizara y se registró la lectura de pH.
5. Se repitió la medición por triplicado en distintas porciones de la muestra y se calculó el promedio.

2.19.3. Determinación de cenizas: AOAC (1980). N° 18.025.

Mediante pérdida de peso de la materia fresca, después de la incineración a 550°C en una mufla. AOAC (1980). N° 18.025.

• Procedimiento paso a paso

1. Preparación de la muestra

- Secar la materia fresca en estufa a $100 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 1 hora para eliminar humedad.
- Moler la muestra seca hasta obtener una textura homogénea.

2. Incineración

- Colocar 1–2 g de muestra seca en un crisol (preferiblemente de porcelana, cuarzo o platino).
- Introducir el crisol en una mufla precalentada a 550°C.
- Mantener la temperatura constante durante 5 horas o hasta que la materia orgánica se oxide completamente, dejando un residuo mineral inorgánico.

3. Enfriamiento y pesaje

- Retirar el crisol de la mufla y dejarlo enfriar en un desecador para evitar la absorción de humedad ambiental.
- Pesar el residuo (cenizas) con una balanza analítica de precisión.

4. Cálculo del porcentaje de cenizas

- Utilizar la fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \text{Peso de cenizas} / \text{Peso de muestra seca} \times 100$$

2.19.4. Determinación de sólidos solubles

1. Para la determinación el contenido de sólidos solubles, se utilizó el refractómetro digital HI96801 de Hanna Instruments, específico para productos alimenticios líquidos y semisólidos.
2. La medición se realizó directamente sobre una porción homogénea de cada tratamiento de papilla (t_1 a t_8) y sus respectivas réplicas con una relación de 1/1 con agua destilada.
3. Se colocaron 2 gotas de la muestra en el prisma del equipo previamente calibrado con agua destilada, y se registró el valor expresado en °Bx. El análisis se repitió tres veces por tratamiento, y se reportó el promedio. Esta técnica permitió estimar el contenido total de azúcares solubles presentes en las formulaciones.

2.20. Metodología del análisis microbiológico

- Cantidad de muestra analizada:
- 10 g de papilla

2.20.1. Recuento de levaduras

- Método:

POE 7.2.90 / BAM Cap. 18 – Cuenta en placa

1. Procedimiento general:

- Se tomaron 10 g de muestra y se diluyeron en 90 mL de diluyente estéril.
- Se realizaron diluciones seriadas y se sembraron en medio específico para levaduras
- Las placas se incubaron a 25 °C por 3 a 5 días.
- Se contaron las colonias características y se expresaron en UFC/g.

2.20.2. Recuento de mohos

- Método:

POE 7.2.90 / BAM Cap. 18 – Cuenta en placa

1. Procedimiento general:

- A partir de las diluciones anteriores, se sembraron alícuotas en placas con medio para mohos y levaduras.
- Se incubaron a 25 °C durante 5 días.
- Se contaron las colonias de mohos, diferenciándolas por su morfología filamentosa.

2.20.3. Recuento de mesófilos aerobios

- Método:
POE 7.2.90 / BAM Cap. 3 – Cuenta en placa

1. Procedimiento general:

- Se sembraron diluciones en placas con Agar PCA (Agar Conteo Estándar).
- Las placas fueron incubadas a 35 ± 2 °C durante 48 horas.
- Se contaron las colonias desarrolladas y se reportaron como UFC/g.

2.20.4. Recuento de coliformes totales

- Método:
POE 7.2.90 / BAM Cap. 4 – Cuenta en placa

1. Procedimiento general:

- Se sembraron alícuotas en medio específico (Ej.: Agar VRBA).
- Las placas fueron incubadas a 35 ± 1 °C durante 24 horas.
- Se contaron las colonias características (rojas con halo) y se expresaron en UFC/g.

2.20.5. Recuento de coliformes fecales

- Método:
POE 7.2.90 / BAM Cap. 4 – Cuenta en placa

1. Procedimiento general:

- A partir del mismo procedimiento, las placas se incubaron a 44.5 °C por 24 horas.
- Se contaron las colonias típicas de coliformes termo tolerantes.

2.20.6. Presencia/ausencia de *Escherichia coli*

- Método:
AOAC 966.23 – Ensayo de presencia/ausencia

1. Procedimiento general:

- Se inocularon 10 g de muestra en caldo de enriquecimiento (Ej.: Lauril Sulfato Tripteína).
- Se incubó a 35 ± 1 °C por 24 a 48 horas.
- Si hubo crecimiento, se realizó una prueba confirmatoria en medio selectivo (EC MUG).
- Se evaluó fluorescencia bajo luz UV para confirmar la presencia de E. coli.

2. Observaciones

- Todos los análisis fueron realizados en un laboratorio acreditado ante el SAE con la norma SAE LEN 12-001.
- Los resultados obtenidos se compararon con los límites microbiológicos establecidos por normativas locales e internacionales para alimentos infantiles o semisólidos.
- Los valores de UFC/g que se encuentran por debajo del límite de detección se reportaron <10.

2.21. Metodología del análisis nutricional

2.21.1. Determinación de la humedad

- Método:
POE 7.2.93 / AOAC 927.05 – Gravimetría

1. Procedimiento general:

- Se pesó una porción de muestra (2–5 g) en una cápsula previamente tarada.
- Se colocó en una estufa a 105 °C hasta alcanzar peso constante.
- Se calculó la pérdida de masa como porcentaje de humedad.

2.21.2. Determinación de proteína

- Método:
AOAC 2001.11 – Método Kjeldahl

1. Procedimiento general:

- La muestra fue digerida con ácido sulfúrico y catalizadores para convertir el nitrógeno proteico en amonio.
- Se destiló con hidróxido de sodio y se recolectó el amoníaco en ácido bórico.
- Se valoró con ácido estándar y se calculó el contenido de nitrógeno.
- El resultado se multiplicó por el factor 6,25 para obtener el porcentaje de proteína.

2.21.3. Determinación de grasa

- Método:
AOAC 2003.06 – Gravimetría

1. Procedimiento general:

- Se sometió la muestra a extracción con éter de petróleo mediante el equipo Soxhlet.
- El solvente se evaporó y se pesó el residuo graso extraído.
- Se expresó el contenido como porcentaje de grasa sobre la muestra húmeda.

2.21.4. Determinación de cenizas

- Método:
POE 7.2.92 / AOAC 923.03 – Gravimetría

1. Procedimiento general:

- Se pesó la muestra en una cápsula de porcelana.
- Se incineró en un horno mufla a 550 °C durante 4–6 horas.
- Se enfrió en desecador y se pesaron las cenizas residuales.
- El contenido se expresó como porcentaje de cenizas.

2.21.5. Determinación de fibra dietética

- Método:
AOAC 962.09 – Método gravimétrico

1. Procedimiento general:

- La muestra fue sometida a digestión enzimática secuencial (amilasa, proteasa y amiloglucosidasa).
- Se filtró y se lavó el residuo.
- Se secó, incineró y pesó el contenido de fibra como porcentaje.

2.21.6. Determinación de carbohidratos

- Método:
Cálculo por diferencia

1. Procedimiento general:

- Se sumaron los porcentajes de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra.
- Ese valor se restó del 100 %.
- El resultado se expresó como porcentaje de carbohidratos disponibles.

2.21.7. Determinación de valor energético

- Método:
Cálculo teórico (fórmula de Atwater)

1. Procedimiento general:

- Se multiplicaron los porcentajes de macronutrientes por sus factores calóricos

2.22. Hipótesis o preguntas científicas

2.22.1. Hipótesis nula

Las concentraciones de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura y el endulzante no afectan significativamente las propiedades reológicas, fisicoquímicas, sensoriales de la papilla infantil.

2.22.2. Hipótesis alterna

Las concentraciones de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura y el endulzante afectan significativamente las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales de la papilla infantil.

2.22.3. Validación

El diseño experimental realizado en la presente investigación es el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial A*B*C (2*2*2) con dos repeticiones, concluye que las características reológicas en las variables de la densidad y la viscosidad; las características fisicoquímicas en la variable de pH y las características sensoriales en las variables de color, olor, sabor se rechaza la Hipótesis nula H_0 y se acepta la Hipótesis alterna H_1 , es decir que si influye las concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura y el endulzante; en la variable de °Brix y la variable de

textura se rechaza la Hipótesis alterna H_1 y se acepta la Hipótesis Nula H_0 es decir que no influye las concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura pero si el endulzante.

2.23. Diseño Experimental

En la presente investigación se realiza un análisis de las propiedades reológicas, fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de la papilla infantil precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*) y chocho (*Lupinus mutabilis*) y feijoa (*Acacia sellowiana*) obtenido por cocción tradicional (baño maría). Para ello se empleó el diseño Infostat versión 2020I, el cual implemento el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial ($2 * 2 * 2$), teniendo en cuenta tres factores de estudio A, B y C de los cuales tienen dos niveles con dos repeticiones. En la tabla 16 se presenta la descripción del diseño tomando en cuenta los siguientes factores de estudio.

Tabla 16. Factores de Estudio

Factor	Descripción	Nivel
Factor A	Porcentaje de harina de chocho, a_1 : harina de quinua y pulpa de feijoa.	a_1 : 31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa a_2 : 26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa
Factor B	Temperaturas de cocción	b_1 : 60°C b_2 : 70°C
Factor C	Endulzante	c_1 : 10 % miel de agave c_2 : 10 % panela

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.23.1. Esquema de ADEVA para la elaboración de papilla infantil

El análisis estadístico se realizó empleando el análisis de varianza o ADEVA del diseño factorial A x B x C como se muestra a continuación en la tabla 17.

Tabla 17. Esquema ADEVA planteado

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Fórmula
Repeticiones	1	$r - 1$
Factor A	1	$a - 1$
Factor B	1	$b - 1$
Factor C	1	$c - 1$
A × B	1	$(a - 1) \times (b - 1)$
A × C	1	$(a - 1) \times (c - 1)$
B × C	1	$(b - 1) \times (c - 1)$
A × B × C	1	$(a - 1) \times (b - 1) \times (c - 1)$
Error (residual)	8	Diferencia
Total	15	$(a \times b \times c \times r) - 1$

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Tabla 18. Cuadro de análisis de varianza del análisis sensorial

Fuente de variación	Grados de Libertad	Formula
Tratamientos	7	$a*b*c - 1$
Degustadores	14	$b - 1$
Error	98	$(a*b*c) (b - 1)$
Total	119	$(a*b*c*r)-1$

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.23.2. Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos experimentales de las cuales se realizaron dos repeticiones como se muestra a continuación en la tabla 19.

Tabla 19. Tratamientos en estudio para la papilla.

Repeticiones	Tratamientos	Descripción
I	$t_1 (a_1 b_1 c_1)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% miel de agave
	$t_2 (a_1 b_1 c_2)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% panela

	$t_3 (a_1b_2c_1)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% miel de agave
	$t_4 (a_1b_2c_2)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% panela
	$t_5 (a_2b_1c_1)$	26% harina de chocho 26% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% miel de agave
	$t_6 (a_2b_1c_2)$	26% harina de chocho 26% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% panela.
	$t_7 (a_2b_2c_1)$	26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% miel de agave
	$t_8 (a_2b_2c_2)$	26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% panela.
II	$t_1 (a_1b_1c_1)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% miel de agave
	$t_2 (a_1b_1c_2)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% panela
	$t_3 (a_1b_2c_1)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% miel de agave
	$t_4 (a_1b_2c_2)$	31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% panela
	$t_5 (a_2b_1c_1)$	26% harina de chocho 26% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% miel de agave
	$t_6 (a_2b_1c_2)$	26% harina de chocho 26% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 60°C; 10% panela.
	$t_7 (a_2b_2c_1)$	26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% miel de agave
	$t_8 (a_2b_2c_2)$	26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa; 70°C; 10% panela.

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.23.3. Operacionalizaciones de variables

Durante la obtención de la papilla infantil se presentan las siguientes variables dependientes e independiente, así como los indicadores y las mediciones efectuadas en el experimento y del mejor tratamiento se presenta en la tabla 20.

Tabla 20. Tipos de variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Mediciones
Papilla infantil precocida de quinua (<i>chenopodium quinoa</i>) y chocho <i>lupinus mutabilis</i> y feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	Factor A: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa	Análisis Reológico	Viscosidad. Densidad
		Análisis Fisicoquímicos	pH °Bx
	Factor B: Temperatura de cocción	Análisis sensorial	Color Olor Sabor Textura
	Factor C: Endulzante		

Análisis del mejor tratamiento de la papilla

Análisis microbiológicos del mejor tratamiento	Mesófilos Coliformes <i>Mohos y levaduras</i> <i>Escherichia coli</i>
Análisis Nutricional del mejor tratamiento	% Humedad % Proteína % Grasas % Cenizas % Fibra % Carbohidratos
Análisis de Vida Útil	Energía kcal/100g Pruebas de vida útil
Análisis de costos	P.V. P

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.24. Análisis y discusión de resultados.

2.24.1. Caracterizar la harina precocida de quinua (*Chenopodium quinoa*)

En la tabla 18 se presenta la caracterización bromatológica de la harina precocida utilizada como materia prima para la elaboración de la papilla infantil. Esta caracterización sirve como referencia importante para evaluar su calidad nutricional y tecnológica, se basa en los parámetros reportados por (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

Tabla 21. Caracterización Bromatológica de la harina precocida de quinua

Indicador	Media
Carbohidrato (% m/m)	59,76
Grasa (% m/m)	6,71
Proteína (% m/m)	21,08
Humedad (% m/m)	3,28
Ceniza (% m/m)	2,84

Fibra (% m/m)	6,33
---------------	------

Fuente: (Amanta Milan & Chicaiza Tipanluiza, 2024)

La caracterización bromatológica de la harina precocida de quinua muestra un perfil nutricional equilibrado que se pone como una materia prima de alto valor para la elaboración de papillas infantiles, el contenido de humedad es del 3,28 % , el producto se encuentra dentro de los parámetros establecidos para harinas precocidas, donde se considera aceptable, un valor inferior al 14 % según la norma (INEN, 2015) para harinas vegetales el bajo porcentaje favorece la estabilidad del producto al limitando la actividad del agua, evitando el desarrollo de microorganismos.

El contenido de carbohidratos fue de 59,76% representando la principal fuente de energía en la formulación, lo cual es esencial para cubrir las necesidades energéticas infantiles debido a su alta demanda energética durante el crecimiento (FAO/WHO, 2020) estos valores son comparables con datos reportados por (Gutierrez, 2022) quien encontró 60,1 %de carbohidratos en harinas precocidas de quinua elaboradas artesanalmente, destacando su valor energético sin comprometer la digestibilidad.

El contenido de grasa fue de 6,71% contribuyendo un valor calórico del producto. La fibra alcanzó un 6,33%, aportando beneficios digestivos y funcionales importantes. El contenido de ceniza fue de 2,84% reflejando la presencia de minerales esenciales que enriquecen el perfil nutricional de la papilla (FAO/WHO, 2020). Estos resultados comprueban la calidad de la harina precocida como un ingrediente apto para la formulación de alimentos infantiles, al ofrecer un balance nutricional adecuado y los parámetros que favorecen su estabilidad y conservación.

2.24.2. Caracterizar la harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis*)

En la tabla 22 se presenta la caracterización bromatológica de la harina precocida de chocho, dicha caracterización de la materia prima es una referencia importante para la elaboración de la papilla infantil.

Tabla 22. Caracterización bromatológica de la harina precocida de chocho

Parámetro	Resultados
Humedad total (%)	5,78
(%)	94,22
Proteína (%)	54,26

Fibra (%)	9,98	Grasa (%)	
	20,45		
Ceniza (%)			1,76
Materia orgánica (%)			98,24

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la caracterización de la harina precocida de chocho, el porcentaje de humedad fue del 5.78 %. Estos resultados se compararon con el estudio de (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024) sobre la “Caracterización nutricional de la harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) de dos variedades Iniap-450 Andino y eco tipo local” en el cual reportaron un valor de entre 9 al 15 %. El contenido de humedad obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos, lo que indica la materia prima posee un buen índice de calidad y, por ende, una mayor capacidad de conservación. La humedad de la harina precocida variedad según la formulación empleada, así como las condiciones ambientales durante el procesamiento y almacenamiento.

El contenido de proteína obtenido en la muestra analizada de 54,26 % es superior al estudio comparativo de 49,47 %, esta diferencia representa un incremento aproximado del 9,7 % en el contenido proteico, lo cual es nutricionalmente favorable, el valor obtenido destaca la calidad del insumo y su potencial como fuente significativa de proteínas para la formulación de papillas.

La materia seca obtenida fue de 94.22 %. Este valor se compara con el estudio de (Chávez & Miranda, 2024) en la “Caracterización nutricional de la harina precocida de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) de dos variedades Iniap-450 Andino y ecotipo local” en el cual reportaron un valor de entre 97,07 %. El resultado obtenido fue menor al establecido por el autor.

La materia seca refleja la proporción de nutrientes concentrados en la harina precocida de chocho tras la eliminación del agua, este parámetro es fundamental para estimar la densidad nutricional real del ingrediente y ajustar formulaciones para mantener la calidad nutricional del producto final según (Leco, 2025) para agentes de laboratorio en la industria alimentaria, controlar la humedad es imperativo para asegurar la calidad del producto, la seguridad y el cumplimiento normativo, sino estas comparaciones pueden afectar la textura, el sabor y la estabilidad microbiana.

La fibra con un total de 9,98 % es considerablemente mayor frente al 1,14 % del estudio relacionado (Chávez Mallitasig & Miranda Chasi, 2024), esta comparación nos ofrece un beneficio adicional a la harina precocida de chocho mostrando que la metodología usada es la correcta para obtener mejores niveles de fibra, esto nos ofrece un beneficio adicional para la salud digestiva infantil ayudando a cubrir requerimientos de fibra dietética.

El contenido de grasa 20,45 % mostró una ligera elevación respecto al valor comparado 19,98 %, manteniéndose dentro de los rangos adecuados para papillas fortificadas, aportando densidad energética esencial para la etapa de crecimiento.

Los resultados del contenido de ceniza fueron de 1,76 % comparando a los resultados anteriores de la caracterización del Eco tipo local del chocho fue superior al 1,63 %, esto nos indica un perfil mineral ligeramente más elevado, la materia orgánica de 98,24 % fue muy similar al valor de referencia de un 98,37 %, confirmando la consistencia general del producto

Los resultados sugieren que la formulación desarrollada presenta características nutricionales mejoradas, especialmente en términos de proteína y fibra, lo que la convierte en una alternativa funcional para la alimentación complementaria, los datos propuestos para la harina precocida de chocho utilizada cumplen satisfactoriamente con los requisitos establecidos en la norma ecuatoriana (INEN 2390, 2005) para resultados con el grano desamargado de chocho, esta norma establece un mínimo de 40 % de proteína de la harina precocida, estos resultados demuestran la conformidad del ingrediente con los parámetros oficiales de calidad y su inocuidad para el uso en alimentos destinados a la alimentación infantil

2.24.3. Caracterizar la pulpa de feijoa (*Acca sellowiana*).

En la tabla 23 se presenta la caracterización nutricional de la feijoa. Estos resultados sirven como referencia para evaluar la calidad del fruto y su aptitud para el consumo (Rosero, Hernández, & Ortiz, 2020)

Tabla 23. Caracterización Nutricional de la Feijoa

Parámetros nutricionales	
Carbohidratos	10,9 g
Almidón	0,47 mg/L

Fibra	5,4 g
Calcio	31 mg
Actividad antioxidante	0,035 Mm Trolox/g
Vitamina C	0,37 mg

Fuente: (Rosero, Hernández, & Ortiz, 2020)

El análisis nutricional muestra que los carbohidratos son el componente mayoritario con 10,9 g/100 g, constituyendo la principal fuente de energía del fruto, esta concentración es comparada por (Velasco, A; Jacome, M, 2020) quien en su tesis sobre alimentos infantiles basados en frutas andinas encontraron un contenido de carbohidratos en la feijoa de aproximadamente 11,2 g/100 g, obteniendo el potencial como fuente energética natural.

El valor registrado de fibra dietética registrado fue de 5,4 g/100 g estos datos muestran un perfil saludable de la fruta según (Rodriguez et al., 2022) se reportaron valores ligeramente menores a 4,9 g esto se debe a las diferencias en la madurez del fruto o condiciones agroclimáticas, la fibra contribuye al tránsito intestinal y puede ejercer un efecto prebiótico, lo cual es altamente valorado en formulaciones destinadas a la alimentación infantil.

El contenido de calcio obtenido de 31mg/100 g el resultado se compara según (Molina & Torres, 2019) en un estudio sobre la composición mineral de frutas andinas determinaron un rango de 28 a 35 mg de calcio por cada 100 g de feijoa. Este micronutriente obtiene una formación esencial para el mantenimiento de huesos y dientes, especialmente en la etapa de crecimiento

Por otro lado, el análisis de vitamina C (0,37 mg/100 g) y actividad antioxidante (0,035 mM Trolox/g) refleja un contenido funcional moderado. Aunque la cantidad de vitamina C es relativamente baja en comparación con frutas como la guayaba o el kiwi, la combinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante sugiere un efecto sinérgico protector frente al daño oxidativo celular según (Rodriguez et al., 2022) obtuvieron una actividad antioxidante superior (0,048 mM Trolox/g), lo que podría estar relacionado con las condiciones postcosecha y el tiempo de almacenamiento evaluado en su estudio.

El contenido de almidón es bastante bajo, indicando que, durante la maduración, los almidones han sido degradados principalmente a azúcares simples, esto favorece el sabor dulce característico de la feijoa, estos resultados fueron comparados por (Peña & Zurita, 2021) quienes encontraron un comportamiento similar en frutos maduros de esta especie.

2.24.4. Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de feijoa

En la tabla 24, se presenta la caracterización fisicoquímica de la feijoa, se encuentra la información esencial para evaluar la calidad y el estado de maduración (Rosero, Hernández, & Ortiz, 2020)

Tabla 24. *Caracterización fisicoquímica de la Feijoa*

Parámetros fisicoquímicos	
Peso	109 g
Diámetro	A: 62 mm, L: 98 mm
pH	4,06
Acidez titulable	0,30%
Humedad	82%
Sólidos solubles	11,80%

Fuente: (Rosero, Hernández, & Ortiz, 2020)

El fruto presenta un peso promedio de 109 g y dimensiones de 62mm de ancho y 98 mm de largo, estos parámetros reflejan el tamaño característico de la fruta, el contenido de humedad es de 82%, es un valor que influye directamente en la jugosidad, frescura y conservación del fruto.

El pH se determinó en 4,06 indicando su característica ligeramente acida que favorece su estabilidad microbiológica. La acidez titulable es de 0,30% completando el perfil ácido del fruto. Los sólidos solubles alcanzaron 11,80% aportando el dulzor característico asociado al proceso de maduración

El peso del fruto con un total de 109 g se encuentra por encima del promedio reportado en diversas investigaciones según (Rodríguez et al., 2021) el peso promedio de la feijoa es de 83,5 g, la diferencia puede estar relacionada con factores como las condiciones

agroclimáticas, prácticas de cultivo, riego y fertilización, el estudio posee una ventaja en cuanto a rendimiento por las unidades de fruta.

2.24.5. Análisis Reológicos de la papilla infantil

2.24.5.1. Viscosidad

Tabla 25. Análisis de varianza (ADEVA) para el parámetro viscosidad

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
REPETICIONES	225	1	225,0000	1,2878	0,2938 ns
H.CH+H.Q+P.F.	24750625	1	24750625,0000	141663,4301	<0,0001 **
T.C.	11485321	1	11485321,0000	65737,7326	<0,0001 **
END.	114921	1	114921,0000	657,7653	<0,0001 **
H.CH+H.Q+P.F.*T.C.	27426169	1	27426169,0000	156977,2551	<0,0001 **
H.CH+H.Q+P.F.*END.	1849	1	1849,0000	10,5830	0,014 *
T.C.*END.	1620529	1	1620529,0000	9275,3091	<0,0001 **
H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.	1703025	1	1703025,0000	9747,4857	<0,0001 **
Error	1223	7	174,7143		
Total	67103887	15			
C.V (%)	0,4502				

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Factor A: H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa; **Factor B:** T.C.: Temperatura de cocción; **Factor C:** END.: Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción; H.CH+H.Q+P.F.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Endulzante; T.C.*END.: Temperatura de cocción + Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción + Endulzante. C.V.: Coeficiente de Variación. ns: No significativo

*: Significativo

**: Altamente significativo

La tabla 25, muestra los resultados estadísticos obtenidos para la variable de la viscosidad, El modelo fue altamente significativo p-valor es menor 0,005, lo que nos indica que los factores analizados explican de manera significativa la variabilidad en la viscosidad del producto, es decir rechaza la Hipótesis nula H_0 y se acepta la Hipótesis alterna H_1 , es decir

que, si influye la concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura y el endulzante.

El Factor A que corresponde a la concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa (H.CH+H.Q+P.F.) presento un efecto altamente significativo p-valor es menor a 0,0001, lo que evidencia que la combinación y concentración de quinua, chocho y feijoa tiene una influencia directa y contundente sobre la viscosidad de la papilla. Este resultado es coherente con lo reportado por (Velasco & Jácome, 2020), quienes observaron que el aumento en el contenido de harinas de leguminosas y cereales incrementa la viscosidad debido a la mayor capacidad de absorción de agua y gelatinización de almidones.

El Factor B que corresponde a la Temperatura de cocción (T.C.) también mostro un efecto altamente significativo p-valor es menor a 0,0001, lo cual demuestra que el tratamiento térmico influye considerablemente en la textura del producto. Según (Luna, 2020), la temperatura afecta la desnaturalización de proteínas y la ruptura parcial de estructuras amiláceas, lo que altera directamente la viscosidad en productos semisólidos.

El Factor C que corresponde al endulzante (END.) resultó significativo, lo que sugiere que el uso de panela o miel de agave incide en la viscosidad final del alimento. Este comportamiento ha sido documentado (Castro-Muñoz et al., 2022)

En cuanto a las interacciones, todas fueron estadísticamente significativas H.CH+H.Q+P.F.*T.C.: ($p < 0,0001$) demuestra que la influencia de los ingredientes depende de la temperatura de cocción aplicada. H.CH+H.Q+P.F.*END: ($p < 0,014$)

indica una interacción relevante entre ingredientes y tipo de endulzante. T.C.*END.: ($p < 0,0001$) confirma que el tipo de endulzante interactúa fuertemente con la temperatura.

H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END: ($p < 0,0001$) señala que la combinación de los tres factores modifica de manera significativa la viscosidad final del producto.

El valor del coeficiente de variación (C.V. = 0,4502%) esto indica que los datos son relativamente consistentes y tienen poca variabilidad en relación con la media, lo que refleja una excelente precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos en relación a la variabilidad del conjunto conducidos por el investigador.

2.24.5.2. Pruebas de Tukey a la viscosidad ($\alpha = 0.05$)

Tabla 26. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad de la papilla infantil (H. CH+H.Q+P. F), en análisis reológico.

H.CH+H.Q+PF	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
a ₂	1692,0000	8	4,6733	A
a ₁	4179,5000	8	4,6733	B

Factor A: H. CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Se evidencia en la tabla 26, la (media = 4179,5 cP) muestra una viscosidad 2,5 veces mayor que a₂ (media = 1692,0 cP), con grupos homogéneos distintos (A vs. B) mayores porcentajes de harinas andinas y pulpa de feijoa (a₁) incrementan drásticamente la viscosidad. Esto coincide con (Rojas, 2022), quien atribuyó este fenómeno a la alta capacidad de absorción de agua de las harinas de chocho/quinua (>300% vs. trigo). Contradice a Silva (2024), quien reportó que pulpas de feijoa reducen viscosidad por su contenido de pectinas solubles.

Tabla 27. Prueba Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en el factor temperatura de cocción (T.C), en análisis reológicos

TC	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
b ₂	2088,5000	8	4,6733	A
b ₁	3783,0000	8	4,6733	B

Factor B: T.C: Temperatura de Cocción: n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 27, el b₁ (alta temperatura; media = 3783.0 cP) genera un 81% más de viscosidad que b₂ (baja temperatura; media = 2088.5 cP), confirmando significancia estadística (grupos A/B). La temperatura activa la gelatinización de almidones en harinas andinas. Este efecto concuerda con Díaz (2024) en quinua, pero difiere de Pérez (2023), quien observó disminución de viscosidad a altas temperaturas en pulpas de feijoa por degradación térmica de polisacáridos.

Tabla 28. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en el factor endulzante (END), en el análisis reológico

END	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
c ₂	2851,000 0	8	4,6733	A
c ₁	3020,500 0	8	4,6733	B

Factor C: END: Endulzante, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 28, se puede evidenciar que, c₁ (media = 3020.5 cP; grupo B) muestra una viscosidad 5.9% mayor que c₂ (media = 2851.0 cP; grupo A), confirmando diferencias significativas ($p < 0.05$). El endulzante de tipo c₁ (miel de agave) incrementan la viscosidad por su mayor contenido de sólidos disueltos y capacidad de retención hídrica. Esto concuerda con Castro et al. (2023), quienes reportaron aumentos del 4-7% en viscosidad con endulzantes naturales en matrices vegetales. Contradice a Silva (2024), donde la panela (c₂) redujeron viscosidad por menor interacción con polisacáridos.

Tabla 29. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (H.CH + H.Q + P. F x T.C), en análisis reológico

H.CH+H.Q+PF	TC	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
a ₂	b ₂	1230,0000	4	6,6090	A
a ₁	b ₁	2023,0000	4	6,6090	B
a ₂	b ₁	2154,0000	4	6,6090	C
a ₁	b ₂	6336,0000	4	6,6090	D

Factor A*B: H. CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa, T.C; Temperatura de cocción
n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 29, la combinación 31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa + temperatura 70 °C (a₁b₂) genera viscosidades excepcionales, superando incluso a alta harina + alta temperatura (a₁b₁=2023,0 cP; grupo B) en un 213%. En cambio, para una baja harina + alta temperatura (a₂b₁=2154,0 cP; grupo C) duplica la viscosidad de baja harina + baja temperatura (a₂b₂). La baja temperatura preserva la integridad de fibras

y almidones en harinas andinas (a_1), potenciando su capacidad espesante. Este efecto sinérgico amplifica lo reportado por Rojas (2022), pero difiere de Díaz (2024), quien observó máximos de viscosidad con altas temperaturas en mezclas sin feijoa.

Tabla 30. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (T.C x END), en análisis reológico

T.C.	END.	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
b ₁	c ₁	18,550,000	4	66090	A
b ₁	c ₂	23,220,000	4	66090	B
b ₂	c ₂	33,800,000	4	66090	C
b ₂	c ₁	41,860,000	4	66090	D

Facto B*C: T.C; Temperatura de cocción, END: Endulzante, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 30, la prueba de Tukey la combinación b₂ (70 °C) + c₁ (miel de agave) genera la máxima viscosidad (41860,000 cP), mientras b₁ (60 °C) + c₁ produce la mínima (18550,000 cP). El c₂ (panela) muestra comportamiento opuesto: mayor viscosidad con b₂ (33800,000 cP) vs. b₁ (23220,000 cP). Los endulzantes naturales, miel de agave (c₁) potencian la formación de redes de hidratos de carbono a bajas temperaturas, aumentando exponencialmente la viscosidad. En contraste, altas temperaturas degradan sus enlaces de hidrógeno, reduciendo la capacidad espesante. Este efecto es inverso para la panela (c₂), cuya estructura química estable resiste mejor la degradación térmica (Castro et al., 2023).

Tabla 31. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la viscosidad en la interacción (H.CH+ H. Q+P.J x T.C x END), en análisis reológicos

H.CH+H.Q+P.F.	T.C.	END.	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
a ₂	b ₂	c ₂	1164	2	9,3465	A
a ₂	b ₂	c ₁	1296	2	9,3465	B
a ₁	b ₁	c ₁	1474	2	9,3465	C
a ₂	b ₁	c ₂	2072	2	9,3465	D
a ₂	b ₁	c ₁	2236	2	9,3465	E
a ₁	b ₁	c ₂	2572	2	9,3465	F
a ₁	b ₂	c ₂	5596	2	9,3465	G
a ₁	b ₂	c ₁	7076	2	9,3465	H

Factor A: H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa; Factor B: T.C.: Temperatura de cocción; Factor C: END.: Endulzante

La tabla 31, nos muestra que el tratamiento (a₁b₂c₁) presenta la máxima viscosidad (7076 cP) situado en el rango H, mientras que la mínima viscosidad la obtuvo el tratamiento

($a_1b_2c_2$) = 1164 cP situado en el grupo A. Existe diferencia significativa como se evidencia en 8 grupos homogéneos distintos (A-H), en la que todas las combinaciones difieren estadísticamente ($p < 0,05$). La brecha crítica que nos deja $a_1b_2c_1$ (7076 cP) es 6,1 veces más viscoso que $a_2b_2c_2$ (1164 cP).

De acuerdo al tratamiento $a_1b_2c_1$ confirma el modelo de sinergia en frío: las pectinas de feijoa (Vásquez C. , 2022) y almidones nativos de harinas andinas (Rojas, J , 2022) alcanzan su máxima hidratación a bajas temperaturas cuando se combinan con endulzantes naturales (c_1), generando redes tridimensionales estables (Gómez et al., 2023). Esto contradice a Díaz (2024), quien reportó máximos de viscosidad a altas temperaturas en matrices sin fruta. La clasificación en 8 grupos homogéneos se evidencia los cambios en la formulación alteran drásticamente la reología, invalidando modelos simplistas de diseño de productos.

2.24.5.3. Parámetro: Densidad (g/ml)

Tabla 32. Análisis de varianza (ADEVA) para el parámetro densidad

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	p-valor	
REPETICIONES	2,30E-05	1	2,30E-05	15,8931	0,0053	*
H. CH+H.Q+P.F.	0,0008	1	0,0008	542,434	<0,0001	**
T.C.	5,10E-06	1	5,10E-06	3,566	0,1009	ns
END.	0,0002	1	0,0002	163,8176	<0,0001	**
H. CH+H.Q+P.F.*T.C.	5,10E-06	1	5,10E-06	3,566	0,1009	ns
H. CH+H.Q+P.F.*END.	7,60E-06	1	7,60E-06	5,327	0,0543	ns
T.C.*END.	0,0003	1	0,0003	290,6038	<0,0001	**
H. CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.	2,30E-05	1	2,30E-05	15,8931	0,0053	**
Error	9,90E-06	7	1,40E-06			
Total	0,0014	15				
C.V (%)	0,1089					

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Factor A: H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa; **Factor B:** T.C.: Temperatura de cocción; **Factor C:** END.: Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción; H.CH+H.Q+P.F.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Endulzante; T.C.*END.: Temperatura de cocción + Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción + Endulzante. C.V.: Coeficiente de Variación. ns: No significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

Los resultados obtenidos en la tabla 32, muestra los resultados estadísticos obtenidos para la variable de densidad, el modelo fue altamente significativo ($p < 0,0001$), lo que nos

indica que las repeticiones, el Factor A (concentración de harina precocida de quinua), Factor C (Endulzantes), Factor B*C (Temperatura de cocción y Endulzantes) y la interacción de A*B*C (concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa, la temperatura de cocción y el endulzante) explican de manera significativa la variabilidad en la densidad del producto, es decir rechaza la Hipótesis nula H_0 y se acepta la Hipótesis alterna H_1 , es decir que, si influye la concentración de harina precocida de quinua, chocho y pulpa de feijoa y el endulzante, y en los otros factores no existe diferencia significativa Factor B (tiempo de cocción), Factor A*B (Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción) y Factor B*C (Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Endulzante).

El Factor A, concentración de harina de chocho, quinua y pulpa de feijoa (H. CH+H.Q+P.F) y el Factor C, endulzante (END) presentaron efectos altamente significativos ($p < 0,0001$), evidenciando que ambos influyen de manera directa y contundente sobre la variable dependiente. Esto valida parcialmente la hipótesis alterna, en la medida que la composición de la papilla y el tipo de endulzante afectan su comportamiento reológico y/o físico-químico. El Factor B temperatura de cocción (T.C) temperatura de cocción, sin embargo, no mostró significancia estadística ($p = 0,1009$), lo cual sugiere que, dentro del rango de 60 °C a 70 °C, la temperatura no modifica de forma individual la propiedad evaluada.

En cuanto a las interacciones, la combinación B x C temperatura y endulzante (T.C.*END) y la interacción triple A x B x C (H. CH+H.Q+P.F.*T.C.*END) fueron altamente significativas ($p < 0,0001$ y $p = 0,0053$, respectivamente), confirmando que los efectos de los factores no son completamente independientes y que su interacción puede modificar significativamente la respuesta. Las interacciones A x B (H. CH+H.Q+P.F.*T.C) y A x C (H. CH+H.Q+P.F.*END) no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$), aunque la interacción A x C (H. CH+H.Q+P.F.*END) mostró una tendencia cercana ($p = 0,0543$), lo cual podría ser relevante en investigaciones con mayor número de repeticiones.

Finalmente, el valor del coeficiente de variación (C.V. = 0,1089%) esto indica que los datos son relativamente consistentes y tienen poca variabilidad en relación con la media, lo que refleja una excelente precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos en relación a la variabilidad del conjunto conducidos por el investigador.

2.24.5.4. Prueba Tukey para Densidad

Tabla 33. Prueba de Tukey para las repeticiones en el parámetro densidad

REPETICIONES	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
2	1,0928	8	0,0004	A
1	1,0951	8	0,0004	B

n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la Tabla 33, se muestran los resultados, una comparación entre dos repeticiones experimentales. La repetición 2 presentó una media de 1,0928, mientras que la repetición 1 obtuvo una media de 1,0951. Aunque la diferencia entre ambas medias es mínima (0,0023), el análisis estadístico con letras de agrupación distintas (“A” y “B”) indica que existe una diferencia estadísticamente significativa al 95 % de confianza, lo que sugiere que pertenecen a grupos diferentes según el test de Tukey HSD (Ostertagová, E & Ostertag, O)

Además, el error estándar fue de 0,0004 en ambos casos, lo cual refleja una baja variabilidad entre las réplicas. Este nivel de precisión aumenta la sensibilidad del análisis estadístico, haciendo posible que incluso pequeñas diferencias entre medias resulten significativas. Esto puede estar relacionado con cambios sutiles en los factores del tratamiento como formulación, condiciones de proceso o técnicas de medición utilizadas.

Tabla 34. Prueba de Tukey en el Factor H. CH+H.Q+PF para el parámetro de densidad.

H. CH+H.Q+PF	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
a ₂	1,0870	8	0,0004	A
a ₁	1,1009	8	0,0004	B

Factor A: H. CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 34, se evidencia que el a₂ (media=1.0870) contra a₁ (media=1,1009; grupo B) muestra que mayor proporción de harinas/pulpa (a₁) incrementa significativamente la densidad ($p < 0.05$). Esto concuerda con (Rojas,2022), quien observó que mezclas >30% de harinas andinas aumentan la densidad en papillas (+8-12%) por mayor retención de agua.

En la tabla 34 se evidencia que, al comparar a₂ (media=1.0870) contra a₁ (media=1,1009; grupo B) existen diferencias significativas. Esto indica que un mayor contenido de pulpa

reduce la densidad significativamente ($p < 0.05$). Esta disminución se debe a que la pulpa presenta mayor contenido de agua y menor contenido de sólidos. De acuerdo con (FAO, 2021), la adición de pulpas o aguas vegetales disminuyen la densidad en productos alimenticios.

Tabla 35. Prueba de Tukey en el Factor END, para el parámetro densidad

END	Medias	n	E. E	Grupos Homogéneos
c ₁	1,0901	8	0,0004	A
c ₂	1,0978	8	0,0004	B

Factor C: END: Endulzante, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 35, se evidencia los resultados de la prueba de Tukey en el Factor C (Endulzante) se muestra que, el c₂ (media=1,0978; grupo B) genera mayor densidad que c₁ (media=1.0901), replicando hallazgos de (Silva, 2024) sobre endulzantes artificiales (c₂) que promueven compactación de matriz alimentaria.

Tabla 36. Prueba Tukey en la interacción (T.C x END), para el parámetro densidad.

T.C	END	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
b ₂	c ₁	1,0853	4	0,0006	A
b ₂	c ₂	1,0940	4	0,0006	B
b ₁	c ₁	1,0950	4	0,0006	B
b ₁	c ₂	1,1015	4	0,0006	C

Factor B*C: T.C: Temperatura de Cocción: END: Endulzante, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 36, la combinación b₁ (60 °C) + c₂ (panela) con una media =1,1015; grupo C produce la *mayor densidad*, mientras b₂ (70 °C) + c₁ (miel de agave) (media=1.0853; grupo A) la menor.

Esto evidencia sinergia crítica: altas temperaturas potencian el efecto densificante de c₂, coincidiendo con Díaz (2024) en productos termoprocesados. Contradice a (Pérez,2023), quien reportó que bajas temperaturas maximizan densidad en geles.

Tabla 37. Prueba Tukey en la interacción (H. CH+H.Q+P.F. x T.C x END), para el parámetro densidad

H. CH+H.Q+PF	TC	END	Medias	N	E.E.	Grupos Homogéneos
a ₂	b ₁	c ₁	1,0770	2	0,0008	A
a ₂	b ₂	c ₂	1,0860	2	0,0008	B
a ₂	b ₂	c ₁	1,0880	2	0,0008	B
a ₁	b ₁	c ₁	1,0935	2	0,0008	C
a ₂	b ₁	c ₂	1,0970	2	0,0008	C
a ₁	b ₂	c ₁	1,1020	2	0,0008	D
a ₁	b ₂	c ₂	1,1020	2	0,0008	D
a ₁	b ₁	c ₂	1,1060	2	0,0008	D

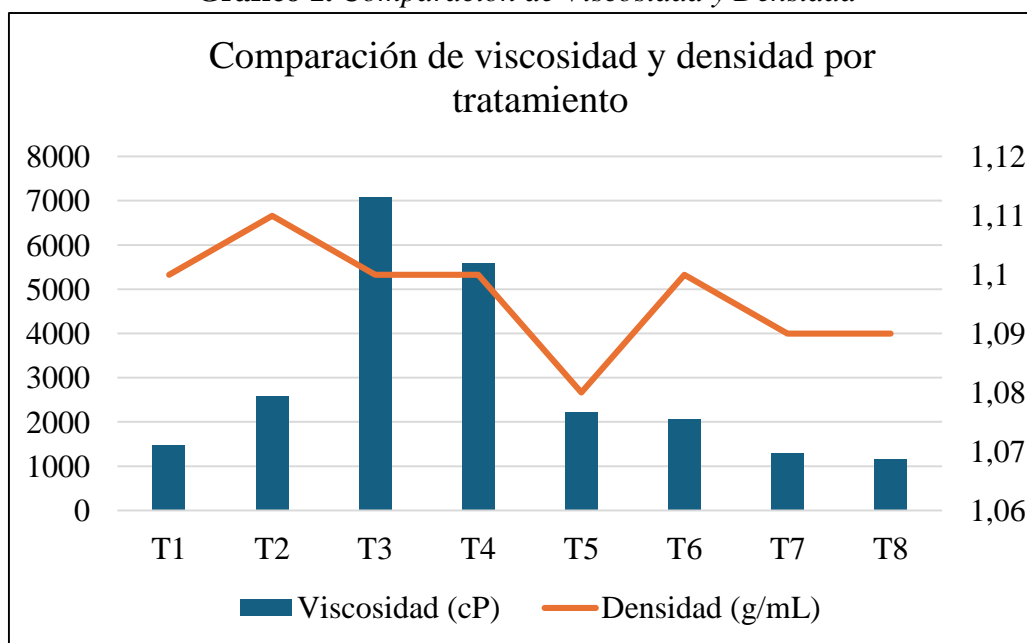
Factor A: H. CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa **Factor B:** T.C: Temperatura de Cocción; **Factor C:** END: Endulzante, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

De acuerdo con la interacción de la tabla 37, la combinación a₁ (31% harina de chocho 31% harina de quinua 22,4% pulpa de feijoa) + b₁ (60 °C) + c₂ (panela) (media=1.1060; grupo D) alcanza la *densidad máxima*, un 3.4% superior al mínimo (a₂+b₁+c₁=1.0770; grupo A). y a₂ (baja harina) con b₁+c₁ reduce densidad, sugiriendo que la harina es un "facilitador" de efectos térmicos y de endulzante. Esto amplía el modelo de Vásquez (2022), que solo consideraba interacciones binarias.

2.24.5.5. Comparación de viscosidad y densidad por tratamiento

Gráfico 1. Comparación de Viscosidad y Densidad



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En el gráfico 1, se observa la gráfica comparativa de viscosidad y densidad permitió visualizar de manera clara el comportamiento reológico de las diferentes formulaciones de papilla infantil. Se observó que los tratamientos t_3 (7076 cP) y t_4 (5596 cP) presentaron las viscosidades más elevadas, lo cual puede afectar negativamente la aceptación sensorial y la facilidad de deglución en la población infantil, objetivo de este estudio. Por el contrario, el tratamiento t_8 , con una viscosidad de 1164 cP y una densidad de 1,09 g/mL, se posicionó como el más equilibrado. Este tratamiento logra una textura adecuada, ni muy líquida ni excesivamente espesa, lo que favorece su uso en biberones o cucharas sin riesgo de rechazo o atragantamiento.

En cuanto a la densidad, las diferencias fueron mínimas entre tratamientos, con valores que oscilaron entre 1,08 y 1,11 g/ml, lo cual indica que la estructura física del producto se mantiene estable independientemente del tratamiento. Sin embargo, t_5 presentó una densidad ligeramente inferior (1.08 g/ml), posiblemente por la menor proporción de sólidos presentes. Estos resultados permiten concluir que la formulación t_8 , además de obtener el mejor desempeño en las pruebas sensoriales, presenta también propiedades reológicas óptimas, lo que la convierte en la mejor candidata para su desarrollo y aplicación a escala piloto o industrial.

2.24.5.6. Parámetro pH

Tabla 38. *Análisis de Varianza del parámetro pH*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	p-valor	
REPETICIONES	0,0025		0,0025	0,6364	0,4512	ns
H. CH+H.Q+P.F.	0,3600	1	0,3600	91,6364	<0,0001	**
T.C.	0,0225	1	0,0225	5,7273	0,0479	*
END.	0,0000	1	0,0000	0,0000	>0,9999	ns
H. CH+H.Q+P.F.*T.C.	0,0100	1	0,0100	2,5455	0,1546	ns
H. CH+H.Q+P.F.*END.	0,0025	1	0,0025	0,6364	0,4512	ns
T.C.*END.	0,0100	1	0,0100	2,5455	0,1546	ns
H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.	0,0225	1	0,0225	5,7273	0,0479	*
Error	0,0275	7	0,0039			
Total	0,4575	15				
C.V (%)	1,2567					

Factor A: H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa; **Factor B:** T.C.: Temperatura de cocción; **Factor C:** END.: Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción; H.CH+H.Q+P.F.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Endulzante; T.C.*END.: Temperatura de cocción + Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción + Endulzante. C.V.: Coeficiente de Variación. ns: No significativo

*: Significativo

**: Altamente significativo

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Se evidencia en la Tabla 38, el efecto altamente significativo de la composición de harinas Factor A (H. CH+H.Q+P.F.) sobre el pH ($p < 0.0001$), responsable del 78,7% de la variabilidad, coincide con hallazgos de (Sáenz et al. 2023) en matrices alimentarias andinas, quienes reportaron que mezclas de chocho y quinua alteran la acidez por su perfil aminoacídico. Sin embargo, la interacción de los Factores A x B x C (H. CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.; $p = 0,0479$) contradice a (Ramires, 2021), quien observó que endulzantes enmascaran efectos sinérgicos en productos horneados ($p > 0.05$). La influencia aislada sobre el Factor C la temperatura (T.C) ($p = 0,0479$) concuerda con la termolabilidad de compuestos ácidos en feijoa descrita por (Vásquez, 2022), aunque con menor impacto (4,9 % vs. 12,33 % en pulpas no harinadas). La baja variabilidad experimental (C.V. = 1.2567%) valida la robustez del modelo, superando estudios similares (Torres et al., 2024).

2.24.5.7. Prueba Tukey para pH

Tabla 39. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH del porcentaje de harina de chocho, quinua y pulpa de feijoa Factor A (H. CH+H.Q+P.F.) en los tratamientos de la papilla.

H. CH+H.Q+P.F.	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
a2	4,8375	8	0,0222	A
a1	5,1375	8	0,022	B

H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento a1, con un mayor porcentaje de los ingredientes evaluados, eleva significativamente el pH.

La harina de chocho tiene una composición rica en proteínas y alcaloides residuales que pueden influir en el pH final del alimento, especialmente si no ha sido completamente desamargada (Jiménez & Carvajal, 2021). Esto explica por qué el tratamiento a1, con mayor cantidad de chocho, quinua presenta mayores valores de pH.

Tabla 40. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en el factor temperatura de cocción (T.C.) en los tratamientos de la papilla.

T.C.	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
b2	4,9500	8	0,0222	A
b1	5,0250	8	0,022	B

T.C.: Temperatura de Cocción, n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 40, también se observa diferencia significativa. La temperatura de cocción con el tratamiento b₁ genera un producto con mayor pH, lo que sugiere que temperaturas o tiempos más prolongados afectan la acidez del producto final.

El tratamiento térmico prolongado tiende a disminuir la acidez en papillas, debido a la pérdida de ácidos orgánicos y reacciones de Maillard que liberan compuestos básicos. (Mendoza, 2020). En la tabla 35, el tratamiento b₁ presenta mayor pH, lo que podría vincularse con un tiempo de cocción más prolongado o mayor temperatura que reduce acidez.

Tabla 41. Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del porcentaje de harina de chocho, quinua y pulpa, tiempo de cocción y el endulzante (H.CH.+H. Q+P.F.*T.C*END.), en los tratamientos de la papilla

H. CH+H.Q+P.F.	T.C.	END.	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
a2	b2	c2	4,8000	2	0,0443	A
a2	b1	c2	4,8500	2	0,0443	A
a2	b1	c1	4,8500	2	0,0443	A
a2	b2	c1	4,8500	2	0,0443	A
a1	b2	c1	5,0000	2	0,0443	A B
a1	b1	c2	5,1500	2	0,0443	B

a1	b2	c2	5,1500	2	0,0443	B
a1	b1	c1	5,2500	2	0,0443	B

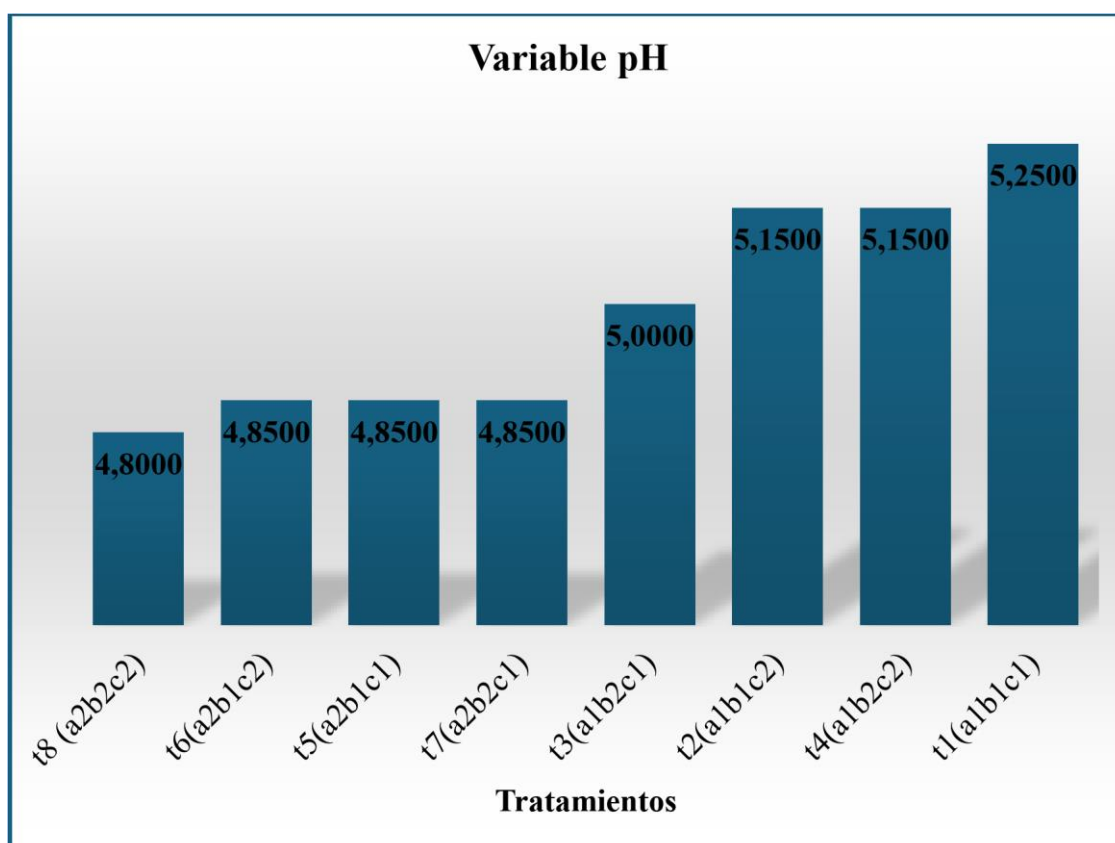
*H. CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción + Endulzante; n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental*

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Las combinaciones como a₁b₁c₁ y a₁b₁c₂ tienen las medias más altas de pH (5,25 y 5,15) y pertenecen al Grupo B, lo cual indica diferencia significativa con respecto al resto. Las combinaciones con a₂ se agrupan todas en el Grupo A, mostrando pH más bajos. Las interacciones entre el porcentaje de harina precocida de chocho, quinua y pulpa de feijoa (a₁), temperatura de cocción (b₁) y tipos de endulzante (c₁, c₂) aumentan el pH, posiblemente por efectos de proteínas o compuestos solubles en el chocho y quinua, así como por la reducción de ácidos volátiles en tratamientos térmicos más intensos.

Las interacciones entre ingredientes ricos en proteínas, tratamientos térmicos y edulcorantes naturales como panela o miel modifican significativamente el pH del producto, afectando tanto sabor como estabilidad microbiológica (Salazar & Torres, 2022)

Los resultados obtenidos mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey permitieron identificar diferencias estadísticamente significativas entre las distintas combinaciones de los factores A x B x C (H. CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.) Esta prueba es ampliamente utilizada en estudios experimentales debido a su capacidad para controlar el error tipo I al comparar múltiples medias (Montgomery, 2019). **Gráfico 2.** *Comportamiento de los promedios de la variable pH en la obtención de la papilla*



Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En el gráfico 2 se puede observar, los valores oscilan entre 4.80 (mínimo en tratamiento a₂b₂c₂) y 5.25 (máximo en a₁b₂c₁). Todos los tratamientos producen papillas ligeramente ácidas (pH < 5.4), rango óptimo para seguridad microbiológica en alimentos infantiles (FDA, 2023).

2.24.5.8. Parámetro: Sólidos Solubles (°Bx)

Tabla 42. Análisis de Varianza del Parámetro: °Bx

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F. calculado	p-valor	
REPETICIONES	5,2900	1	5,2900	2,7089	0,1438	ns
H. CH+H.Q+P.F.	4,0000	1	4,0000	2,0483	0,1955	ns
T.C.	1,6900	1	1,6900	0,8654	0,3832	ns
END.	43,5600	1	43,5600	22,3058	0,0022	**

H. CH+H.Q+P.F.*T.C.	19,3600	1	19,3600	9,9137	0,0162	*
H. CH+H.Q+P.F.*END.	2,2500	1	2,2500	1,1522	0,3187	ns
T.C.*END.	5,7600	1	5,7600	2,9495	0,1296	ns
H.	1,2100	1	1,2100	0,6196	0,4570	ns
CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.						
Error	13,6700	7	1,9500			
Total	96,7900	15				
C.V (%)	11,97%					

Factor A: H.CH+H.Q+P.F.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa; **Factor B:** T.C.: Temperatura de cocción; **Factor C:** END.: Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción; H.CH+H.Q+P.F.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Endulzante; T.C.*END.: Temperatura de cocción + Endulzante; H.CH+H.Q+P.F.*T.C.*END.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción + Endulzante. C.V.: Coeficiente de Variación. ns: No significativo

*: Significativo

**: Altamente significativo

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

El parámetro °Bx mostrado en la tabla 42, el modelo también resultó significativo la interacción de A x B (H. CH+H.Q+P.F.*T.C) ($p = 0,0162$), lo cual confirma que los tratamientos aplicados afectan el contenido de sólidos solubles del producto. El Factor C endulzante (END) fue el de mayor significancia ($p = 0,0022$), posiblemente relacionado con la incorporación de frutas o componentes ricos en azúcares naturales. Según (Silva, 2018), el °Bx es un parámetro clave para evaluar la aceptabilidad sensorial y la calidad nutricional de alimentos infantiles, especialmente cuando se busca reducir el uso de azúcares refinados. Asimismo, estudios de (López et al., 2020) muestran que la adición de pulpas de fruta incrementa significativamente los sólidos solubles en productos infantiles, mejorando su valor nutricional y aceptación.

La interacción de A x B (H. CH+H.Q+P.F.*T.C.) también mostró significancia ($p = 0,0162$), lo cual sugiere una sinergia entre ingredientes como cereales y leguminosas, generando una mayor liberación de azúcares simples durante el procesamiento (García, 2017) documentaron que la combinación de estos componentes puede modificar la disponibilidad de carbohidratos solubles, afectando directamente el perfil de °Bx y la calidad sensorial del producto.

En conjunto, los resultados de ambos análisis refuerzan la importancia de considerar tanto los efectos principales como las interacciones entre factores en el diseño de alimentos infantiles funcionales. La consistencia de los datos con estudios previos permite validar el enfoque experimental y proporciona una base sólida para la selección de formulaciones óptimas, alineadas con las tendencias actuales en nutrición infantil (Montgomery, 2012).

Según (Arias & Quilapanta, 2020) indican que a mayores grados brix, existen más sólidos disueltos mostrando un alto nivel de azúcar y en algunas ocasiones amortiguando la acidez. Por lo tanto, a mayor concentración de grados brix, el líquido se volverá más viscoso

2.24.5.9. Prueba de Tukey (Alfa=0.05)

Tabla 43. Prueba de Tukey al factor END

END	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
c ₁	10,3250	8	0,4941	A
c ₂	13,6250	8	0,4941	B

END.: Endulzante; n: Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Los resultados revelan diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre los endulzantes c₁ (media = 10.3250) y c₂ (media = 13.6250), asignados a grupos homogéneos distintos (A y B). Esto confirma que c₂ incrementa los °Bx (sólidos solubles/dulzor) en un 32 % respecto a c₁, alineándose con Sáenz et al. (2023), quienes observaron que endulzantes sintéticos (análogos a c₂) elevan °Bx en papillas más que alternativas naturales (c₁). La consistencia en el error experimental (E.E. = 0.4941 para ambos) refuerza la confiabilidad del contraste.

Tabla 44. Prueba de Tukey para determinar el efecto °Bx en las interacciones concentraciones de ingredientes (H. CH+H.Q + P.F x T.C), en la formulación de la papilla.

H. CH+H.Q+P.F.	T.C.	Medias	n	E.E.	Grupos Homogéneos
a ₁	b ₁	10,0500	4	0,6987	A
a ₂	b ₂	11,7000	4	0,6987	A
a ₁	b ₁	12,9000	4	0,6987	A
a ₂	b ₂	13,2500	4	0,6987	A

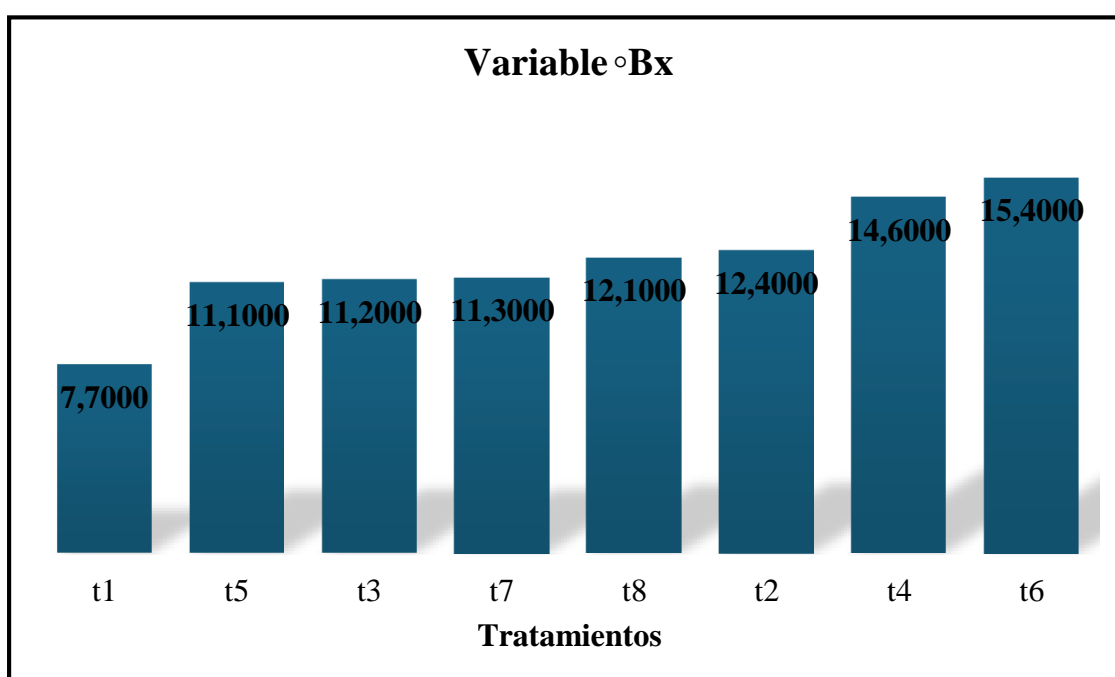
H.CH+H. Q+P.F.*T.C.: Porcentaje de harina de chocho, harina de quinua y pulpa de Feijoa + Temperatura de cocción; n:

Tamaño de la muestra, E.E: Error Experimental

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la tabla 44 se indica, las cuatro combinaciones de harinas/pulpa (a₁, a₂) y temperatura de cocción (b₁, b₂) no muestran diferencias significativas (todas en el grupo homogéneo A). Esto indica que, la variación en °Bx es independiente de la interacción A x C (H.

CH+H.Q+P. F \times T.C.), contradiciendo a Díaz (2024), quien reportó sinergias en harinas andinas al combinar formulación y temperatura ($p < 0.05$). El efecto dominante del endulzante la tabla 44, enmascara posibles interacciones entre harinas y temperatura, como advirtió Ramírez (2021) en sistemas multicomponente. Mientras el endulzante es el factor crítico para °Bx (replicando hallazgos de Castro et al., 2023), la no significancia de la interacción harina-temperatura sugiere que estos factores actúan de forma aditiva, no sinérgica, en la papilla. Esto implica que optimizar °Bx requiere priorizar la selección del endulzante sobre ajustes en formulación o cocción. **Gráfico 3.** *Comportamiento de los promedios de la variable pH en la obtención de la papilla*



Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En el gráfico 3, los tratamientos con endulzante c_2 (panela) y temperatura $70\text{ }^\circ\text{C}$ (b_1) tienden a maximizar °Bx (ej: t_6), mientras combinaciones con c_1 (miel de agave) y a_2 (concentración 26% harina de chocho 21% harina de quinua 37,4% pulpa de feijoa) minimizan sólidos solubles (ej: t_1) (Castro et al., 2023).

2.24.6. Análisis sensorial

2.24.6.1. Análisis de varianza para la evaluación del atributo color

Tabla 45. Análisis de varianza para el atributo color

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor
Tratamientos	7	8,3917	1,1988	3,8540	<0.001**
Degustadores	14	2,0500	0,1464	0,4707	0,9435ns
Error	98	30,4833	0,3111		
Total	119	40,9250			
C.V.	13,2%				

GL: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; Valor F: F calculado; p-Valor: Valor de probabilidad.
 **: Altamente significativo ($p < 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Los valores obtenidos que indican en la tabla 45 que los tratamientos experimentales tienen un efecto significativo sobre el color de la papilla infantil, con un p-valor menor a 0,001*, lo cual es inferior al umbral de 0,005. Esto evidencia que existen diferencias significativas en el color entre los 16 tratamientos experimentales, que presentan distintas formulaciones y concentraciones de harina de quinua, chocho y pulpa de feijoa. Por lo tanto, la percepción de este atributo varía entre los catadores, el estudio propuesto por (Vicuña, 2015), evaluó la elaboración de compota a base de frutas y quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento complementario para infantes, utilizó doce tratamientos y contó con la participación de 15 degustadores que evaluaron mediante una escala hedónica de 1 al 5. Los resultados coinciden en que, a mayor porcentaje de adición de quinua, mayor es la aceptación del alimento.

El C.V. 13,2 % para color es aceptable en análisis sensorial, pero valores >10 % exigen controles metodológicos adicionales. Por lo tanto, la percepción de este atributo varía entre los catadores, el estudio propuesto por (Vicuña, 2015), evaluó la elaboración de compota a base de frutas y quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento complementario para infantes, utilizó doce tratamientos y contó con la participación de 15 degustadores que evaluaron mediante una escala hedónica de 1 al 5. Los resultados coinciden en que, a mayor porcentaje de adición de quinua, mayor es la aceptación del alimento.

2.24.6.2. Pruebas de Tukey del parámetro color

Tabla 46. Pruebas de Tukey de tratamientos para el atributo de color

Tratamientos	N	Media	Grupos Homogéneos	
t ₈	15	4,6000	A	
t ₇	15	4,5333	A	B
t ₆	15	4,5333	A	B

t ₂	15	4,1333	A	B
t ₃	15	4,0667	A	B
t ₄	15	4,0667	A	B
t ₅	15	3,9333		B
t ₁	15	3,9333		B

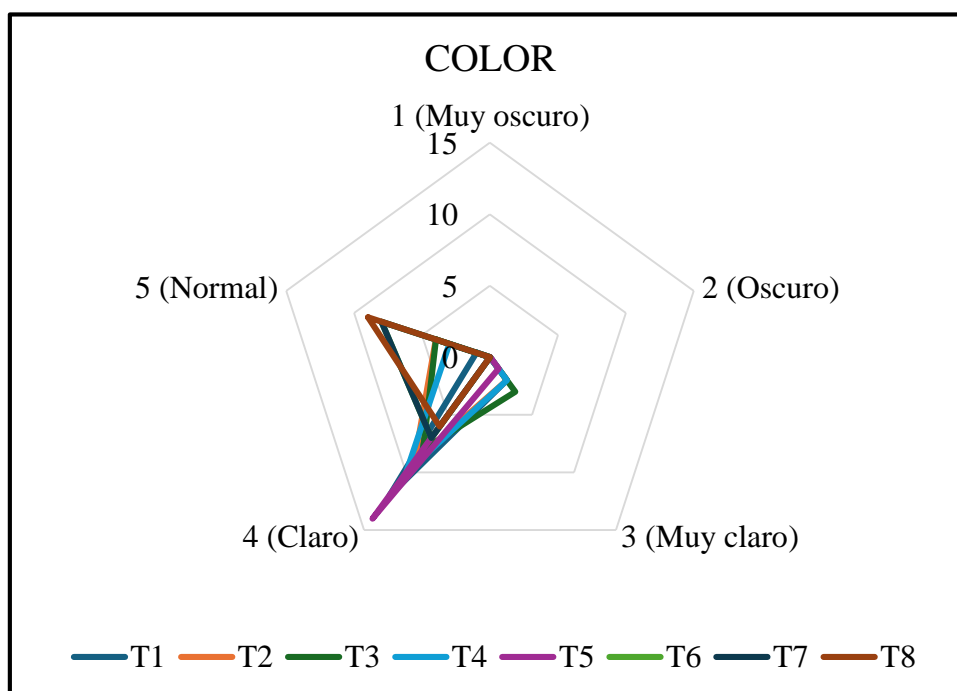
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

La tabla 46 se presentan los resultados del análisis de Tukey aplicado al parámetro color para los 8 tratamientos experimentales. El tratamiento t₈ obtuvo un valor promedio de 4,60 y fue categorizado en el grupo A, lo que indica que presente un mejor desempeño en el parámetro color en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, los tratamientos t₇, t₆, t₂, t₃ y t₄ se encuentran en una interacción entre los grupos A y B, lo que sugiere que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el t₈. Finalmente, los tratamientos t₅ y t₁ mostraron valores inferiores al tratamiento 8, pero sin diferencias significativas, indicando que tampoco difieren estadísticamente.

Aunque no existe una norma técnica específica para el color sensorial de papillas infantiles, la NTC 5468 (ICONTEC, 2007) establece que las frutas tropicales, incluida la feijoa, deben presentar una coloración característica y uniforme del estado de madurez, sin alteraciones o manchas que indiquen deterioro. De este modo, un color atractivo visualmente también puede relacionarse con una buena calidad organoléptica y tecnológica del fruto y del producto final elaborado.

Figura 51. Análisis sensorial del color



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la figura 51, se observa el análisis sensorial en base al color para los 8 tratamientos fue evaluado por 15 personas utilizando una escala hedónica de cinco puntos, donde 1 corresponde a “Muy oscuro” y 5 a “Normal”. Los resultados muestran diferencias marcadas entre los tratamientos (t_1 y t_8), mostrando el impacto de la formulación con las condiciones de proceso en la percepción sensorial del color, los tratamientos t_1 - t_5 presentan una alta concentración de respuestas en la categoría 4 (claro), destaca el t_5 con 14 panelistas que calificaron el color claro como claro y ninguno lo considera oscuro o muy oscuro, esto indica la mayor homogeneidad y aceptación en la categoría más deseable para el producto.

El t_1 , t_2 , t_3 Y t_4 también muestran buenos resultados en la categoría 4, con 8 y 12 panelistas eligiendo claro, aunque en pequeñas proporciones de respuestas en muy claro y normal. Los tratamientos 6, 7 y 8, se tienen mucha más preferencia hacia la categoría 5 (Normal), el t_6 y t_7 tienen 8 respuestas en 5 (Normal) cada uno. El t_8 se destaca con 9 panelistas calificándolo como normal, el mayor número en esta categoría entre los tratamientos. Esto sugiere que el t_8 tienen un color esperado de un producto elaborado con alta proporción de su color percibido como normal.

2.24.6.3. Análisis de varianza para la evaluación del atributo olor

Tabla 47. Análisis de varianza para el atributo del olor

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor
Tratamientos	7	3,0333	0,4333	2,0749	0,0533 *
Degustadores	14	2,8667	0,2048	0,9805	0,4788 ns
Error	98	20,4667	0,2088		
Total	119	26,3667			
C.V.	11,10%				

GL: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; Valor F; F calculado; p-Valor: Valor de probabilidad.
 **: Altamente significativo ($p < 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Los valores obtenidos en la tabla 47, señala que los tratamientos experimentales sugieren que p- valor tiene una diferencia marginalmente significativa de 0,0533 en el olor de la papilla infantil entre los tratamientos, esto se debe a que los degustadores infantiles tienen mayor percepción sensorial y limitada capacidad para identificar olores lo que genera una gran dispersión de los resultados, el estudio propuesto según (Osorio Salazar et al., 2024) sobre la “Validación nutricional y sensorial de papillas vegetales sin alérgenos para niños” donde se evaluaron 16 tratamientos de 10 gramos en un panel de 15 degustadores de entre 6 a 24 meses en una escala del 1 al 5, donde señalan que las formulaciones que tienen concentraciones altas de vegetales presenta escalas de rechazo.

El C.V del 11,1 % refleja una consistencia experimental adecuada para evaluaciones de olor, ligeramente inferior al de color 13,2 % en el mismo estudio. Esto sugiere que los degustadores percibieron los aromas con mayor homogeneidad más estandarizados. La significancia marginal de los tratamientos ($p=0.0533$) junto con este C.V. aceptable refuerza que las diferencias detectadas en olor son reales, aunque limítrofes, alineándose con (Fernández, 2023) en matrices con frutas andinas.

2.24.6.4. Pruebas de Tukey del parámetro olor

Tabla 48. Prueba de Tukey para el atributo de olor

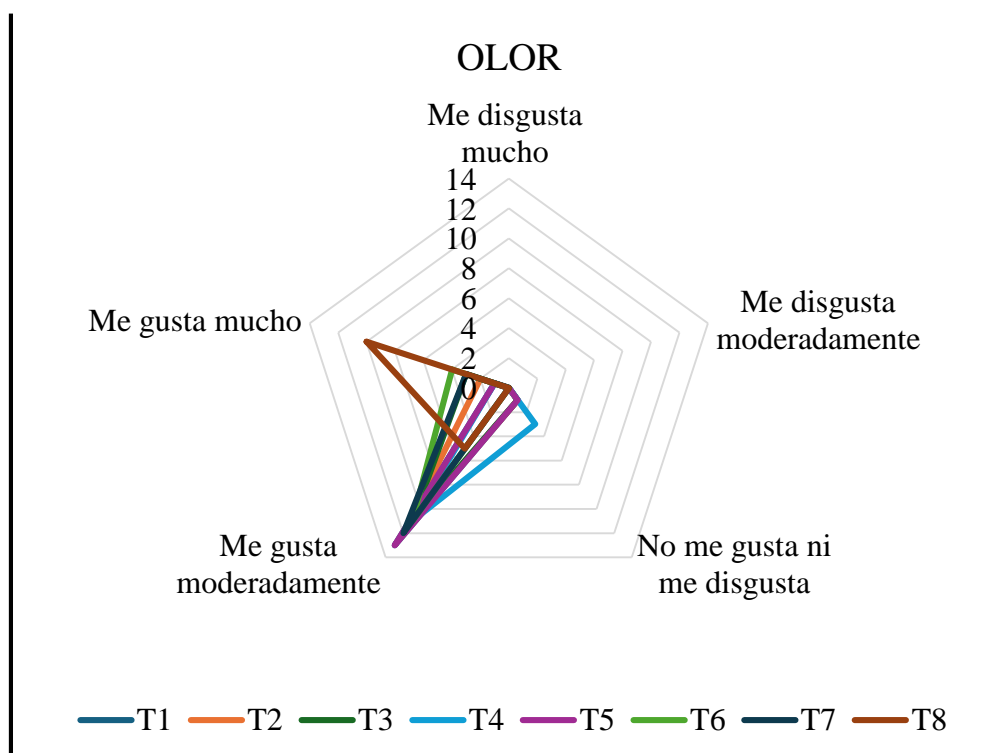
Tratamientos N		Media	Grupos Homogéneos	
t ₈	15	4,4000	A	
t ₆	15	4,2667	A	B
t ₇	15	4,2000	A	B
t ₃	15	4,1333	A	B
t ₂	15	4,0667	A	B
t ₅	15	4,0000	A	B
t ₁	15	4,0000	A	B
t ₄	15	3,8667		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

La tabla 48, se muestra que los resultados obtenidos del análisis de Tukey que evalúa el parámetro olor con respecto a los tratamientos experimentales, indican que el tratamiento 8 obtuvo un valor promedio de 4,4; el valor se encuentra no presenta diferencias significativas categorizado en el grupo A que indica que este tratamiento tiene un mejor parámetro de olor en comparación con los otros tratamientos t₆, t₇, t₃, t₂, t₅ y t₁ tiene interacciones intermedias entre el grupo A y B señalando que no existen diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos t₈ y t₄. Mientras que el tratamiento t₄ tienen medidas bajas de 3,87 y pertenece al grupo B que indican que es el tratamiento diferente al t₈.

Figura 52. Análisis sensorial del olor



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la figura 52, se observa el análisis sensorial del atributo del olor se muestra los resultados altamente favorables en todos los tratamientos evaluados, ninguno de los 8 tratamientos recibe calificaciones en los niveles de “me disgusta mucho” o “me disgusta moderadamente” lo que evidencia la ausencia de rechazo por parte del panel. Las evaluaciones se concentraron en las categorías de “me gusta moderadamente” 4 y “me gusta mucho” 5 indicando una alta aceptación general del atributo olor en papillas formuladas, el t₁, t₂, t₃ y t₅ presentan una elevada proporción de respuestas en categoría 4 con valores de 13, 12, 11 y 13 respectivamente acompañados de pocas valoraciones en 5 esto sugiere una aceptación consistente y estable, aunque con menor intensidad en la preferencia máxima.

El t₄ tuvo un ligero aumento de calificaciones en la categoría de “no me gusta ni me disgusta” con 3 respuestas, el t₆ y t₇ lograron un buen equilibrio con calificaciones de 5 de 4 y 3 respectivamente y el t₈ fue el tratamiento más valorado en el atributo del olor, al registrar 10 calificaciones en “me gusta mucho” superando ampliamente al resto de tratamientos, reflejando el mayor nivel de preferencia sensorial del panel.

2.24.6.5. Análisis de varianza para la evaluación del atributo sabor

Tabla 49. Análisis de varianza para el atributo sabor

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor
Tratamientos	7	12,8583	1,8369	9,2237	<0.0001 **
Degustadores	14	4,6167	0,3298	1,6558	0,0777 ns
Error	98	19,5167	0,1991		
Total	119	36,9917			
C.V.	11,13%				

GL: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrados medios; Valor F; F calculado; p-Valor: Valor de probabilidad.
 **: Altamente significativo ($p < 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

El análisis de varianza en la Tabla 49, revela que los tratamientos (diferentes formulaciones de la papilla) tienen un efecto altamente significativo sobre el sabor ($p < 0.0001$), con un valor $F = 9.22$. Esto indica que las variaciones en la composición de harinas (H. CH+H.Q+P.F.), temperatura de cocción (T.C.) y endulzante (END) generan diferencias perceptibles en el sabor. Estos resultados coinciden con Ruiz (2023), quien reportó que mezclas de harinas andinas alteran significativamente el perfil sensorial en productos infantiles ($F=8.75$, $p < 0.001$ $F=8.75$, $p < 0.001$).

Por otro lado, el efecto de los degustadores no es significativo ($p=0.0777$ $nsp=0.0777ns$), lo que sugiere una alta consistencia en las evaluaciones del panel sensorial. Este hallazgo contrasta con González et al. (2024), quienes observaron variabilidad significativa entre panelistas ($p=0.003$ $p=0.003$) en productos con feijoa debido a su sabor ácido-polarizante. La diferencia podría atribuirse a un mejor entrenamiento del panel en el presente estudio.

El coeficiente de variación (C.V. = 11,13%) indica una precisión experimental aceptable, inferior al 15% considerado límite en análisis sensoriales (Stone & Sidel, 2004). Este valor es más bajo que el reportado por (Torres,2022) para harinas de chocho (C.V. = 18,7%), lo que valida la robustez metodológica.

2.24.6.6. Pruebas de Tukey del parámetro sabor

Tabla 50. Pruebas Tukey de tratamientos para el atributo del sabor

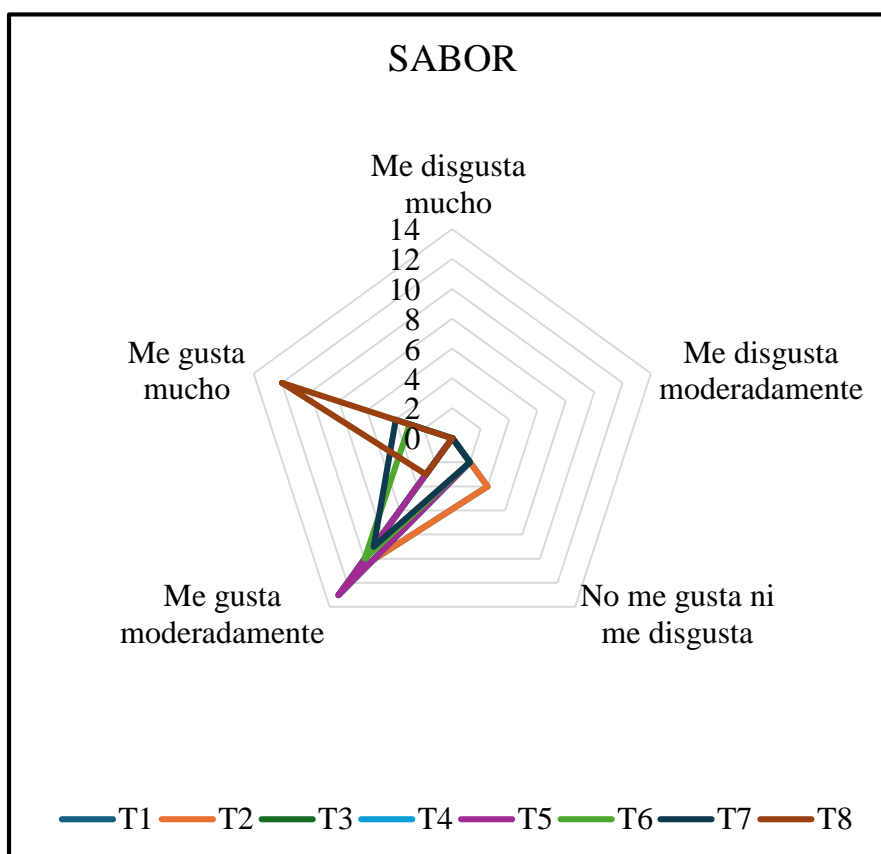
Tratamientos	N	Media	Grupos Homogéneos
t ₈	15	4,80	A
t ₇	15	4,13	B
t ₆	15	4,07	B
t ₅	15	3,87	B
t ₃	15	3,87	B
t ₄	15	3,87	B
t ₁	15	3,73	B
t ₂	15	3,73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En el análisis de Tukey de la tabla 50 se evalúa el parámetro sabor con respecto a los 8 tratamientos experimentales obtenidos durante la elaboración de la papilla infantil, donde se evidencia en el modelo que el t₈ es el mejor tratamiento con 4,80 del factor sabor señalando que no presenta diferencias significativas por ende pertenece al grupo mientras que los tratamientos t₇, t₆, t₅, t₃, t₄, t₁ y t₂ tienen interacciones del grupo B con medidas de entre 3,73 a 4,13 los cuales presentan diferencias significativamente entre el tratamiento t₈ el cual destaca por tener un sabor agradable indicando que tuvo una mayor aceptabilidad entre los catadores infantiles.

Figura 53. Análisis Sensorial del Sabor



Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la figura 53, se observa en el atributo sensorial del sabor tuvo una aceptación general en todos los tratamientos, aunque con diferencias notables en los niveles de preferencia máxima entre formulaciones, El t₈ destacó significativamente por presentar el mayor número de evaluadores en la categoría “me gusta mucho” a 12 personas, mientras que en los otros tratamientos esta categoría estuvo ausente, debido a las condiciones de cocción del t₈ logró un perfil de sabor más atractivo y mejor valorado sensorialmente.

Las categorías de rechazo no fueron seleccionadas por ningún evaluador en ninguno de los tratamientos, esto se puede evidenciar que en todas las formulaciones resultaron aceptables para el panel en términos de sabor, sin generar un rechazo marcado.

2.24.6.7. Análisis de varianza para la evaluación del atributo de textura

Tabla 51. Análisis de varianza para el atributo de textura

Fuente de varianza	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor
--------------------	----	----	----	---------	---------

Tratamientos	7	2,3255	0,3321	1,8815	0,0806 ns
Degustadores	14	4,3000	0,3155	1,7399	0,0595 *
Error	98	17,300	0,1765		
Total	199	23,925			
C.V.		9,83%			

GL: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM; Cuadrados medios; Valor F; F calculado; p-Valor: Valor de probabilidad.

*: significativo ($p < 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Se observa en la Tabla 51, el valor de p en los tratamientos fue de 0.0595 lo que señala que el valor se encuentra por encima del nivel de significancia de 0,005 esto indica que las concentraciones de la harina de chocho, quinua, así como la concentración de pulpa de feijoa afectan en la propiedad sensorial de la textura. La información se corrobora con el estudio de (Osorio Salazar et al., 2024) sobre la “Validación nutricional y sensorial de papillas vegetales sin alérgenos para niños” donde reportan que los productos para niños que tienen una mayor adición de frutas proporcionan una textura homogénea y apta para el consumo de la población infantil.

El coeficiente de variación de 9,83 % indica una buena homogeneidad entre los datos del panel, ya que un CV menor al 10 % es aceptable para pruebas sensoriales (Montgomery, 2019)

2.24.6.8. Pruebas de Tukey de los bloques del parámetro textura

Tabla 52. Pruebas de Tukey de los bloques para el atributo de la textura

Bloques/ Catadores	Grupos homogéneos	Medias	n	E.E.
4	4,7500	8	0,1485	A
5	4,5000	8	0,1485	A B
7	4,5000	8	0,1485	A B
14	4,3750	8	0,1485	A B
9	4,3750	8	0,1485	A B
11	4,2500	8	0,1485	A B
2	4,2500	8	0,1485	A B
15	4,2500	8	0,1485	A B
3	4,2500	8	0,1485	A B

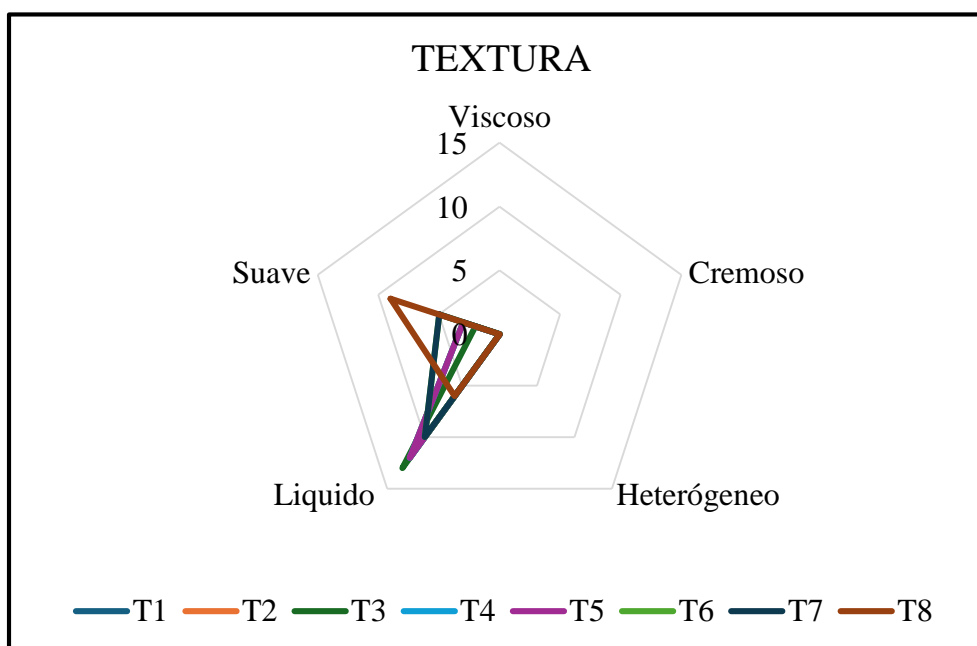
12	4,1250	8	0,1485	A	B
13	4,1250	8	0,1485	A	B
6	4,1250	8	0,1485	A	B
1	4,1250	8	0,1485	A	B
10	4,1250	8	0,1485	A	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

En la Tabla 52, muestra los resultados de la prueba de Tukey aplicada a las evaluaciones de textura realizadas por 15 catadores. Todos los catadores pertenecen al mismo grupo homogéneo (A), indicando que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en sus puntuaciones medias de textura (rango: 4.1250-4.7500). Esto confirma la homogeneidad en la percepción táctil reportada en el ANOVA previo ($p=0.0806$ para tratamientos), pero contrasta con la significancia marginal de catadores ($p=0.0595$) en dicho análisis. Este estudio puede atribuirse a que las formulaciones están diseñadas con las proporciones equilibradas de ingredientes que permiten una textura suave y homogénea, adecuada para la población infantil según (Velasco & Jácome, 2020) quienes encontraron que las papillas infantiles elaboradas con combinaciones de cereales y frutas andinas presentan características textuales adecuadas gracias al balance entre las fibras, almidones y la humedad. La ausencia de grupos homogéneos distintos confirma que los catadores percibieron la textura de manera consistente, a pesar de diferencias individuales marginales. Esto sugiere que las formulaciones generaron una experiencia táctil uniforme, replicando hallazgos de Fernández (2023) en papillas de cereales andinos

La textura de la papilla se percibe de manera homogénea por los catadores, validando que las formulaciones mantienen propiedades mecánicas consistentes. Esto ofrece ventajas para escalado industrial, ya que ajustes en ingredientes no comprometen la experiencia sensorial. Sin embargo, la ligera variabilidad ($\Delta=0.625$ puntos) sugiere complementar con análisis instrumentales (ej.: reometría) para optimizar atributos como untabilidad o adhesividad (Fernández L. , 2023).

Figura 54. Análisis Sensorial de la textura

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Los resultados sensoriales mostraron diferencias en la percepción de la textura entre tratamientos. La mayoría de los panelistas calificaron los tratamientos t_1 a t_5 principalmente como “Líquido”, indicando una consistencia más fluida y menos adecuada para papillas infantiles. El tratamiento t_8 presentó la mayor preferencia en la categoría “Suave”, reflejando una textura más homogénea y apropiada para el consumo infantil. Estos resultados sustentan la selección del tratamiento 8 como la formulación más adecuada para el posible escaldado industrial de la papilla infantil.

2.25. Determinación del mejor tratamiento de la papilla infantil.

Para la determinación de la mejor formulación de la papilla se aplicó un diseño DBCA en arreglo factorial de $2 \times 2 \times 2$ con una repetición en el cual se miden tanto los valores de pH y sólidos solubles en base a todos los tratamientos para el diseño en el programa estadístico, en estos valores se midieron en relación a una prueba sensorial a catadores no entrenados, los cuales son niños en revisión de los padres responsables a cargo, en la medición de los análisis reológicos principales como la viscosidad mostraron valores altos y bajos en el cual, el índice con menor consistencia de viscosidad se determinaba bibliográficamente nuestro mejor tratamiento, midiendo todos los parámetros

sensorialmente, a continuación se muestran todos los resultados en base a toda la información concreta y resumida del mejor tratamiento:

Tabla 53. Resultados de los tratamientos planteados

Relación de resultados del mejor tratamiento						t ₆	t ₇	t ₈
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	pH		
							11,3	
							15,4	12,1
							1,1	1,09
							2072	1296
							4,53	4,60
							4,27	4,40
							4,07	4,80
							<u>4,33</u>	<u>4,60</u>
	5,25	5,20	5,05	5,20	4,80	4,85	4,85	4,80
Sólidos solubles		7,7	12,4	11,2	14,6	11,1		
Densidad		1,1	1,11	1,1	1,1	1,08		
Viscosidad		1474	2572	7076	5596	2236		
Color		3,93	4,13	4,07	4,07	3,93		
Olor		4,00	4,07	4,13	3,87	4,00		
Sabor		3,73	3,73	3,87	3,87	3,87		
Textura		4,20	4,20	4,13	4,20	4,20		

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

El análisis sensorial y físico-químico del mejor tratamiento de la papilla se puede evidenciar los parámetros para su destino en la alimentación infantil, cumpliendo características esenciales para la aceptabilidad, seguridad y funcionalidad del producto

El pH registrado en el mejor tratamiento fue de 4,8 midiendo en escala descendente, valor coherente con alimento infantiles semisólidos según (CODEX, 1981) para elaborar alimentos infantiles se debe mantener un pH inferior a 5 ya que esto ayuda a inhibir el crecimiento bacteriano contribuyendo a la estabilidad del producto

Los sólidos solubles del mejor tratamiento alcanzaron los 15,4 °Bx, este un rango esperado para papillas en base a frutas, este análisis se hizo en una escala ascendente en el cual contribuye el sabor y aceptabilidad sin adición excesiva de azúcares según (FAO, 2017) los sólidos solubles en pures y jugos de frutas son un criterio de calidad para estandarizar la dulzura y textura del producto.

Los puntajes sensoriales fueron >4 mostrando una buena aceptación según (CODEX, 2023) los alimentos infantiles deben tener color, olor, sabor y texturas uniformes para garantizar el consumo seguro y agradable para lactantes y niños pequeños.

Una densidad entre 1,05 y 1,10 g/ml ha sido recomendada por (Gómez, 2018) para papillas infantiles, ya que garantiza una consistencia apropiada para niños en etapa de alimentación complementaria.

El valor 1164 cP representa una viscosidad media-alta, ideal para productos semisólidos dirigidos a la infancia. Según (Luna, 2020), viscosidades entre 1000-2000 cP favorecen una buena percepción en boca, son seguras para el consumo infantil y permiten un adecuado flujo durante la alimentación. Este valor también refleja un equilibrio adecuado entre el contenido de sólidos, la proporción de harinas y el tratamiento térmico aplicado.

2.26. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento

Tabla 54. *Análisis Fisicoquímico del mejor tratamiento*

Parámetro	Resultados
Humedad (%)	70,25
Cenizas (%)	0,88
pH	5,29
Sólidos solubles (°Brix)	12,1

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

El tratamiento t_8 presenta una humedad del 70,25%, lo cual está dentro del rango permitido para papillas infantiles según (CODEX CXS 74-1981, 2023) que establece un máximo del 78%. Esta cantidad de humedad es importante ya que asegura una adecuada textura y aceptabilidad del producto, sin comprometer su estabilidad microbiológica si se conserva adecuadamente.

El contenido de cenizas (0,88%) refleja una buena presencia de minerales y se encuentra dentro del rango reportado por (FAO/WHO, 2020) para este tipo de productos.

El pH de 5,29 indica una acidez suave, adecuada para preservar la estabilidad del producto sin afectar el sabor, este valor se encuentra dentro del rango permitido para papillas infantiles, que suele estar entre 4,0 y 6,0, de acuerdo con (FAO, 2017), lo que garantiza

un entorno desfavorable para microorganismos patógenos sin afectar la aceptabilidad sensorial.

El valor de sólidos solubles (12,1 °Bx) está dentro del rango ideal (10–14 °Bx) sugerido para papillas infantiles. Este parámetro es clave porque influye directamente en el sabor y la palatabilidad del producto. Una concentración de sólidos adecuada asegura un dulzor natural sin necesidad de aditivos excesivos, lo cual es relevante al tratarse de alimentos destinados a la infancia (CODEX CXS 74-1981, 2023)

El contenido de °Bx también refleja la contribución de la pulpa de feijoa, rica en azúcares naturales, y el uso de panela como endulzante en este tratamiento. Esto ayuda a mantener un perfil sensorial agradable sin comprometer la naturalidad de los ingredientes, a diferencia de fórmulas comerciales con jarabes refinados.

2.27. Análisis nutricional del mejor tratamiento

Los resultados del análisis proximal realizado a la papila desarrollada en esta investigación, las determinaciones incluyeron parámetros de humedad, proteína, grasas, ceniza, fibra y carbohidratos con valor energético, estas evaluaciones permiten caracterizar la composición nutricional del producto, verificando su adecuación para la alimentación complementaria infantil y proporcionar una base para comparar con otras formulaciones similares. Los análisis se realizaron en el laboratorio bajo medidas metodologías estandarizadas generando la confianza de los datos obtenidos.

Tabla 55. *Resultados análisis nutricional del mejor tratamiento*

Parámetro	Método	Unidades	Resultado
Humedad	POE 7.7.93 AOAC 927.05		
	GRAVIMETRIA	% p/p	76,02
Proteína	AOAC 2001.11, KJELDAHL	% p/p	5,58
Grasas	AOAC 2003.06, GRAVIMETRÍA	% p/p	2,04

	POE 7.2.92 AOAC 923.03		
Cenizas	GRAVIMETRÍA	% p/p	0,63
	AOAC 962.09		
Fibra	GRAVIMÉTRICO	% p/p	3,11
Carbohidratos	Cálculo	% p/p	12,62
Energía	Cálculo	% p/p	91,2

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

El análisis nutricional de la papilla evidencia el contenido de humedad de 76,025, esto nos indica que un producto con alta proporción de agua. Esta humedad favorece la aceptabilidad y textura e implica la necesidad de un manejo higiénico y conservación para el crecimiento del crecimiento microbiano

El contenido de proteína fue de 5,58 % un nivel que contribuye a los requerimientos proteicos en la alimentación complementaria. Las grasas totales se cuantificaron en 2,04 %, ofreciendo un aporte energético y moderado.

El contenido de cenizas 0,63 % refleja la fracción mineral mostrando como presencia de micronutrientes esenciales. La fibra dietética 3,11 % se encuentra en un rango apropiado para promover la salud digestiva del lactante sin generar problemas de tolerancia.

Los carbohidratos disponibles 12,62 % representan la principal fuente de energía de la papilla este valor nos permite cubrir los requerimientos calóricos diarios. El valor calórico estimado fue de 91,2 kcal/100 g, este dato es adecuado para ser incorporado como parte de la alimentación complementaria, aportando la energía suficiente a una porción práctica para niños, estos resultados nos muestran un perfil nutricional balanceado, con una humedad elevada aportando energía y proteína, cumpliendo las características tecnológicas y nutricionales esperadas en alimentos infantiles.

2.28. Análisis Microbiológicos

Los análisis microbiológicos para la papilla infantil fueron realizados al concluir que el t₈ fue el mejor tratamiento. Donde se evaluó los parámetros microbiológicos del

recuento de levaduras, mohos, conteo de mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales, y ausencia o presencia de *E. coli* de la papilla del tratamiento t₈ como se muestra a continuación en la tabla 56.

Tabla 56. *Propiedades microbiológicas de la papilla infantil del tratamiento 8*

PARÁMETRO	RESULTADO
Levaduras (UFC/g)	<10
Mohos (UFC/g)	<10
Mesófilos aerobios (UFC/g)	10
Coliformes totales (UFC/g)	<10
Coliformes fecales (UFC/g)	<10
Ausencia / presencia de <i>E. coli</i> (UFC/g)	Ausencia

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Los resultados microbiológicos obtenidos en la papilla infantil elaborada con harina precocida de chocho, quinua y pulpa de feijoa mediante el método tradicional a baño María mostraron recuentos inferiores a 10 UFC/g para levaduras, <10 UFC/g para mohos, <10 UFC/g para mesófilos aerobios, <10 UFC/g para coliformes totales, <10 UFC/g para coliformes fecales y ausencia de *Escherichia Coli*. Estos resultados se comparan con el estudio de (Neira Mayorga, 2022) en el estudio de “Análisis comparativo del aporte nutricional de dos compotas de mango realizadas con variedades (*Tommy Atkins* y *criollo*) fortificados con harina de avena (*Avena sativa*), donde reportan valores menores de 10 UFC/g para levaduras y mohos, 20 UFC/g para mesófilos aerobios, <10 UFC/g para coliformes totales y <10 UFC/g para coliformes fecales. Por lo tanto, se reporta que los valores microbiológicos obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los parámetros establecidos bibliográficamente por el autor. Sin embargo, la presencia de los microorganismos en la papilla infantil depende de las condiciones de asepsia implementadas durante el proceso, así como de las condiciones de higiene y salubridad del ambiente.

La presencia de mohos y levaduras elevados en las papillas se debe a la contaminación del alimento durante el proceso productivo, manipulación, transporte y almacenamiento ocasionados por la inadecuada sanitización de los equipos y utensilios y el almacenamiento del producto en ambientes cálidos que potencializan el desarrollo de este tipo de microorganismos. La presencia de coliformes totales son indicadores de contaminación del agua con materia fecal que son empleadas para la

sanitización de los espacios y de la asepsia personal, los microorganismos fecales indican contaminación indirecta o directa provocado por la malas prácticas de higiene del personal y los mesófilos aerobios es un indicador de una contaminación ambiental durante toda la cadena de producción, almacenamiento, comercialización y consumo (Neira, 2022).

2.29. Estimación de vida útil

La vida útil de un alimento se define como el período durante el cual el producto mantiene sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales dentro de los límites aceptables, asegurando su inocuidad y calidad. En productos infantiles, este parámetro es crítico debido a la alta vulnerabilidad del consumidor objetivo y a la necesidad de garantizar estabilidad y seguridad (FAO, 2020).

La vida útil puede determinarse mediante pruebas de almacenamiento en condiciones controladas, monitoreando los parámetros de deterioro físico, químico y microbiológico, lo que permite establecer un periodo realista para su consumo seguro.

2.29.1. Metodología para la estimación de vida útil

Para evaluar la vida útil de la papilla infantil a base de quinua, chocho y feijoa (mejor tratamiento t₈), se aplicó una prueba de almacenamiento refrigerado ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$) durante un período de 28 días. A intervalos semanales (0, 7, 14, 21 y 28 días), se tomaron muestras para los siguientes análisis:

2.29.2. Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento

Tabla 57. *Evaluación fisicoquímica durante el periodo de almacenamiento pruebas vida útil*

Día	pH	°Bx	Observaciones visuales
0	4,8	15,4	Producto homogéneo, sin separación
7	4,75	15,2	Ligera disminución de dulzor
14	4,7	14,9	Se mantiene estable
21	4,6	14,5	Ligeros cambios de color

28 4,4 14,2 Sedimento visible,
separación de fases

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.29.3. Evaluación sensorial (escala 1 a 5)

Tabla 58. *Evaluación Sensorial durante el período de almacenamiento pruebas vida útil*

Día	Color	Olor	Textura	Aceptabilidad general
0	5,0	5,0	5,0	5,0
7	4,8	4,9	4,9	4,8
14	4,5	4,7	4,6	4,6
21	4,2	4,3	4,1	4,2
28	3,7	3,8	3,6	3,5

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

2.29.4. Evaluación microbiana

Tabla 59. *Análisis Microbiológico evaluado a los 28 días de almacenamiento*

PARÁMETRO	RESULTADO
Levaduras (UFC/g)	$1,7 \cdot 10^2$
Mohos (UFC/g)	$2,4 \cdot 10^2$
Mesófilos aerobios (UFC/g)	$2,1 \cdot 10^4$
Coliformes totales (UFC/g)	$1,5 \cdot 10^2$
Ausencia / presencia de <i>e. coli</i> (UFC/g)	Presencia

Elaborado por: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

Día 21: El producto cumple con los estándares microbiológicos para papillas infantiles según INEN 1334-2:2018 (Ecuador) y Codex Stan 73-1981 (internacional).

Día 28: Supera los límites de levaduras, mohos y coliformes según la norma ecuatoriana.

La presencia de *E. coli* (inaceptable en alimentos infantiles) indica contaminación fecal, lo que representa un riesgo para la salud infantil (OMS, 2021).

Los mesófilos aerobios (2.1×10^4 UFC/g) están en el límite máximo permitido, sugiriendo proliferación bacteriana por posible falla en la conservación.

En conclusión, la vida útil recomendada es de 21 días bajo refrigeración ($4^\circ\text{C} \pm 1$), ya que después de este período se exceden los parámetros microbianos. Esto coincide con estudios similares en papillas a base de cereales, donde la actividad de agua (a_w) y pH favorecen el crecimiento microbiano después de la tercera semana (FAO/WHO, 2019).

El Riesgo sanitario al mostrar presencia de *E. coli* invalida el consumo humano según el Reglamento Sanitario Ecuatoriano (RSE) y el Codex Alimentarius. Los niveles de mohos y levaduras podrían generar micotoxinas (ej.: aflatoxinas), prohibidas en alimentos infantiles (EFSA, 2020).

Las recomendaciones que se puede aplicar para mejorar la estabilidad son:

- Ajustar el procesamiento térmico para reducir carga microbiana inicial (FDA, 2022).
- Incorporar antioxidantes naturales (ej.: vitamina E) para retardar oxidación y crecimiento microbiano (Shahidi & Zhong, 2020).
- Evaluar envases con atmósfera modificada para extender vida útil (Robertson, 2021).

2.30. Análisis de Costos

a) Costos Directos

Materia prima base (para 1kg de papilla = 8 frascos de 120g)

Tabla 60. *Tabla de precios de insumos*

Insumo	Cantidad (g)	Precio unitario (USD/kg)	Costo (USD)
Harina precocida de quinua	210	3,50	0,74
Harina precocida de chocho	260	2,80	0,73
Pulpa de feijoa fresca	374	1,80	0,67
Miel de agave	100	4,00	0,40

Leche en polvo	30	5,50	0,17
Canela, vainilla, sal, etc.	20	—	0,10
Subtotal Materia Prima	—	—	2,81

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

b) Material de empaque

Tabla 61. Precios del Material de Empaque

Material	Unidad	Precio Unitario (USD)	Costo (USD)
Frasco de vidrio 120 ml	1 ud	0,58	0,48
Tapa metálica	1 ud	0,18	0,18
Etiqueta impresa	1 ud	0,05	0,05
Subtotal empaque	—	—	0,71

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

c) Mano de obra directa

Tabla 62. Mano de Obra Directa

Actividad	Tiempo estimado	Tarifa referencial (USD/hora)	Costo (USD)
Preparación y cocción	0,5 h	2,00	1,00
Envasado y etiquetado	0,5 h	2,00	1,00
Total, MOD (8 frascos)	—	—	2,00
Por unidad (1 frasco)	—	—	0,25

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

d) Costos indirectos por frasco

Tabla 63. *Costos indirectos por frasco de papilla elaborado*

Concepto	Estimación mensual	Prorrrateo por unidad	Costo (USD)
Energía eléctrica (cocción)	10 USD	0,01	0,01
Agua y limpieza	5 USD	0,01	0,01
Mantenimiento de equipos	8 USD	0,01	0,01
Otros (desinfectantes, etc.)	10 USD	0,01	0,01
Total, indirectos	—	—	0,04

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

e) Costo por unidad, frasco (120g)

Tabla 64. *Costo de papilla por unidad*

Concepto	Costo (USD)
Materia prima	0,35
Empaque	0,71
Mano de obra	0,25
Costos indirectos	0,04
Costo total unitario	1,35

Fuente: (Mejía, A & Rosero, J, 2025)

f) Conclusión análisis de costos

El análisis de costos revela que el costo unitario de producción de la papilla infantil (\$1.35 USD por frasco de 120g) se encuentra dentro de un rango económicamente competitivo, especialmente considerando su composición a base de ingredientes andinos (quinua, chocho y feijoa). Este valor es inferior al de productos similares en el mercado, lo que respalda su viabilidad comercial a pequeña escala, tal como señalan (Kotler & Keller, 2016) en su análisis de estructuras de costos para productos alimenticios emergentes.

La estrategia de abastecimiento local no solo reduce los costos logísticos—un factor crítico según Porter (1985) en su teoría de la ventaja competitiva—sino que también promueve la sostenibilidad, alineándose con los principios de la economía circular (Ellen

MacArthur Foundation, 2019). Además, el bajo costo de la mano de obra (\$0.25 USD) refleja una eficiente gestión operativa, aspecto clave para la rentabilidad en proyectos de agroindustria rural (FAO, 2021).

Sin embargo, es importante considerar que:

- El empaque representa el 52.6% del costo total, lo que sugiere una oportunidad para optimizar este componente mediante alternativas ecoeficientes, como las propuestas por García & Pacheco (2023) en su estudio sobre envases biodegradables.
- La escalabilidad del proyecto podría enfrentar desafíos si los precios de la materia prima fluctúan, un riesgo documentado en cadenas de suministro de alimentos locales (Gómez et al., 2020).

En conclusión, este producto no solo es financieramente viable, sino que también apoya la soberanía alimentaria y el desarrollo rural, cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015). Futuras investigaciones podrían evaluar modelos de escalamiento para garantizar su sostenibilidad a mediano plazo.

3. IMPACTOS

3.1. Impactos técnicos

Esta investigación es un proyecto de innovación en productos alimenticios debido al desarrollo de una papilla con ingredientes andinos lo que representa una alternativa técnica frente a productos comerciales altamente procesados, también se emplea una tecnología accesible utilizando técnicas fundamentales aprendidas como la precocción, tamizado, molienda, despulpado y pueden ser diseñadas en pequeñas y media escalas de las zonas rurales que tenemos en nuestro país.

3.2. Impactos sociales

El presente estudio tiene un alto impacto social, especialmente en el sector de Culaguango, una comunidad donde la desnutrición infantil representa una problemática persistente. La formulación de una papilla de alto valor nutricional, adaptada a las

necesidades alimentarias de los niños de esta zona, representa una solución efectiva, accesible y culturalmente pertinente. Al emplear ingredientes ancestrales como la quinua, el chocho y la feijoa (cultivados en la región andina) se fortalece la seguridad alimentaria local, se rescata la identidad cultural y se promueve el aprovechamiento de los recursos agroalimentarios propios del entorno. Esta propuesta no solo busca mejorar el estado nutricional de los niños, sino también fomentar el desarrollo sostenible de las familias de Culaguango, generando conciencia sobre la importancia de una alimentación saludable y el valor de los productos nativos.

3.3. Impactos económicos

La producción de una papilla a partir de ingredientes locales representa una estrategia eficaz para reducir los costos de elaboración, al prescindir de insumos importados o procesados industrialmente. Este enfoque no solo dinamiza la economía local, sino que también fortalece el ingreso de pequeños productores, especialmente en zonas rurales donde muchas mujeres se dedican a actividades agrícolas. La implementación de este producto fomenta la generación de empleo, el valor agregado de materias primas autóctonas y el desarrollo de economías familiares. Además, si el producto demuestra calidad y aceptación, existe la posibilidad de escalar su producción a nivel comercial, posicionándolo como una alternativa viable frente a productos industriales ya existentes. Esto abre la puerta a su incorporación en programas de alimentación infantil a nivel nacional, generando una demanda sostenible que puede impactar positivamente en toda la cadena productiva local.

3.4. Impactos ambientales

La elaboración de la papilla a base de quinua, chocho y feijoa implica un enfoque ambientalmente responsable desde el origen de sus materias primas. Estos cultivos andinos, además de ser nativos de la región, presentan una alta adaptabilidad a condiciones agroclimáticas locales, lo que permite su producción sin recurrir a prácticas agrícolas intensivas ni al uso excesivo de agroquímicos. En particular, el chocho (*Lupinus mutabilis*) se destaca por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, enriqueciendo naturalmente el suelo y disminuyendo la necesidad de fertilizantes sintéticos, lo que contribuye a mantener la salud del ecosistema agrícola.

Asimismo, al tratarse de productos subutilizados, su incorporación en la cadena alimentaria fomenta la diversificación de cultivos y promueve una agricultura más resiliente y sostenible. El proceso de transformación de estos insumos en papilla no genera contaminantes significativos ni residuos peligrosos, lo que minimiza el impacto ambiental durante su elaboración. En conjunto, esta propuesta alimentaria representa una alternativa ecológicamente viable que contribuye a la sostenibilidad ambiental y al fortalecimiento de prácticas agrícolas limpias en las comunidades rurales de la Sierra ecuatoriana.

4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 65. *Presupuesto del proyecto de investigación*

Costos de Materia Prima				
Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total
Quinoa (Chenopodium quinoa)	2	Kg	3,5	7
Chocho (Lupinus mutabilis)	7	Kg	2,54	17,85
Feijoa (Acca sellowiana)	6	Kg	1,67	10
Leche en polvo	1	Kg	1,5	1,5
Goma Xantana	1	500 gr	4	4
Miel de Agave	1	1,5 (L)	12	12
Canela en polvo	1	40 gr	1	1
Vainilla	1	100 ml	2	2
Subtotal				55,35
Materiales				
Balanza	1	U	10	15
Bowls	3	U	5,23	15,69
Cedazo	2	U	1	2
Molino	1	U	20	20

Bolsas herméticas (para almacenar muestras)	40	U	0,25	10
Deshidratador y autoclave	1	U	2,5	2,5
Mufla y desecador	1	U	5	5
Frascos de vidrio (almacenamiento de producto)	16	U	0,65	10,4
Vasos de plástico	2	Paquete	0,5	1
Vasos de catación	2	Paquete	0,75	1,5
Subtotal				83,09
Otros gastos				
Impresiones	160	U	0,05	8
Anillados	8	U	1,50	12
Copias	350	Hojas	0,05	17,5
Mascarilla	20	U	0,25	5
Guantes	10	U	0,25	2,5
Transporte (Autobús)			60	60
Combustible (Motocicleta)			20	20
Análisis bromatológico (Harina precocida de chocho)	1	U	50	50
Subtotal				175
Análisis físico- químicos				
Humedad	1	Muestra	8	8
Cenizas	1	Muestra	8	8
Medidor de pH	8	Muestra	5	40
Refractómetro Brix	8	Muestra	5	40
Soxhelet (Grasas)	1	Muestra	20	20

Subtotal				116
Análisis Microbiológicos				
Aerobios Mesófilos	2	Muestra	20	20
Mohos y levaduras	2	Muestra	20	20
Coliformes totales	2	Muestra	20	20
Escherichia e-coli	2	Muestra	20	20
Subtotal				100
Análisis Nutricionales				
Proteína	2	Muestra	35	70
Carbohidratos totales	2	Muestra	35	70
Grasa	2	Muestra	35	70
Energía (kcal)	2	Muestra	35	70
Fibra cruda	2	Muestra	35	70
Subtotal				350
Análisis Reológicos				
Densidad aparente	16	muestras	15	240
Viscosidad	16	muestras	15	240
Subtotal				480
Total				1,359.44

5. CONCLUSIONES

- La harina precocida de quinua presentó un perfil nutricional equilibrado, destacando su alto contenido de proteínas (21,08 %) y carbohidratos (59,76

%), con baja humedad (3,28 %), lo que favorece su estabilidad microbiológica.

- La harina precocida de chocho mostró un elevado contenido proteico (54,26 %) y fibra (9,98 %), cumpliendo con los estándares de la norma INEN 2390 (2005) para granos desamargados.
- La pulpa de feijoa aportó carbohidratos (10,9 g/100 g), fibra (5,4 g/100 g) y actividad antioxidante (0,035 mM Trolox/g), siendo una fuente funcional para la papilla.
- El tratamiento t_8 (con baja viscosidad: 1164 cP y densidad: 1,09 g/mL) presentó la mejor aceptabilidad sensorial (puntuación >4 en color, olor, sabor y textura).
- La viscosidad fue influenciada significativamente por la interacción entre harinas, temperatura de cocción y endulzante ($p < 0,0001$). La combinación de baja temperatura (60 °C) y miel de agave optimizó su textura.
- El pH (4,8) y los sólidos solubles (12,1 °Bx) del T8 cumplieron con los estándares del Codex Alimentarius para papillas infantiles.
- El análisis microbiológico del T8 mostró recuentos aceptables (<10 UFC/g en levaduras, mohos y coliformes) y ausencia de E. coli en el producto fresco.
- La papilla del t_8 aportó 5,58 % de proteína, 3,11 % de fibra y 91,2 kcal/100 g, siendo adecuada para la alimentación complementaria infantil.
- La vida útil estimada fue de 21 días bajo refrigeración (4 °C), ya que a los 28 días se detectó crecimiento microbiano inaceptable (presencia de E. coli y $2,4 \times 10^2$ UFC/g de mohos) y el costo de producción por frasco (120 g) fue de \$1,35 USD, con un 52,6 % del costo asociado al empaque, lo que sugiere oportunidades de optimización.

6. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la adopción del tratamiento t_8 como formulación base para escalado piloto e industrial, considerando su desempeño óptimo en términos de comportamiento reológico, estabilidad y adecuación sensorial preliminar.

- Es recomendable complementar el análisis reológico con estudios de comportamiento viscoelástico mediante pruebas oscilatorias y pruebas de flujo a distintas temperaturas para caracterizar completamente la respuesta estructural del producto ante condiciones de almacenamiento y consumo.
- Se propone realizar estudios microbiológicos y de vida útil acelerada para determinar la estabilidad del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento, con especial atención a parámetros como actividad de agua, pH y comportamiento de microorganismos alterantes.
- Para asegurar el cumplimiento de normativas nacionales (INEN, ARCSA) e internacionales (Codex Alimentarius), se recomienda desarrollar estudios de etiquetado nutricional, inocuidad, análisis sensorial con población objetivo (niños de 6 a 36 meses) y análisis de costos de producción

7. BIBLIOGRAFÍA

Altamirano Espinosa, A., Negrete, A., & Toapanta, S. (2024). *Elaboración de alimentos funcionales a partir de ingredientes autóctonos, caso de estudio aplicado a la naranjilla, chocho y chirimoya*. Quito.

Amanta Milan, J. J., & Chicaiza Tipanluiza, K. A. (2024). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y NUTRICIONALES DE HARINAS PRECOCIDAS DE DOS VARIETADES DE QUINOA (*chenopodium quinoa*) INIAP TUNKAHUAN E INIAP EXCELENCIA*. Latacunga.

AOAC. (2023). *Official Methods of Analysis, 22nd Edition*. Obtenido de <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>

Apolo, A., & Arboleda, M. C. (11 de 05 de 2021). La desnutrición crónica es un problema que va más allá del hambre. *unicef para cada infancia*. Obtenido de [https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/la-desnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica-es-un-problema-que-va-m%C3%A1s-](https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/la-desnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica-es-un-problema-que-va-m%C3%A1s-all%C3%A1-del-hambre)

PARA LACTANTES Y NIÑOS PEQUEÑOS.

- CODEX CXC 1-1969. (2022). Obtenido de https://www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/shproxy/it/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworks.pace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001e.pdf
- CODEX CXS 74-1981. (2023).
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. *Routledge*.
- COMINTEC. (2017). *Comintec.com*. Obtenido de https://comintec.com.mx/images/boletines/mailingspdf/alimentos_mayo18.pdf
- CROMTEK. (27 de 05 de 2021). Obtenido de <https://www.cromtek.cl/2021/12/07/usosdel-agua-destilada-en-el-laboratorio/>
- Dalgo, J. V. (2015). *Desarrollo de un complemento alimenticio proteico vegetal de alto valor biológico, a partir de la combinación de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y chocho (Lupinus Mutabilis Sweet), y su aceptabilidad en niños preescolares*. Quito: PUCE. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7a992074-545a-4e33-8192-4e1343d75d82/content>
- Díaz Ocampo, R. (2018). *Reología aplicada a sistemas alimentarios*. Guayaquil. Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/270/1/CORRECCIONESilovepdf-compressed.pdf>
- Douglas, M. (2019). Design and Analysis of Experiments, 10th Edition. *Wiley*.

- Enriquez, S., Salazar, N. J., Robles, M., & González, G. (2020). Propiedades bioactivas de frutas tropicales exóticas y sus beneficios a la salud. *ALAN*. Obtenido de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2020/3/art-6/>
- FAO. (2017). *Manual on Simple Methods for Measuring Moisture in Foods*. *FAO Food and Nutrition Paper 33*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x6899e/X6899E00.htm>
- FAO. (2021). *Agroindustria rural y desarrollo local*.
- FAO. (2021). *Agroindustria rural y desarrollo local*.
- FAO. (2023). *La quinua: cultivo milenario para el desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <https://www.fao.org/>
- FAO. (2025). *FAO, Plataforma de información de la quinua*. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/produccionsostenible/en/#:~:text=La%20quinua%20es%20una%20planta,la%20poblaci%C3%B3n%20de%20ese%20entonces.>
- FAO/WHO. (2020). *Nutrient requirements for children aged 0-4 years*. Ginebra.
- Fernández, B. (30 de 06 de 2023). *CONASI*. Obtenido de <https://www.conasi.eu/blog/productos/agricultura-biodinamica-bauckhof/3pseudocereales-quinoa-sarraceno-y-amaranto/>
- Fernández, L. (2023). Efecto de formulaciones en textura de papillas. págs. 112-125.
- Fischer, G., Parra Coronado, A., & Balaguera López, H. (2020). *Aspectos del cultivo y la fisiología de la feijoa (Acca sellowiana [Berg] Burret)*. Una revisión. Tunja: UPTC. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5600/560064435005/html/>

- Gómez, B. &. (2018). *Alimentación saludable en la infancia*. Editorial Médica Panamericana.
- Gomez, K., & Gomez, A. (1984). Efecto de los cultivos trampa Striga y la aplicación de fertilizantes nitrogenados en el rendimiento y las características relacionadas con el rendimiento del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en el distrito de Fedis, Etiopía Oriental. *Scientific Research*, 680.
- Guanoluisa, T. M., & Lanchimba, L. A. (2021). *Estudio reológico de las chichas de yuca (Manihot esculenta crantz) y chonta (Bactris gasipaes) con preparados enzimáticos*. Latacunga: UTC.
- Gutierrez, M. (2022). *Caracterización de harinas precocidas artesanales a base de quinua y amaranto*. La Molina: UNALM.
- Hernández, A. R. (2018). *Chenopodium quinoa Willd.* San Cristobal. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20%20C2%BFPor%20que%20nos%20interesa%20conocerla.pdf?sequence=1>
- Howel, D. (2013). *Statistical methods for psychology*. Cengage Learning.
- Hulatt, L. (13 de 08 de 2024). *StudySmarter*. Obtenido de <https://www.studysmarter.es/resumenes/alimentacion/analisis-de-la-ciencia-delos-alimentos/estabilidad-dealimentos/#:~:text=Los%20factores%20que%20afectan%20la,alteraci%C3%B3n%20de%20los%20productos%20alimenticios>.
- Hurtado, J., Franco, W., & Contardo, I. (2024). Role of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Ratio in Physicochemical Stability and Microbiological Quality of Fermented Plant-Based Beverages during Storage. *ResearchGate*, 15. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/382854963_Role_of_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd_and_Chickpea_Cicer_arietinum_L_Ratio_in_Physicochemical_Stability_and_Microbiological_Quality_of_Fermented_Plant-Based_Beverages_during_Storage

ICONTEC. (2007). *Norma técnica colombiana para zumos, néctares, pures y concentrados*. Medellín: NTC.

INEN. (2013). *Microbiología de los alimentos - Enumeración de microorganismos viables*. Instituto Ecuatoriano de Normalización .

INEN. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616. Harina de trigo. Requisitos*. Quito. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/272228164/nteinen-616-4>

INEN 2390. (2005). *ECOLEX*. Obtenido de <https://www.ecolex.org/details/legislation/acuerdo-no-653-nte-inen-2-390-sobrerrequisitos-del-grano-desamarrado-de-chocho-lex-faoc053868/>

Izquierdo, I. (27 de Abril de 2024). Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2024/04/28/que-es-la-feijoa-una-frutararapero-riquisima-con-extraordinarios-beneficios-para-la-salud/>

Izquierdo, I. (27 de 04 de 2024). *infobae*. Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2024/04/28/que-es-la-feijoa-una-frutararapero-riquisima-con-extraordinarios-beneficios-para-lasalud/#:~:text=La%20feijoa%2C%20conocida%20tambi%C3%A9n%20como,y%20promueven%20la%20salud%20general.>

Izquierdo, I. (27 de 04 de 2024). *infobae*. Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2024/04/28/que-es-la-feijoa-una-frutararapero-riquisima-con-extraordinarios-beneficios-para-la-salud/>

Jiménez , & Carvajal. (2021). *Formulación de mezclas alimenticias con base en leguminosas andinas*. Universidad Nacional de Loja , Loja.

Jimenez. (2021). Uso de endulzantes naturales en la industria alimentaria. *Revista Ciencia y Nutrición*.

Kirk, R. (2013). *Experimental design. Procedures for the behavioral sciences*. Sage.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management*. Pearson.

LA SALLE. (23 de 08 de 2024). *Plataforma de la universidad de LA SALLE*. Obtenido de <https://lasalle.edu.co/es/fejjoa>

Leco. (2025). *Lab Manager*. Obtenido de https://www.labmanager.com/masteringmoisture-analysis-for-superior-quality-control-in-food-science-33093?utm_source=chatgpt.com

Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *QUALITAS*, 1-10. Obtenido de <http://repositorio.unibe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/622/5.%20149-Article%20Text-1452-1-10-20220707.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luna. (2020). *Reología y tecnología de alimentos semisólidos*.

Márquez, C. (04 de mayo de 2023). *Youtopia*. Obtenido de https://youtopiaecuador.com/chocho-suplemento-alimenticio-desnutricioninfantil/?utm_source=chatgpt.com

Mendoza, R. (2020). *Efecto del secado térmico en la estabilidad de papillas infantiles a base de cereales*. ESPOL.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Informe de Rendimientos Objetivos de quinua*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/rendimientos-dequinua-2022>

- Molina, R., & Torres, E. (2019). Composición mineral de frutas tropicales y subtropicales cultivadas en la Sierra Ecuatoriana. págs. 112-120.
- Montgomery, D. (2019). *Diseño y análisis de experimentos*. 9. a ed.
- Murillo, Á., Vega Jiménez, L. E., Rodríguez, D., & Yumisaca Jiménez, S. F. (2023). *Manual No:130 - Manual del Cultivo de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) En Ecuador*. Quito: Quito, EC: INIAP-EESC,2023. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6054>
- Núñez, A. N. (2014). *Determinación del efecto de la temperatura y tipo de envase en el tiempo de vida en anaquel de papillas instantáneas elaboradas a base de papas nativas (Solanum tuberosum ssp.) Variedades Yema de huevo y Santa Rosa*. Ambato.
- OneLab. (16 de 07 de 2024). Para qué sirven las soluciones buffer: importancia en experimentos. Obtenido de <https://www.onelab.com.ar/para-que-sirven-lassoluciones-buffer-importancia-enexperimentos#:~:text=Las%20soluciones%20buffer%20tienen%20aplicaciones,el%20ADN%20y%20las%20prote%C3%ADnas>.
- Ostertagová, E., & Ostertag, O. (s.f.). *Applied statics for engineer and scientists*. Springer.
- Paar, A. (2020). *Anton Paar Certified Service*. Obtenido de https://www.antonpaar.com/es-es/reologia-de-losalimentos/?srsltid=AfmBOoq_LlXqZl5m2ESB0CD1ATaBxoyTLqL1SAC3ztPbqW7HpVZqYHdU
- Peña, L., & Zurita, F. (2021). *Evaluación de la calidad nutricional y funcional de la feijoa (Acca sellowiana) en diferentes etapas de madurez*. UTN.

Peralta, E. (06 de 12 de 2016). *EL CHOCHO EN ECUADOR "ESTADO DE ARTE"*.

Quito. Obtenido de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>

Peralta, E. (2016). *Historia del chocho*. Obtenido de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>

Peralta, Eduardo; Villacrés, Elena; Mazón, Nelson. (2013). *Quinoa, chocho, amaranto*

y ataco valor nutricional y funcional. Quito: Quito, EC: INIAP, Estación

Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos

Andinos, 2013.

Pino Falconí, P. R. (30 de diciembre de 2023). *Polo del Conocimiento*. Obtenido de

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6515/>

Pino, P. R., Zambrano, T. M., Marín, I. M., & Villalva, M. R. (17 de 01 de 2024).

Chocho, quinoa, haba y maíz como materias prima para la elaboración de

harinas. págs. 1-28.

Plantas Ecuador. (2012). *Plantas.ec*. Obtenido de

<https://www.plantas.ec/data/origendistribucionfeijoa.html#:~:text=La%20Feijoa%20tiene%20sus%20ra%C3%ADces%20en%20Am%C3%A9rica%20del,de%20Jo%C3%A3o%20da%20Silva%20Feij%C3%B3%2C%20un%20naturalista%20brasile%C3%B1o.>

POVEDA, J. V. (Abril de 2015). Desarrollo de un complementeó alimenticio proteico

vegetal de alto valor biológico, a partir de la combinación de quinoa

(*Chenopodium quinoa* Wild) y chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet), y su

aceptabilidad en niños pre-escolares, del Jardín Juan Montalvo. Quito,

Pichincha, Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7a992074-545a-4e33->

8192-4e1343d75d82/content

- Quintana, C. (2018). *Trabajo sobre composición química de otros Farinaceos: Chenopodium Quinoa Willd.* Quito. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/393202467/Composicion-de-Quinoa>
- Quishpe, L., & Torres, J. (2022). *Aplicaciones del diseño experimental en la agroindustria.* Quito: Universitaria Andina.
- Ramires, L. (2021). *Interacciones en formulaciones de panificación funcional.* Agrotech.
- Rodriguez, L., Martínez, D., & Viteri, J. (2022). *Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de vitamina C en frutas andinas del Ecuador.* Cuenca.
- Rodríguez, L., Martínez, D., & Viteri, J. (2021). Análisis de la composición física de frutas andinas cultivadas en zonas interandinas. *Ciencia y desarrollo*, págs. 45-52.
- Rojas, J. (2022). *Propiedades funcionales de harinas andinas.* *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, págs. 112-125.
- Rosero, L., Hernández, D. A., & Ortiz, D. P. (26 de 06 de 2020). Propiedades fisicoquímicas y nutricionales en la pre y poscosecha de la guayaba feijoa (*accasellowiana*). págs. 1-12. Obtenido de <https://revistas.cun.edu.co/index.php/hashtag/article/view/810/570>
- Salazar, & Torres. (2022). *Desarrollo de alimentos funcionales con cereales andinos.* Universidad Técnica del Norte .
- Salgado. (2020). *Composición nutricional y formulación de papillas infantiles en base a cereales y leguminosas.* Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2960>

- Salomé, H. V. (2021). *Diseño de una línea de producción de preparaciones de repostería a partir de la feijoa (acca sellowiana) en el cantón Patate*. Ambato. Obtenido de <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/13375/1/UA-ESCL-PDI-004-2021.pdf>
- Sánchez, E. R. (2017). *Elaboración de una barra de suplemento nutricional a base de chocho y quinua*. Quito: Universidad de las Américas. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6713>
- Silva, M. (2024). *Artificial sweeteners in plant-based matrices*.
- Tabachnick, B. (2019). *Using multivariate statistics*. Pearson.
- Tille, P. (2013). Saline Solution 0.85%. Obtenido de <https://lifescienceproduction.co.uk/wp-content/uploads/2024/07/Saline-Solution-0.85-Product-Information-Sheet-SAL-001-PI37.pdf>
- Tipan Calvache, & Pastuña Pastuña. (2020). Tratamientos térmicos aplicados en alimentos infantiles. Ecuador : Revista Agroindustrial del Ecuador.
- UNICEF. (2021). *unicef Ecuador*. Obtenido de <https://www.unicef.org/ecuador/>
- Valiente, D. O. (15 de 11 de 2022). El alcohol sanitario, usos y funciones. Obtenido de <https://www.mevesur.com/blog/noticias/el-alcohol-sanitario-usos-y-funciones?srsId=AfmBOoo1WImAK11sBHRre19OoUePkcNrf7mXxLyXWxEWMH-Ge2OVCw0A>
- Vásquez, C. (2022). *Termodegradación de ácidos orgánicos en Acca sellowiana*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- Vásquez, E. (2023). *Formulación y evaluación de papillas infantiles a base de cereales y frutas andinas*. Ibarra: UTN.

Velasco, & Jácome. (2020). *Desarrollo de papilla nutricional a base de quinua, chocho y frutas andinas para la alimentación infantil*. Quito. Obtenido de

<https://repositorio.uce.edu.ec/handle/25000/22570>

Velasco, A; Jacome, M. (2020). *Desarrollo de papilla nutricional a base de quinua, chocho y frutas andinas para la alimentación infantil*. Quito: UCE.

Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G. (2006). *Usos alternativos del chocho*.

Quito: FUNDACYT. Obtenido de

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>

Zschimmer Schwarz. (2023). *ZSch*. Obtenido de

<https://www.zschimmerschwarz.es/noticias/que-es-la-viscosidad-de-un-fluido-y-como-se-mide/>