

Universidad Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
**Elaboración de quesillo con loroco (*fernaldia pandurata*) marca
Zamorano**

Estudiantes

Jose Daniel Escobar Lopez
Carles Emilio García Rodríguez

Asesores

Ronald Maldonado, Ph.D
Raúl Espinal, Ph.D

Honduras, octubre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora del Departamento de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

| | |
|--|----|
| Índice de Cuadros..... | 5 |
| Índice de Figuras | 6 |
| Índice de Anexos..... | 7 |
| Resumen | 8 |
| Abstract..... | 9 |
| Introducción..... | 10 |
| Materiales y Métodos..... | 12 |
| Localización del Estudio | 12 |
| Fase I. Obtención de los Tratamientos | 12 |
| Elaboración de Quesillo | 12 |
| Diseño Experimental..... | 16 |
| Análisis Sensorial..... | 16 |
| Análisis Físicoquímico | 16 |
| Fase II. Determinación de la Población de Microorganismos..... | 17 |
| Determinación de la Población de Coliformes Totales y E. coli..... | 17 |
| Determinación de Salmonella..... | 17 |
| <i>Determinación de Staphylococcus Aureus</i> | 18 |
| Determinación de Bacterias Aerobias Mesófilas..... | 18 |
| Fase III. Evaluación Sensorial del Quesillo | 19 |
| Fase IV. Análisis Físicoquímicos del quesillo con loroco | 19 |
| Análisis de Proteína..... | 19 |
| Análisis de Humedad..... | 20 |
| Análisis de Ceniza..... | 21 |
| Análisis de Grasa | 21 |

| | |
|---|----|
| Fase V. Análisis Estadístico de los Resultados..... | 22 |
| Resultados y Discusión..... | 23 |
| Fase II. Evaluaciones Microbiológicas | 23 |
| Análisis de Coliformes Totales y <i>E. coli</i> | 23 |
| Análisis de Bacterias Aerobias Mesófilas..... | 24 |
| Análisis de <i>Salmonella spp.</i> | 25 |
| Análisis de <i>Staphylococcus Aureus</i> | 25 |
| Evaluación Sensorial | 26 |
| Fase IV. Caracterización Físicoquímica | 31 |
| Proteína..... | 31 |
| Grasa | 32 |
| Humedad..... | 33 |
| Ceniza..... | 33 |
| Conclusiones | 35 |
| Recomendaciones..... | 36 |
| Referencias..... | 37 |
| Anexos..... | 41 |

Índice de Cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 Descripción de los tratamientos..... | 14 |
| Cuadro 2 Resultados análisis microbiológico de principales agentes patógenos y su límite permitido según el RTCA, 2012 | 25 |
| Cuadro 3 Resultados de la Evaluación Sensorial para Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Aceptación General: | 30 |
| Cuadro 4 Resultados de Prueba de Preferencia | 31 |
| Cuadro 5 Resultados análisis fisicoquímicos de mejores tratamientos según evaluación sensorial.... | 34 |

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo.....15

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo A Boleta utilizada para la evaluación sensorial del Quesillo..... | 41 |
| Anexo B Textura final del quesillo con loroco..... | 42 |

Resumen

En la presente investigación se desarrolló un nuevo producto marca Zamorano, tomando como base el queso de pasta hilada preacidificado tipo quesillo con la incorporación de loroco (*Fernaldia pandurata*), una flor comestible nativa de Centroamérica. El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de diferentes concentraciones de loroco (2%, 3% y 4%), sobre las características microbiológicas, sensoriales y químicas del queso de pasta hilada tipo quesillo. Como queso control se empleó un producto comercial. Los tratamientos con loroco fueron evaluados organolépticamente empleando 100 panelistas tipo consumidor. La evaluación sensorial en la prueba de aceptación determinó que no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) en los atributos sensoriales apariencia, color, olor, textura y aceptación general. En la prueba de preferencia todos los tratamientos fueron igualmente preferidos. El análisis químico demostró que el quesillo con 2% de loroco presentó una consistencia semidura (67.65% HSMG) y graso (48.17% bs); con un contenido de sales minerales del 3.47%. El quesillo control fue similar solo en la consistencia con respecto al TR1 (quesillo con 2% de loroco), presentando diferencias significativas ($p<0.05$) en cuanto a grasa y sales minerales. La investigación demostró que la incorporación del 2% de loroco mejora las propiedades organolépticas en cuanto a sabor, manteniendo comparable el resto de los atributos sensoriales entre todos los tratamientos con respecto al queso control (comercial), lo cual representa un alto potencial al ofrecer un producto inocuo, con alta aceptación y además con alto contenido de grasas y proteínas.

Palabras clave: Análisis fisicoquímico, DNP, evaluación sensorial, producto diferenciado.

Abstract

In the present research, a new product under the Zamorano brand was developed, using pre-acidified stretched-curd cheese (quesillo type) as the base, with the incorporation of loroco (*Fernaldia pandurata*), an edible flower native to Central America. The objective of this study was to analyze the effect of different concentrations of loroco (2%, 3%, and 4%) on the microbiological, sensory, and chemical characteristics of stretched-curd cheese (quesillo type). A commercial product was used as the control cheese. The loroco-containing treatments were evaluated organoleptically by 100 consumer-type panelists. Sensory evaluation through the acceptance test determined that there were no significant differences ($p > 0.05$) in the sensory attributes of appearance, color, odor, texture, and overall acceptance. In the preference test, all treatments were equally preferred. Chemical analysis showed that the quesillo with 2% loroco presented a semi-hard consistency (67.65% HSMG), high fat content (48.17% dry basis), and 3.47% mineral salts. The control quesillo was similar in consistency to TR1 (quesillo with 2% loroco) but showed significant differences ($p \leq 0.05$) in fat and mineral salt content. The research demonstrated that incorporating 2% loroco improves the organoleptic properties in terms of flavor, while maintaining comparable sensory attributes across all treatments with respect to the control (commercial) cheese. This indicates a high potential for offering a safe product with high consumer acceptance, as well as elevated fat and protein content.

Keywords: differentiated product, NPD, sensory evaluation, hysicochemical analysis.

Introducción

El quesillo es un queso fresco que se obtiene por hilado de una masa acidificada, producto intermedio obtenido por coagulación de la leche por medio de cuajo y complementada o no por la acción de bacterias lácticas específicas, de calidad apta para uso alimentario (Pilatti et al., 2019).

La formulación del quesillo involucra diferentes factores los cuales influyen en las características del producto final. Para obtener un producto de calidad se debe determinar la calidad de la leche, la cual posteriormente es descremada y estandarizada, de acuerdo con el porcentaje de grasa deseada en el producto final (Duarte García, 2014).

En cuanto a los factores que se deben de considerar para la diferenciación del producto por su calidad, están la coloración del quesillo que es afectada en gran medida por la cantidad de grasa en la leche. De igual manera, el sabor incide en la calidad de todos los ingredientes utilizados como lo son: la leche, suero, sal común, el tipo de cuajo utilizado, las proporciones utilizadas y el manejo que se proporciona a cada uno de ellos. El sabor ácido debe ser leve o de muy poca percepción por el consumidor (Moncada y Marvin, 2012).

Por otra parte, el uso de ingredientes de origen vegetal, como extractos de plantas o subproductos de frutas y verduras, ha ganado atención en la formulación de los diferentes tipos de queso (Atwaa et al., 2020). Lucera et al. (2018) mencionaron que estos ingredientes no solo aportan propiedades nutricionales adicionales, sino que también pueden mejorar las características sensoriales del queso, como el sabor y el aroma, asimismo podría aumentar el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante que puedan aportar en los quesos, lo que puede traer beneficios para la salud.

El loroco (*Fernaldia pandurata*) es una planta herbácea, que se cultiva principalmente en el Salvador y Guatemala, valorado en la gastronomía local de ambos países (Saeteros Pérez, 2020). Este vegetal se caracteriza por sus flores comestibles, que poseen un sabor distintivo y un aroma que complementa diversos platillos, incluyendo al quesillo, asimismo, las propiedades nutricionales del

loroco son notables; contiene proteínas, vitaminas y minerales que pueden enriquecer el perfil nutricional de los productos lácteos. Además, su contenido en antioxidantes puede contribuir a mejorar la calidad de estos productos, ofreciendo beneficios adicionales para la salud como se ha determinado en otras especies (Frühbauerová et al., 2020).

La incorporación de loroco en la elaboración de queso puede influir de manera positiva en sus características organolépticas, dado que puede aportar un sabor único y un aroma fresco que realza la experiencia sensorial del consumidor. En estudios han revelado que la adición de ingredientes naturales, como extractos de plantas, puede mejorar la textura y la palatabilidad de los quesos (Papagianni et al., 2021). El loroco, al ser un ingrediente natural con aporte nutricional, puede interactuar favorablemente con las proteínas lácteas, mejorando la emulsificación y la untabilidad del producto final (Datir et al., 2023). Además, el loroco puede actuar como un potenciador de sabor, similar a otros ingredientes utilizados en la formulación de quesos, como hierbas y especias (Mohichehra et al., 2024). Por lo tanto, su inclusión no solo podría diversificar el perfil de sabor, sino que también puede aumentar el atractivo del producto en el mercado, especialmente entre consumidores que buscan opciones más saludables y con ingredientes naturales (Cáceres y Cruz, 2019).

Los objetivos de la presente investigación fueron evaluar el efecto de la incorporación de diferentes concentraciones de loroco (*F. pandurata*) sobre las características microbiológicas, sensoriales y fisicoquímicas del queso de pasta hilada preacidificado tipo queso.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

El loroco fue adquirido a través de la empresa Fernaldia Exportaciones, la cual está ubicada en El Salvador. Es reconocida a nivel nacional e internacional por exportar loroco fresco de El Salvador hacia Estados Unidos. Esta empresa no solo exporta, sino que también tiene áreas productivas, las cuales se ubican en Tecoluca, San Vicente. Cuenta con una elevación de 270 msnm. Luego de ser cosechado no pasa por ningún proceso de conservación.

La leche utilizada en este producto fue obtenida de la unidad de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en el valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras, con una altitud de 800 msnm. La leche fue transportada a la planta de lácteos de Zamorano, ubicada en el km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, valle del Yeguaré municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Una vez en planta, es filtrada, estandarizada a 2.5% de grasa y pasteurizada a 63 °C durante 30 minutos.

El desarrollo del quesillo se llevó a cabo en el laboratorio de la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana. La evaluación organoléptica fue realizada en el laboratorio de análisis sensorial de la planta de innovación de alimentos (PIA). Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ).

Fase I. Obtención de los Tratamientos

Elaboración de Quesillo

En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración del quesillo con incorporación del loroco y en el cuadro 1 se muestra los tratamientos con los que se realizaron. La leche cruda se recibe a una temperatura de 4 °C. La leche fue luego filtrada y estandarizada al 2.5% de grasa.

Seguidamente se procedió con la pasteurización de la leche, la cual se realizó a una temperatura de 63 °C durante 30 minutos, lo que quiere decir que fue una pasteurización LTLT (Low

temperature Long time). Una vez pasteurizada, se redujo su temperatura a 5 °C para su refrigeración y conservación.

Con la leche pasteurizada se inicia el proceso de elaboración del quesillo. La leche es bombeada a la marmita para alcanzar una temperatura de 32 °C. Se inicia la coagulación ácido/enzimática de la leche adicionando la renina (CHY-MAX EXTRA), dejando actuar la enzima por 10 minutos. Después de que el tiempo transcurriera, se adicionó la solución de ácido cítrico con una concentración de 200 grados dornic (18 g de ácido cítrico en 800 ml de agua), la cual se añadió de forma lenta y constante, ya que, de esta forma se logra una homogeneización de la solución y la leche. Finalizada la incorporación del ácido y posterior corte de la cuajada, se inicia el desuerado para luego pasar al proceso de fundido, estirado y amasado de la cuajada preacidificada.

Mientras se desuera la cuajada, se inicia el proceso de desinfección y escaldado de loroco. La desinfección se realizó con compuestos clorados, en los cuales se ha documentado el efecto de soluciones de hipoclorito para eliminar microorganismos en la superficie de frutas y hortalizas. De manera general se usan en concentraciones entre 50 y 200 ppm durante 1 o 2 minutos (Saeteros Pérez, 2020). Con el tratamiento anteriormente señalado, se consigue una reducción de la carga microbiana de entre 1 y 2 Log UFC/cm² (Dirección regional de inocuidad de los Alimetos, 2021).

Al culminar la desinfección, se comienza el escaldo del loroco, el cual se realizó a una temperatura de 90 °C por un tiempo de dos minutos. Una vez finalizado el proceso de desinfección y escaldado, se continuó con el hilado del quesillo y la incorporación del loroco.

El hilado consiste en un tratamiento térmico que tiene como objetivo alinear las fibras de proteínas con las grasas, en un proceso de fundición, estirado y amasado. En otras palabras, consiste en el calentamiento de la cuajada mientras que está sometida a movimientos que la amasan estirándola y comprimiéndola. Todo el proceso de cocción fue llevado a cabo en una marmita a la cual se le agregó la cuajada ya desuerada y se le adicionó 15 g de sal antes de comenzar el proceso de hilado. El tiempo promedio empleado en esta etapa de hilado es de 25 minutos y la temperatura

promedio alcanzada al final del hilado del queso fue de 77 °C, oscilando entre 70 °C y 84 °C. Para poder obtener la textura y consistencia deseada en el transcurso del hilado, se adiciona el Loroco previamente desinfectado y escaldado para poder tener una mezcla homogénea. Por último, se transfirió el producto hilado en moldes y se dejó enfriando durante 24 horas a 4 °C.

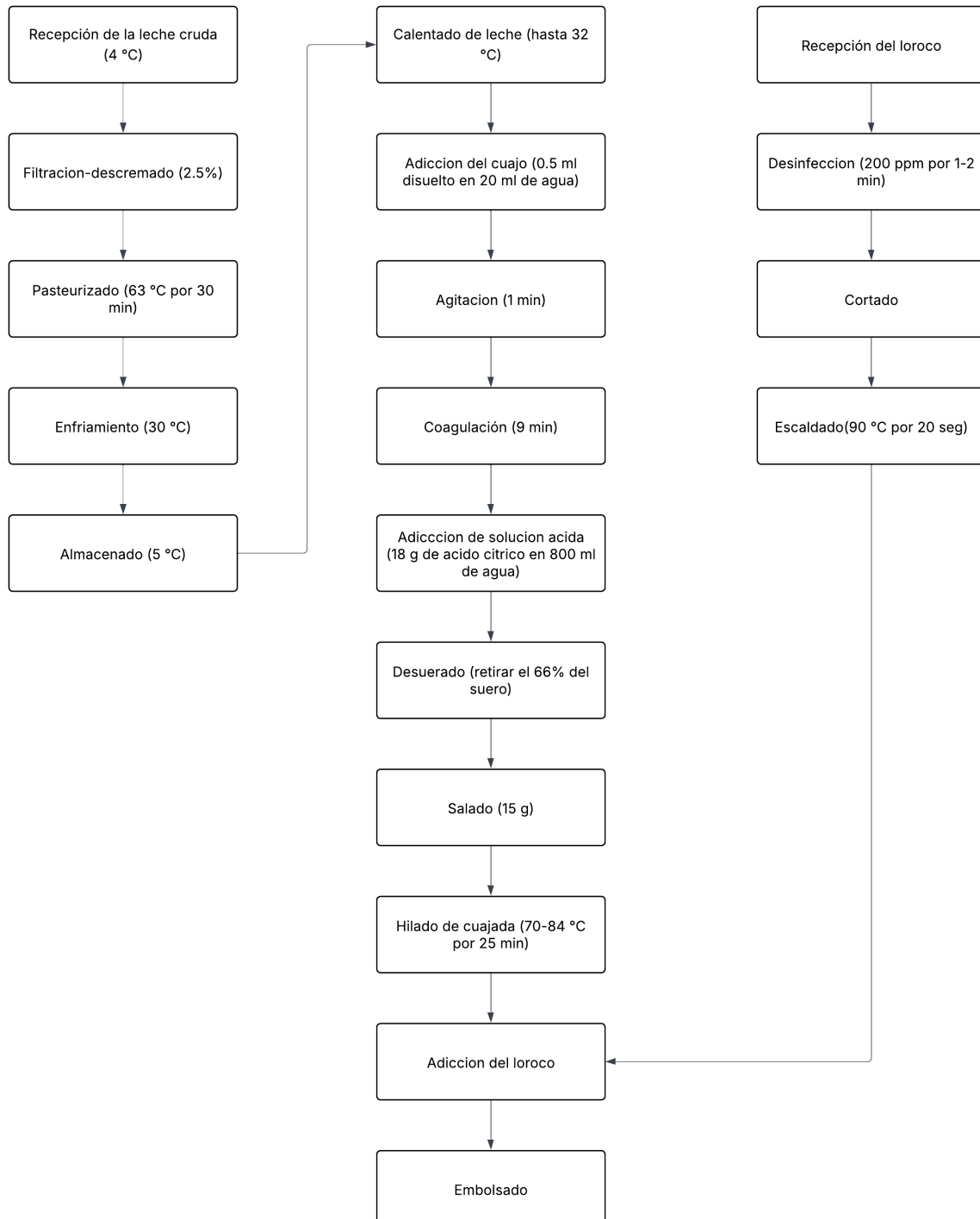
Cuadro 1

Descripción de los tratamientos

| Tratamientos | Porcentaje de loroco Adicionado |
|--------------|---------------------------------|
| Control | (Producto comercial) |
| TR1 | (2% de loroco) |
| TR2 | (3% de loroco) |
| TR3 | (4% de loroco) |

Figura 1

Diagrama de flujo



Diseño Experimental

El propósito de esta fase de investigación fue determinar el efecto de la incorporación del Loroco sobre la población de microorganismos del queso. El estudio se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un control (queso con Loroco) más tres tratamientos (2%, 3% y 4%), con tres repeticiones para obtener un total de 12 unidades experimentales. Se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para evaluar si existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados y evaluar la aceptabilidad sensorial del producto. De igual manera se les aplicó una prueba de comparaciones múltiples de Duncan a un nivel de significancia del 0.05.

Análisis Sensorial

El objetivo de esta fase de la investigación fue analizar el efecto de la incorporación de tres concentraciones de Loroco (2%, 3% y 4%) sobre la aceptación de los atributos sensoriales del queso en una población de 100 panelistas no entrenados. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques al azar (BCA) en donde las concentraciones de Loroco representan los tratamientos y los panelistas como los bloques para obtener un total de 100 unidades experimentales. Adicionalmente, se evaluó la preferencia entre los tres tratamientos con Loroco y su comparación con el queso comercial (tratamiento control). Para el análisis de datos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para evaluar si existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados y evaluar la aceptabilidad sensorial del producto. De igual manera se les aplicó una prueba de comparaciones múltiples de Duncan a un nivel de significancia del 0.05.

Análisis Fisicoquímico

El propósito de esta fase de investigación fue determinar el efecto de la incorporación de 2% de loroco sobre las características fisicoquímicas del queso y su comparación con el queso control (comercial).

Fase II. Determinación de la Población de Microorganismos

Con el análisis microbiológico en las muestras del queso con loroco en tres diferentes concentraciones, se verificó la inocuidad microbiológica a través de los análisis de mesófilos aerobios, coliformes totales, *E. Coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* de los tres tratamientos evaluados previos al análisis sensorial. Se tomaron en cuenta las recomendaciones emitidas por la norma salvadoreña.

Determinación de la Población de Coliformes Totales y E. coli

Para las muestras de queso, se agregaron 90 ml de solución buffer fosfato a 10 g de muestra del alimento. Posteriormente, se llevó al equipo Stomacher® (SEWARD 400 circulator) durante 60 segundos con el fin de lograr una buena homogenización. Luego, con una pipeta, se tomó 1 ml de la mezcla homogenizada y se transfirió a un tubo que contenía 10 ml de buffer fosfato. La muestra se homogenizó en un vórtex (Weber Scientific® BV1000) por 7 segundos luego, se tomó nuevamente 1 ml que se transfirió al siguiente tubo con buffer fosfato. Este procedimiento se repitió hasta obtener dos diluciones.

Posteriormente, se sembraron 1 ml de cada dilución en placas individuales. Para ello, se aplicó el método de vaciado en placa utilizando 15 ml de Agar Bilis Rojo Violeta y ABRV-MUG. Las placas se incubaron a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ (Thermo Scientific® 6850) durante 24 horas. Cumplido este tiempo (24 ± 2 horas), se efectuó el recuento de coliformes totales con un contador de colonias. Finalmente, se realizó el recuento de *E. coli* empleando una lámpara UV (Spectroline® UV USNF 365/254 nm).

Determinación de Salmonella

Para las muestras de queso se realizó un preenriquecimiento, donde se agregaron 225 ml de Agua Peptonada Bufferada (BPW) a 25 g de muestra dentro de bolsas esterilizadas. Luego las muestras de *Salmonella* fueron llevadas a incubar a $35 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Thermo Scientific® 6850) por un rango de 18 a 24 horas. Transcurrido este tiempo, se procedió al enriquecimiento selectivo en caldo en el cual se transfirió 1 ml de preenriquecido a 10 ml de caldo Rappaport-Vissiliadis (RV) y 1 ml a 10 ml de

caldo Tetrionato (TT), y se llevó a incubar a 35 ± 2 °C durante 24 horas. Después de las 24 horas se realizó el aislamiento diferencial en agar el cual consiste en homogenizar los tubos de caldo Rappaport-Vissiliadis (RV) y Tetrionato (TT) y sembrar por la técnica Frobisher agregando 1 ml a cada placa de XLD (Xilosa lisina Desoxicolato) Agar sulfito bismuto (SB) Agar Hektoen (HE).

Determinación de Staphylococcus Aureus

Para las muestras de queso, se realizó una homogenización del producto con 90 ml de agua peptonada estéril, para dicho procedimiento se llevó al equipo Stomacher® (SEWARD 400 circulator) durante 60 segundos con el fin de lograr una buena homogenización. Seguidamente, se tomó 1 ml y se transfirió a otro tubo, dicha dilución fue homogenizada en un vórtex (Weber Scientific® BV1000) por siete segundos luego, se tomó nuevamente 1 ml que se trasladó a otro tubo y se repitió el proceso para obtener la segunda dilución utilizada.

Seguidamente a esto, se inocularon 0.1 ml (100 µL) de cada dilución, en placas Petri preparadas con 15 ml de medio de cultivo Baird Parker Agar (BPA). Esta siembra se realizó por medio de la técnica de siembra en superficie con una espátula de Diagralski previamente esterilizada.

Determinación de Bacterias Aerobias Mesófilas

Para la determinación de bacterias aerobias mesófilas de queso, se realizó la homogenización del producto con 90 ml de agua peptonada estéril, para dicho procedimiento se llevó al equipo Stomacher® (SEWARD 400 circulator) durante 60 segundos con el fin de lograr una buena homogenización. Seguidamente, se tomó 1 ml y se transfirió a otro tubo, dicha dilución fue homogenizada en un vórtex (Weber Scientific® BV1000) por siete segundos. Luego, se tomó nuevamente 1 ml que se trasladó a otro tubo y se repitió el proceso para obtener la segunda dilución utilizada.

Posterior a esto, se sembró 0.1 ml (100 µL) de cada dilución, en placas Petri preparadas con 15 ml de medio de cultivo Agar Cuenta Estándar (ACE), esta inoculación se realizó por medio de la técnica de siembra en superficie con una espátula de Diagralski previamente esterilizada.

Fase III. Evaluación Sensorial del Quesillo

La evaluación sensorial afectiva se llevó a cabo mediante una prueba de aceptación empleando 100 panelistas no entrenados. A cada participante se le proporcionó una boleta con instrucciones detalladas para poder obtener una valoración adecuada para las muestras (Anexo A). Estas fueron codificadas con números de tres dígitos completamente al azar y presentadas a los panelistas en platos. A cada panelista se le presentaron cuatro muestras en un orden aleatorio. Los atributos que fueron evaluados por cada panelista fueron los siguientes: apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general. Para la evaluación sensorial, se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, donde 1 representó “me disgusta mucho”, 5 “ni me gusta ni me disgusta”, y por último 9 “me gusta mucho”.

De igual forma se les pidió a los panelistas ordenar las muestras según su preferencia, asignando un valor de 1 a la más preferida y 4 a la de menor preferencia, teniendo en cuenta que los panelistas no tuvieron la posibilidad de asignar empates.

Fase IV. Análisis Físicoquímicos del queso con loroco

Análisis de Proteína

Para el análisis de proteína se realizó por el método AOAC 2001.11. Este consistió utilizar el método Kjeldahl, el cual determina el nitrógeno orgánico por medio de tres etapas: digestión con ácido sulfúrico, destilación de amoníaco y por último, la titulación con ácido clorhídrico.

Etapa 1. Digestión.

Antes de comenzar con la digestión, se llevó a cabo el encendido del digestor y se precalentó a 420 °C. Después de realizar este paso, se pesaron 0.25 g de muestra previamente homogenizada sobre papel parafina bajo en nitrógeno, por triplicado de cada muestra. Cada muestra se envolvió cuidadosamente y se transfirió a un tubo de digestión previamente enumerado, al cual se le agregaron dos tabletas catalizadoras. Con precaución y uso del equipo de protección personal, se añadieron 15 ml de ácido sulfúrico, el cual fue vertido con un dispensador calibrado. Los tubos se colocaron en la

rejilla del digestor y se cubrieron con el exhaustor, abriendo la válvula de agua al máximo. Seguidamente se bajó la rejilla con los tubos al digestor y se redujo el flujo de agua después de 15 minutos. La digestión tuvo una duración de 60 minutos, hasta que las muestras adquirieron un color verde. Después del tiempo transcurrido, los tubos fueron retirados hasta que se enfriaron en un soporte y se cubrieron con papel aluminio para minimizar la volatilización de nitrógeno.

Etapa 2. Destilación del Nitrógeno Total.

Después del enfriamiento se llevó a cabo la segunda etapa, la cual consiste en la destilación. Esta se realizó introduciendo cada tubo en el destilador con ayuda de pinzas y colocando un matraz Erlenmeyer de 300 ml en el equipo. Seguidamente se procedió a programar el equipo.

Etapa 3. Titulación.

Como último paso, se realizó la titulación volumétrica del nitrógeno recogido (Ecuación 1 y 2), cargando la bureta con 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N. Posteriormente, se introdujo una barra agitadora en el matraz Erlenmeyer y se colocó sobre el agitador magnético. Finalmente, se encendió el equipo para asegurar una mezcla homogénea y constante en el proceso de titulación.

$$\%N = NHCL * \frac{\text{Volumen de acido corregido}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * \frac{14 \text{ g}}{\text{mol}} * 100 \quad [1]$$

$$\% \text{ Proteina} = \%N * 6.38 \quad [2]$$

Análisis de Humedad

Para el análisis de humedad se realizó por triplicado utilizando un horno con una temperatura de 105 °C durante 24 horas. Para poder iniciar con el análisis, se prepararon los crisoles colocándolos en el horno para que estos estuvieran completamente secos. Después de esto se pesó y se registró su numeración para luego identificarlo junto con su peso. Seguidamente se pesaron 3 g de muestra de queso húmedo y se anotó el peso de la muestra más el del crisol. Al finalizar las 24 horas en el horno, se retiró el crisol y se dejó en el desecador hasta que este alcanzara la temperatura ideal de 25 °C. Una vez se alcanzó la temperatura, se pesó nuevamente hasta llegar a un peso constante y se registró el peso final de la muestra. Por último, se realizó el cálculo de humedad con la Ecuación 3.

$$\% \text{Humedad} = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso de crisol} + \text{Materia seco})}{(\text{peso de la muestra})} (100) \quad [3]$$

Análisis de Ceniza

El análisis de cenizas se realizó por triplicado. Antes de comenzar con el análisis, los crisoles fueron previamente lavados e identificados en la parte inferior con lápiz grafito y se dejaron secar en el horno durante toda la noche para eliminar por completo la humedad. Una vez listos, estos fueron colocados en la báscula manipulándolos únicamente con pinzas para evitar interferencias. Seguidamente se pesaron 3 g de muestra y se registró el peso exacto. Los crisoles con la muestra fueron introducidos en el incinerador a 550 °C durante al menos seis horas, hasta obtener una ceniza de color gris claro. Luego, se apagó el incinerador y se dejó enfriar hasta que alcanzara una temperatura ideal por debajo de 100 °C. De igual forma, los crisoles se retiraron y se enfriaron en el desecador hasta alcanzar los 25 °C, al llegar a la temperatura ideal, se pesaron nuevamente con la muestra ya incinerada. El porcentaje de cenizas fue calculado utilizando la siguiente Ecuación 4:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(\text{cenizas}) * 100}{(\text{Muestra humeda})} \quad [4]$$

Análisis de Grasa

Para el análisis de grasa se utilizó un butirómetro con escala de 0 - 50% provisto de tapón, al que se le adicionaron 9 g de queso finamente troceado. Seguidamente, se le agregó 17.5 ml de ácido sulfúrico. Posteriormente, el butirómetro se sometió a agitación durante un minuto. y se colocaron en la centrifuga por cinco minutos. Una vez detenida la centrifuga, se agregó agua 60 °C hasta el nivel del cuello del butirómetro y se centrifugó durante dos minutos. Al finalizar el tiempo se añadió agua a 60 °C nuevamente hasta alcanzar la marca de 50 en el butirómetro y se centrifugó nuevamente por un minuto más. Finalmente, se observó que la grasa de color amarillento se desplazó hacia la parte superior del butirómetro, realizándose la lectura entre la parte superior e inferior de los meniscos de la columna, con la escala previamente graduada para expresar el resultado en porcentaje de grasa del queso.

Fase V. Análisis Estadístico de los Resultados

A los datos obtenidos del análisis organoléptico, se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) basado en un diseño de bloques completamente aleatorizado, para evaluar si existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados y evaluar la aceptabilidad sensorial del producto. Los panelistas constituyeron los bloques, dado que representan la unidad de control que prueban todas las muestras o tratamientos.

A los atributos sensoriales que tuvieron diferencias significativas, se les aplicó una prueba de comparaciones múltiples de Duncan a un nivel de significancia del 0.05, para poder identificar los tratamientos con mejor valoración según las características deseadas. Todos los análisis estadísticos, se realizaron utilizando el programa SAS (en inglés Statistical Analysis System).

A los resultados obtenidos del ordenamiento de rangos, según el grado de preferencia, se les aplicó una suma de rangos y luego la diferencia de rangos entre tratamientos. Con la diferencia de rangos obtenidas en su valor absoluto, se compara con el punto crítico ($p \leq 0.05$) de acuerdo con lo señalado por Basker y Kramer (Liria, 2007).

A los datos obtenidos de la caracterización fisicoquímica, se les realizó una prueba de contrastación de hipótesis por diferencia de medias (t'student), para checar si existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre el tratamiento escogido o TR1 con respecto al tratamiento control comercial.

Resultados y Discusión

Fase II. Evaluaciones Microbiológicas

En el Cuadro 1, se presenta la población de microorganismo para coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella*, bacterias mesófilas aerobias y *Staphylococcus aureus* expresadas en UFC/g. El desarrollo de productos alimenticios implica diferentes factores, los cuales deben de ofrecer productos de calidad y con valores nutritivos que beneficien al consumidor. Del mismo modo, es crucial garantizar la inocuidad y la ausencia de cualquier tipo de peligro físico, químico o microbiológico para los consumidores. Por esta razón, se deben seguir las normativas alimentarias designadas para los diferentes productos. En Centroamérica existe un reglamento que establece los límites críticos para los principales microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por los alimentos, el cual ha sido desarrollado por los sectores de salud y agricultura de cada país, tomando de referencia el CODEX ALIMENTARIUS (Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, 2012). El cumplimiento de estas normativas es crucial para mantener la confianza del consumidor y proteger la salud pública, dado que la presencia de patógenos en alimentos puede causar enfermedades graves (Leiva, 2025).

Análisis de Coliformes Totales y *E. coli*

La evaluación microbiológica de *E. coli* y coliformes totales constituye un aspecto fundamental en el desarrollo de productos alimenticios, dado que estos microorganismos se encuentran entre los principales indicadores de contaminación fecal y deficiencias en las prácticas de higiene. Como se muestra en el Cuadro 2, los conteos de coliformes totales y *E. coli* se mantuvieron por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente (Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, 2012)

Los resultados obtenidos bajo los criterios del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08, indican que todos los tratamientos cumplieron con la norma establecida para estos microorganismos indicadores.

La ausencia de coliformes totales y *E. coli*, se explica por el hecho de que la leche empleada como materia prima para la elaboración del queso, fue sometida a un tratamiento térmico de pasteurización. Temperaturas de 63 °C por 30 minutos son suficientes para eliminar estos microorganismos indicadores. Adicionalmente, con la implementación de buenas prácticas de manufactura durante la fabricación del queso, fue garantizada la inocuidad microbiológica del producto final.

Cabe recalcar que en estudios como el de León et al. (2018), reportaron que estos microorganismos son responsables de hasta el 40% de los casos de diarrea en niños menores de cinco años, en países en vías de desarrollo. Lo que evidencia la importancia de la ausencia de estos microorganismos indicadores antes de realizar evaluaciones sensoriales o degustaciones de este.

Análisis de Bacterias Aerobias Mesófilas

El conteo de bacterias aerobias mesófilas se mantuvo significativamente por debajo del límite máximo establecido por la normativa vigente (Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, 2012). Este resultado evidenció un adecuado manejo de la leche utilizada y la correcta aplicación del tratamiento térmico de pasteurización, de las buenas prácticas de manufactura durante la elaboración del producto, lo que aseguró las condiciones microbiológicas favorables.

Altos conteos de las bacterias aerobias mesófilas se asocian directamente con la contaminación de la leche y con deficiencias en su manipulación. En conjunto, su conteo refleja el nivel de salubridad de la materia prima y permite determinar la calidad higiénica de su procesamiento (Lopez y Pérez, 2019).

Análisis de *Salmonella spp.*

Los tratamientos evaluados mostraron ausencia de *Salmonella spp.* (Cuadro 2). Esto permitió determinar un adecuado manejo de la materia prima y producto terminado, así como también unas correctas prácticas higiénicas, condiciones ambientales, higiene y saneamiento de equipos y personal durante la obtención de los tratamientos. El análisis de *Salmonella spp.* constituye un aspecto crítico en la elaboración de productos alimenticios, ya que, gracias a su gran diversidad de cepas y amplio espectro de condiciones a las que puede sobrevivir, es reconocida como uno de los principales causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (Soto Varela et al., 2016). La transmisión ocurre principalmente por la ingesta de alimentos contaminados, lo que convierte su control en un requisito esencial para garantizar la inocuidad de los alimentos (Pilamunga Quishpe y Martínez, 2020).

Análisis de *Staphylococcus Aureus*

Los tratamientos evaluados mostraron conteos menores a 10 UFC/g de *Staphylococcus aureus* (Cuadro 2), valores que se encuentran dentro de los límites permitidos por el Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad (2012). El análisis de este microorganismo es de gran relevancia en la industria alimentaria, ya que su presencia puede derivar en la producción de enterotoxinas capaces de causar intoxicación alimentaria estafilocócica, la cual es considerada una de las principales enfermedades alimentarias a nivel mundial.

Cuadro 2

Resultados análisis microbiológico de principales agentes patógenos y su límite permitido según el Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad .

| Muestra | Coliformes totales (UFC/g) | <i>E. coli</i> (UFC/g) | Bacterias aerobias mesófilas (UFC/g) | <i>Salmonella spp.</i> (UFC/g) | <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) |
|---------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| TR1 | <10 | Ausencia | <10 | Ausencia | <10 |
| TR2 | <10 | Ausencia | <10 | Ausencia | <10 |
| TR3 | <10 | Ausencia | <10 | Ausencia | <10 |

| Muestra | Coliformes totales (UFC/g) | <i>E. coli</i> (UFC/g) | Bacterias aerobias mesófilas (UFC/g) | <i>Salmonella spp.</i> (UFC/g) | <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Límite permitido (UFC/g) | 10 ² | Ausencia | 10 ³ | Ausencia | 10 ² |

Nota. TR1=Quesillo con 2% de loroco; TR2= Quesillo con 3% de loroco, TR3= Quesillo con 4% de loroco. UFC: unidades formadoras de colonias

Evaluación Sensorial

Se obtuvieron valores promedio con un mínimo de 6.06 y valor máximo de 7.34 en la escala hedónica en la evaluación sensorial. Por lo tanto, se comprobó que existió un buen nivel de aceptación por parte de los panelistas a lo largo de todos los tratamientos. A su vez, se obtuvieron comentarios en las boletas de evaluación con buen nivel de aceptación. Habiendo obtenido resultados positivos se puede inferir que el desarrollo del quesillo con adición de loroco marca Zamorano es viable, ya que se mantuvo un buen nivel de aceptación general, incluso con la adición de este ingrediente.

Apariencia.

El análisis de apariencia demostró que todos los quesillos obtuvieron evaluaciones favorables dentro de la escala hedónica, con promedios que oscilaron entre 6.06 y 7.34, valores que corresponden a percepciones consideradas positivas dentro de esta escala. Hubo diferencias significativas entre los tratamientos siendo el control el grupo A, el TR1 y TR2 grupo B y por último el TR3 grupo C. El quesillo comercial obtuvo una valoración promedio de “me gusta moderadamente”, lo que refleja una clara preferencia por su apariencia. Sin embargo, los tratamientos con inclusión al 2% y 3% también fueron bien evaluados, con promedios de 6.72 y 6.76 respectivamente. Incluso el tratamiento con mayor inclusión de loroco (4%) mantuvo una aceptación positiva dentro de la escala.

Un estudio llevado a cabo por Martínez Moreno et al. (2009) logró identificar que la apariencia es un factor decisivo en la primera impresión de un consumidor, y los resultados sugieren que, a medida que la cantidad de loroco aumentaba, la apariencia del quesillo se vio afectada negativamente. Del mismo modo, Arroyo et al. (2021) demostró que un factor de rechazo muy

importante en la compra de un determinado producto es la “calidad visual” que este presenta hacia el consumidor.

Estos resultados demuestran que la apariencia de todos los quesillos, tanto el control como los elaborados con diferentes porcentajes de loroco, fueron percibidos como aceptables por los panelistas tipo consumidor. La ligera ventaja del control podría estar asociada al nivel de estandarización que la marca comercial posee en sus procesos y al uso de equipos y maquinaria especializada, en comparación con los procesos semi artesanales desarrollados en el presente estudio. No obstante, la inclusión de loroco no generó rechazo y mantuvo una valoración aceptable.

Color.

El análisis del atributo color reflejó una percepción positiva por parte de los panelistas en todos los tratamientos, ya que se obtuvieron promedios representados desde valoraciones como “me gusta poco” hasta “me gusta moderadamente”. El quesillo comercial obtuvo nuevamente la media más alta (7.09), seguido de los tratamientos con 2% y 3% de inclusión de loroco. Si hubo diferencias significativas ya que se formaron 2 grupos en los que se encontraron el Control, TR1 Y TR2 en el grupo A y el TR3 se encontró en el grupo B.

Estos hallazgos son cruciales, ya que el color es uno de los primeros atributos que el consumidor percibe y que influye en su decisión de compra (Álvarez, 2011). Del mismo modo, estos resultados concuerdan con lo establecido por Ramírez y Vélez (2012), quienes mencionan que una coloración blanco cremoso es esperado en un queso elástico para poder obtener una buena aceptación por sus consumidores.

Estos resultados evidencian que la inclusión de loroco no afectó de manera negativa la percepción general del color del producto, ya que incluso el tratamiento con menor calificación mantuvo un nivel de aceptación que puede considerarse favorable dentro de la escala sensorial empleada.

Olor.

En el atributo olor, los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.05$) entre tratamientos. Las medias obtenidas se encontraron entre 6.48 y 6.71, valores correspondiendo a percepciones positivas dentro de la escala hedónica. Esto sugiere que tanto el quesillo comercial como los elaborados con diferentes concentraciones de loroco fueron igualmente aceptados.

Un estudio llevado a cabo en Zamorano por Padilla Miranda (2002) demostró que alrededor de un 97% de la población de panelistas encuestados se sentían atraídos por comprar un queso crema con adición de loroco y que los principales motivos fueron su sabor y apariencia, incluyendo el olor de este. Además, el olor del loroco, que es una hierba de aroma distintivo, se integró bien en la matriz del quesillo sin generar un impacto negativo que lo diferenciara del producto control.

Este resultado es importante para el desarrollo de productos, ya que el aroma es un factor clave en la aceptación del consumidor y, en este caso, se logró mantener un perfil aromático aceptable y consistente en todas las formulaciones. La ausencia de diferencias en la percepción del olor demuestra que la adición de loroco, en los niveles evaluados, no generó un efecto adverso ni alteró la aceptación sensorial de este atributo.

Textura.

El atributo de textura también recibió evaluaciones favorables, con medias entre 6.56 y 7.17 en la escala hedónica. En este caso, la textura del quesillo comercial no demostró diferencias estadísticas significativas ($p = 0.05$) entre el tratamiento con 2% de inclusión de loroco. Del mismo modo, no se encontraron diferencias entre los tratamientos con inclusión del 3 y 4% de loroco.

Este atributo pudo haber sido intervenido no únicamente por la adición del loroco al quesillo, sino también por el proceso que se siguió para su elaboración y cómo este influyó en características del producto final como dureza, elasticidad, grado de humedad en la superficie, entre otras.

Los resultados mostraron que la inclusión de loroco, particularmente en bajas concentraciones, no altera de forma negativa la percepción de la textura del producto (Anexo B). Al

contrario, la cercanía en las calificaciones entre tratamientos indica que la textura del quesillo se mantuvo atractiva para los panelistas.

Sabor.

En la evaluación de sabor se observaron resultados favorables sobre la escala hedónica para el atributo sensorial sabor. En este atributo se destacó el tratamiento con 2% de inclusión de loroco, que obtuvo la media más alta (7.29). Luego, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con 3 y 4% de inclusión de loroco formaron grupos homogéneos sin diferencias estadísticas significativas ($p = 0.05$) entre ellos.

De acuerdo con Novoa Castro y López Ortiz (2008), el contenido de grasa en productos lácteos es determinante en la percepción del sabor, lo que explica en parte la diferencia observada entre los quesillos desarrollados y el control comercial, cuyo contenido graso era distinto. Asimismo, Arroyo et al. (2021) señalan que el loroco, como hierba aromática propia de El Salvador y Guatemala, aporta un perfil sensorial distintivo.

En este sentido, la inclusión en bajas concentraciones pudo haber generado una complejidad gustativa atractiva para los panelistas. Es decir, que la adición de este ingrediente enriqueció el perfil de sabor del quesillo. Estos resultados sugieren que la incorporación de loroco no solo mantiene, sino que también mejora el atributo de sabor en las formulaciones evaluadas.

Aceptación General.

Finalmente, los resultados conforme a la aceptación general mostraron una percepción positiva en todos los tratamientos y no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 3). Esto indicó que, independientemente del nivel de inclusión de loroco, los quesillos fueron aceptados por los panelistas, ubicándose en valoraciones “me gusta moderadamente” y “me gusta poco”.

De acuerdo con González et al. (2014), en estudios de desarrollo de nuevos productos, la ausencia de diferencias significativas en la aceptación general se interpreta como un resultado

favorable, ya que evidencia que las nuevas formulaciones son competitivas frente a productos comerciales ya posicionados en el mercado.

En conclusión, la aceptación general de los quesillos elaborados con diferentes porcentajes de loroco confirma la viabilidad de su desarrollo, puesto que todos los tratamientos alcanzaron niveles de aceptación satisfactorios.

Cuadro 3

Resultados de la Evaluación Sensorial para Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor,

Aceptación General:

| Descripción | Apariencia Media \pm D.E. | Color Media \pm D.E. | Olor Media \pm D.E. | Textura Media \pm D.E. | Sabor Media \pm D.E. | Aceptación General Media \pm D.E. |
|--------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| CTL | 7.34 \pm 1.37 ^A | 7.09 \pm 1.50 ^A | 6.48 \pm 1.65 ^A | 7.17 \pm 1.44 ^A | 6.67 \pm 1.92 ^B | 6.69 \pm 1.80 ^A |
| TR1 | 6.72 \pm 1.50 ^B | 7.00 \pm 1.35 ^A | 6.67 \pm 1.36 ^A | 6.83 \pm 1.77 ^{AB} | 7.29 \pm 1.54 ^A | 7.15 \pm 1.41 ^A |
| TR2 | 6.76 \pm 1.64 ^B | 6.95 \pm 1.34 ^A | 6.71 \pm 1.47 ^A | 6.56 \pm 1.78 ^B | 6.97 \pm 1.88 ^{AB} | 6.95 \pm 1.56 ^A |
| TR3 | 6.06 \pm 1.79 ^C | 6.47 \pm 1.53 ^B | 6.69 \pm 1.56 ^A | 6.64 \pm 1.67 ^B | 7.05 \pm 1.76 ^A | 6.93 \pm 1.40 ^A |
| Probabilidad | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.2247 |
| CV (%) * | 24.55 | 21.15 | 22.88 | 24.76 | 26.38 | 22.38 |

Nota. CTL: Control, TR1=Quesillo con 2% de loroco; TR2= Quesillo con 3% de loroco, TR3= Quesillo con 4% de loroco. CV (%): Coeficiente de variación, D.E: Desviación estándar. Los superíndices en letras mayúsculas representan una separación de medias Duncan ($p \leq 0.05$) en cada columna.

Prueba de Preferencia.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de la suma de la diferencia de rangos en la prueba de preferencia por ordenamiento. En la prueba de preferencia se logró determinar que todos los tratamientos fueron igualmente preferidos, ya que la suma de la diferencia de rangos entre los tratamientos, estuvieron debajo del “valor crítico de diferencia entre suma de categorías” (valor crítico = 47) de Basker y Kramer (Liria, 2007). Esto confirma la viabilidad de adicionar la flor de loroco al quesillo Zamorano entre 2 y 4% sin que afecte su grado de preferencia con respecto al quesillo comercial con loroco.

Cuadro 4

Resultados de Prueba de Preferencia

| Tratamientos | | CTL | TR1 | TR2 | TR3 |
|--------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Suma de categoría | 258 | 229 | 264 | 249 |
| CTL | 258 | 0 | 29 | -6 | 9 |
| TR1 | 229 | -29 | 0 | -35 | -20 |
| TR2 | 264 | 6 | 35 | 0 | 15 |
| TR3 | 249 | -9 | 20 | -15 | 0 |

Nota. CTL: Control, TR1=Quesillo con 2% de loroco; TR2= Quesillo con 3% de loroco, TR3= Quesillo con 4% de loroco. Valor crítico por Tabla de Prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”, 47. Si el valor absoluto de suma de categorías es menor, no hay diferencia y los productos comparados son igualmente preferidos. Si el valor absoluto de suma de categorías es mayor, hay diferencia y los productos comparados son diferentes en preferencia.

Fase IV. Caracterización Físicoquímica

En el Cuadro 5, se muestran los resultados del análisis físicoquímico (humedad, grasa, proteínas y cenizas) en el tratamiento TR1 con 2% de loroco y el tratamiento control. Ambos tratamientos fueron los que obtuvieron los mejores valores en el análisis sensorial.

Proteína

El promedio de la proporción de proteínas encontrada en el quesillo TR1 y el control fue de 20.84% y 20.36%, respectivamente. No hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Estos valores se encontraron un poco por debajo del resultado obtenido por Ramírez-Navas et al. (2010), quien determinó un porcentaje de proteína presente en queso fresco de pasta hilada del 24%.

La proteína presente en el queso es uno de los principales componentes a tomar en cuenta dentro de una caracterización físicoquímica, ya que es gracias a las fibras presentes en la caseína que será posible obtener un producto con las características de elasticidad y firmeza diferenciadoras de este producto (Ramírez-Navas et al., 2010). Sin embargo, este atributo debe manejarse en conjunto con el contenido de grasa y humedad para lograr obtener una palatabilidad agradable para el consumidor (Arce-Méndez et al., 2015).

En adición a esto, según el Reglamento Técnico Centroamericano (Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, 2012) para que un alimento sea considerado como “alto en proteína”, es requisito cumplir con al menos un 20% de su valor energético proveniente de proteínas o 20% del VRN en 100 g. En ese sentido, ambos tratamientos cumplen con el requisito y pueden denominarse productos altos en proteína. Al mismo tiempo, estudios como el de Pulido et al. (2018), mencionan la importancia que tiene la ingesta de proteínas como la caseína por su alto valor biológico.

Grasa

El contenido promedio de grasa en base seca de los quesos hilados tipo quesillo obtenidos en el presente estudio osciló entre 32.48% (tratamiento control) y 48.17% (TR1). La prueba de hipótesis para diferencia de medias demostró que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. De acuerdo con el contenido de grasa, el quesillo TR1 entra en la clasificación de quesos grasos (45% - 60%). Por su parte, el quesillo control entra en la clasificación de quesos semigraso (25% - 45%). Es muy probable que el quesillo control haya sido fabricado con leche descremada por debajo del 2.5% en grasa. Esta deducción obedece al hecho de que el quesillo TR1 fue obtenido a partir de leche estandarizada al 2.5%.

La grasa en los alimentos es la encargada de potenciar la palatabilidad de estos, sin embargo, es importante mantener una ingesta prudente de alimentos que la contengan, ya que, su consumo excesivo puede desarrollar enfermedades cardiovasculares .

De la Hoz et al. (2023) publicó un estudio donde se mencionan los beneficios de las grasas, como su función de transportar vitaminas liposolubles, realzar los aromas y sabores dentro de los alimentos. No obstante, también menciona algunos riesgos relacionados con enfermedades cardiovasculares generadas por el contenido de grasas saturadas en ciertos alimentos.

Humedad

El contenido promedio de humedad de los quesillos con incorporación de loroco osciló entre 51.87%. (TR1) y 56.90% (Control). La prueba de hipótesis por diferencia de medias demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, cuando se considera el porcentaje de humedad sin materia grasa (HSMG), ambos valores son comparables ya que el valor promedio del TR1 fue de 67.65%, mientras que el tratamiento control presentó un valor promedio de humedad del 66.16%. La norma General del Codex para Queso, indica que los quesos que presentan un valor de HSMG entre 54 y 69% son considerados quesos de consistencia semiduro. Como se puede apreciar, ambos quesos entran en la clasificación de quesos semiduros.

El contenido de humedad es uno de los principales determinantes de la textura del queso (Guzmán et al., 2015) (Arce-Méndez et al., 2015). Un estudio elaborado por Hombre et al. (2017) demostró que los quesos con bajo contenido de humedad y alto contenido en proteínas, mostraron una mayor resistencia a la ruptura o corte, es decir, tenían una consistencia más dura, sin embargo, para este estudio, esas características no eran deseables. Es por ello que se realizaron mediciones constantes de temperatura durante el hilado del queso, para evitar la pérdida de agua y lograr cumplir con una textura agradable para el consumidor.

Diversos autores, como Guzmán Serrano y Morales (2006) concuerdan en que el contenido de humedad de quesos elásticos como el quesillo, queso Oaxaca y queso fundido; debe tener un contenido de humedad de entre 45 a 52%. Los resultados presentados en el Cuadro 5 se encontraron dentro de este rango de humedad.

Ceniza

El contenido promedio de ceniza de los quesillos con incorporación de loroco osciló entre 3.47%. (TR1) y 4.19% (Control). La prueba de hipótesis por diferencia de medias demostró que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Los resultados de ceniza obtenidos fueron superiores a los encontrados por Anchundia et al. (2019), quienes obtuvieron

porcentajes de ceniza no superiores a 3.30% para contenidos de humedad de 52.31% en quesos amasados.

Esto podría estar relacionado a que existe un mayor contenido de sales minerales presentes en la formulación de dicho producto (Pulido et al., 2018). Este incremento en la salinidad afecta directamente el perfil de sabor del producto, haciéndolo más salado. En este estudio se buscó equilibrar el sabor de la base láctea con el sabor del loroco, por lo tanto, es posible que haya existido una menor inclusión de sal en la formulación del quesillo Zamorano, en comparación al quesillo comercial, obteniendo así una menor salinidad que permitió resaltar mejor las notas florales y herbáceas del loroco.

Cuadro 5

Resultados análisis químicos del mejor tratamiento y el control.

| Tratamientos | Humedad (%) ±D.E. | Humedad (%HSMG) ± D.E. | Grasa (%Bh) ± D.E. | Grasa (%Bs) ± D.E. | % Proteína ± D.E. | % Cenizas ± D.E. |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| TR1 Promedio | 51.87 ± 0.21 | 67.65 ± 3.38 | 23.33 ± 1.53 | 48.17 ± 3.23 | 20.84 ± 0.54 | 3.47 ± 0.29 |
| Control Promedio | 56.90 ± 0.1 | 66.16 ± 0.71 | 14.00 ± 1 | 32.48 ± 2.28 | 20.36 ± 0.36 | 4.19 ± 0.11 |
| Probabilidad (t- student) | <0.0001 | 0.9349 | 0.0009 | 0.0022 | 0.2648 | 0.0176 |
| CV (%) | 0.29 | 3.09 | 6.84 | 6.85 | 2.32 | 5.64 |

Nota. CTL: Control, TR1: Tratamiento 1, CV (%): Coeficiente de variación, D.E: Desviación estándar, HSMG (%): Humedad sin materia grasa,

Bh (%): Base húmeda, Bs (%): Base seca.

Conclusiones

El análisis microbiológico confirmó que todos los tratamientos cumplieron con los límites establecidos para coliformes totales, *E. Coli*, *Staphilococcus aureus*, *Salmonella* y mesófilos aerobios, garantizando la inocuidad microbiológica del quesillo con incorporación de 2%, 3% y 4% de loroco.

La evaluación sensorial evidenció que la incorporación de loroco mejoró significativamente el sabor del quesillo, siendo este comparable con los demás tratamientos y superior al producto comercial.

El análisis fisicoquímico demostró que el quesillo con 2% de loroco se clasifica como un queso semiduro (67.65% HSMG) y graso (48.17% bs) y con un contenido de sales minerales del 3.47%. Por su parte, el quesillo control fue similar en la consistencia con respecto al quesillo con 2% de loroco, mientras que tiene menor cantidad de grasa (queso semigraso) y mayores contenidos de sales minerales.

La investigación determinó que la incorporación del 2% de loroco mejora las propiedades organolépticas en cuanto al sabor, manteniendo comparable el resto de los atributos sensoriales entre todos los tratamientos con respecto al queso control (comercial), lo cual representa un alto potencial al ofrecer un producto inocuo, con alta aceptación y además con alto contenido de grasas y proteínas.

Recomendaciones

Se recomienda hacer un análisis de fibra dietética para complementar la caracterización del queso.

Evaluar el impacto de otros tratamientos térmicos para la pasteurización de la leche y su efecto en la elaboración del queso con loroco.

Analizar el impacto en la adición de conservantes en las características organolépticas y su efecto en la vida anaquel del producto.

Referencias

- Álvarez, O. (2011). Influencia del color en las preferencias de los consumidores. *Revista Observatorio Calasanz*, 3(3).
https://www.researchgate.net/publication/227629858_Influencia_del_color_en_las_preferencias_de_los_consumidores
- Anchundia, M., Jácome, C., Domínguez, F. y Torres, F. (2019). Evaluación nutricional y fisicoquímica del queso amasado fabricado en la provincia del Carchi, Ecuador | *Revista Bases de la Ciencia*. ISSN 2588-0764. *Bases De La Ciencia*, 4(3).
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1857>
- Arce-Méndez, J. R., Thompson-Vicente, E. y Calderón-Villaplana, S. (2015). Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 61.
<https://doi.org/10.15517/am.v27i1.21878>
- Arroyo, M., Villagran, A. y Padilla, A. (2021). Aceptabilidad y valor nutritivo de alternativas de consumo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson.) en los departamentos de Chiquimula y Zacapa, Guatemala. *Revista Cunzac*, 4(2), 1–9.
https://www.researchgate.net/publication/353307951_Aceptabilidad_y_valor_nutritivo_de_alternativas_de_consumo_de_flor_de_loroco_Fernaldia_pandurata_Woodson_en_los_departamentos_de_Chiquimula_y_Zacapa_Guatemala
- Atwaa, E., Ramadan, M. y Abd El-Sattar, E. (2020). Production of Functional Spreadable Processed Cheese Supplemented with Sweet Red Pepper Paste. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 11(5), 127–132. <https://doi.org/10.21608/jfds.2020.102741>
- Cáceres, A. y Cruz, S. (2019). Detection and Validation of Native Plants Traditionally Used as Medicine in Guatemala. *Current Traditional Medicine*, 5(1), 5–30.
<https://doi.org/10.2174/2215083805666190327172409>
- Datir, R., Ravindra, M., Manjunatha, M. y Sharma, M. (2023). Optimizing quality and mixing performance of processed cheese spread using a mechanical universal disperser. *International Journal of Dairy Technology*, 77(1), 224–233.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-0307.13031?casa_token=IGkKmryy63QAAAAA:DOKVGW1UEuZTmL4IYCM2aCIC5zCtCUAcKWwDx42A9LkWySsLMaBMb8LEWzm6nPJ4ujSY_NCT4YmDIYTK
- De la Hoz, L. de, Lara, E. y Barra, V. (2023). *Vitaminas liposolubles*.
<https://www.seqc.es/download/tema/60/10317/1780702479/433427/cms/tema-5-vitaminas-liposolubles.pdf>
- Dirección regional de inocuidad de los Alimentos. (2021). *Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos - OIRSA*.
<https://web.oirsa.org/archivos/6166>
- Duarte García, K. I. (2014). *Propuesta para la estandarización del proceso de quesillo en Nicaragua con énfasis en las zonas de León y Chontales* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua]. COinS. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNI.16756/Details?Ing=en>

- Frühbauerová, M., Červenka, L., Hájek, T., Salek, R. N., Velichová, H. y Buňka, F. (2020). Antioxidant properties of processed cheese spread after freeze-dried and oven-dried grape skin powder addition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 230–238. <https://doi.org/10.5219/1310>
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C. y Villa, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos*. https://avatar.seio.es/wp-content/uploads/2024/12/2014_BCF_m1.pdf
- Guzmán, L., Tejada, C. y Ossa, Y. (2015). Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 13(1). https://www.researchgate.net/publication/283440707_Analisis_comparativo_de_perfiles_de_textura_de_quesos_frescos_de_leche_de_cabra_y_vaca
- Guzmán Serrano, F. y Morales, F. (2006). Redalyc. Identificación de virus que afectan el Loroco (*Fernaldia pundurata*) en el Valle de Zapotitán, El Salvador. *Agronomía Mesoamericana*, 17(1). <https://www.redalyc.org/pdf/437/43717107.pdf>
- Hombre, R., Bermudez, A. y García, C. (2017). Propiedades mecánicas y viscoelásticas de queso fresco elaborado con leche de bufala y vaca | Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. *Revista Facultad De Ciencias Agrarias*, 15(1). <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/545>
- Leiva, E. (2025). *Sabores a salvo, inocuidad en cada bocado : Microbiología enfocada en inocuidad y control de calidad en productos al consumidor* [Tesis de pregrado, Colombia, Universidad de los Andes]. [repositorio.uniandes.edu.co. https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/6d72b8df-0af9-4e81-a314-03ee051cf477](https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/6d72b8df-0af9-4e81-a314-03ee051cf477)
- León, R., Pernía, B., Siguencia, R., Franco, S., Noboa, A. y Cornejo, X. (2018). Potencial de plantas acuáticas para la remoción de coliformes totales y *Escherichia coli* en aguas servidas. *Enfoque UTE*, 9(4), 131–144. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262097013/html/>
- Liria, M. (2007). *Guía para La Evaluación Sensorial de Alimentos*. AgroSalud. https://es.scribd.com/document/657911232/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos-convertido?utm_source
- Lopez, N. M. y Pérez, N. (2019). *Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo. Mayo – Octubre 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú]. [repositorio.unprg.edu.pe. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5014?utm_source](https://repositorio.unprg.edu.pe)
- Lucera, A., Costa, C., Marinelli, V., Saccotelli, M. A., Del Nobile, M. A. y Conte, A. (2018). Fruit and Vegetable By-Products to Fortify Spreadable Cheese. *Antioxidants*, 7(5), 61. <https://doi.org/10.3390/antiox7050061>
- Martínez Moreno, A. G., Lopez Espinosa, A., Franco Paredes, K., Díaz, F. y Aguilera, V. (2009). Variedad y apariencia de los alimentos modifican la conducta alimentari. *Diversitas: perspectivas en psicología*, 5(2), 391–397. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3423409>

- Mohichehra, S., Rifky, M., Dissanayake, K., Farmonov, J., Boynazarova, Y., Meyliyev, A., Hunupolagama, D. y Samadiy, M. (2024). Production of spread cheese by incorporating micro-encapsulated pepper oil with corn oil | BIO Web of Conferences. *BIO Web of Conferences*, 95. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2024/14/bioconf_cibta-iii-2024_01046/bioconf_cibta-iii-2024_01046.html
- Moncada, R. y Marvin, L. (2012). *Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras]. [bdigital.zamorano.edu. https://bdigital.zamorano.edu/items/a999d6d6-7fe8-477b-8dca-25010223480a](https://bdigital.zamorano.edu/items/a999d6d6-7fe8-477b-8dca-25010223480a)
- Novoa Castro, C. F. y López Ortiz, N. C. (2008). Evaluation of the sensory life at cheese double cream with two fat levels. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55(2), 91–99. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/10435>
- Padilla Miranda, H. L. D. (2002). *Elaboracion de queso crema con Loroco (Fernaldia pandurata)* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/0b75b5fe-6432-461a-bd2c-4c73d2257ca6/download>
- Papagianni, O., Argyri, K., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Skalkos, D., Kafetzopoulos, D., Dimou, C., Karantonis, H. C. y Koutelidakis, A. E. (2021). Postprandial Bioactivity of a Spread Cheese Enriched with Mountain Tea and Orange Peel Extract in Plasma Oxidative Stress Status, Serum Lipids and Glucose Levels: An Interventional Study in Healthy Adults. *Biomolecules*, 11(8), 1241. <https://doi.org/10.3390/biom11081241>
- Pilamunga Quishpe, P. B. y Martínez, E. (2020). *Identificación de Salmonella sp. en productos lácteos no pasteurizados comercializados en los mercados de Riobamba* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador]. [dspace.unach.edu.ec. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6653](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6653)
- Pilatti, L. M., Soria, R., Nuñez, M. y Porcel, N. (2019). *Incorporación del Quesillo al C.A.A - Informe Técnico*. <https://www.sidalc.net/search/Record/oai:localhost:20.500.12123-17516/Description>
- Pulido, R., Pinzón, D. y Tarazona, M. (2018). Caracterización nutricional, microbiológica y sensorial de queso fresco. *Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria*(3), 74–79. <https://doi.org/10.12873/383tarazona>
- Ramírez, C. y Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos De Ingeniería En Alimentos*, 6(2), 131–148. https://www.researchgate.net/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_métodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad
- Ramírez-Navas, J. S., Osorio-Londono, M. y Rodríguez de Stouvenel, A. (2010). *El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada* (Vol. 60). https://www.researchgate.net/publication/257890618_El_Quesillo_un_queso_colombiano_de_pasta_hilada
- Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad (2012). <https://faolex.fao.org/docs/pdf/sica180091anx.pdf>

- Saeteros Pérez, E. E. (2020). *Guía de prácticas de higiene en frutas y hortalizas para centros de acopio, que garanticen la inocuidad de sus productos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador]. dspace.unach.edu.ec.
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7206>
- Soto Varela, Z., Pérez Lavalle, L. y Estrada Alvarado, D. (2016). Bacteria causing of foodborne diseases: An overview at Colombia. *Salud Uninorte*, 32(1), 105–122.
<https://doi.org/10.14482/sun.32.1.8598>

Anexos

Anexo A

Boleta utilizada para la evaluación sensorial del Quesillo

Boleta de evaluación sensorial Prueba de aceptación de Quesillo con loroco

Nombre: _____ Fecha: _____ # de Panelista: _____

Instrucciones: Se le presentarán 4 muestras de quesillo con loroco. Deguste las muestras siguiendo el sentido de las manecillas del reloj, iniciando desde la muestra marcada como punto de partida (por ejemplo: las 12 en punto). Antes y después de probar cada muestra, tome un sorbo de agua para limpiar su paladar. Indique el grado en que le gusta o disgusta cada atributo de las muestras, utilizando los puntajes de la Tabla No. 1. Escriba sus respuestas en la Tabla No. 2, evaluando cada atributo por separado.

Tabla No. 1

| | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------|------------------|----------------------------|---------------|----------|------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente | Me disgusta | Me disgusta poco | Ni me gusta ni me disgusta | Me gusta poco | Me gusta | Me gusta moderadamente | Me gusta mucho |

Tabla No. 2

| #Muestra | Apariencia | Color | Olor | Textura | Sabor | Aceptación general |
|----------|------------|-------|------|---------|-------|--------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Comentarios: _____

Prueba de preferencia de quesillo con loroco

Instrucciones. A continuación, ordene las muestras según su preferencia, siendo 1 la más preferida y 4 la menos preferida. No se puede asignar el mismo valor a varias muestras (no empates).

| Orden de preferencia | Valor | Número de muestra |
|----------------------|-------|-------------------|
| Más preferida | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| Menos preferida | 4 | |

Justifique su elección: _____

¡Muchas gracias por su participación!

Anexo B

Textura final del quesillo con loroco

