

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Elaboración y evaluación sensorial de un yogur probiótico tipo batido,
edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de
café orgánico

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO**

AUTOR

Demetrio Javier Aponte Elera

ASESOR

William Nemesio Chunga Trelles

Nilda Doris Montes Villanueva

Morropón-Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 011-2019/UCSS/FIA

Siendo las 04:00 pm, del día 28 de agosto de 2019, en el Auditorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae de la Filial Morropón: Chulucanas, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Mg. José Luis Sosa León | Presidente |
| 2. Mg. Shirley Johanna León Morán | Primer Miembro |
| 3. Mg. Alfredo Julián Sandoval Norabuena | Segundo Miembro |
| 4. Ing. William Nemesio Chunga Trelles | Asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN YOGUR PROBIÓTICO TIPO BATIDO, EDULCORADO CON PANELA GRANULADA ORGÁNICA Y AROMATIZADO CON CONCENTRADO DE CAFÉ ORGÁNICO", que presenta el bachiller en Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, el Sr. **Demetrio Javier Aponte Elera** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio**.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de Muy Buena y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO.

Firmado en Chulucanas, 28 de agosto de 2019.


Mg. José Luis Sosa León
PRESIDENTE


Mg. Shirley Johanna León Morán
1° MIEMBRO


Mg. Alfredo Julián Sandoval Norabuena
2° MIEMBRO


Ing. William Nemesio Chunga Trelles
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, a mi padre en la eternidad, a mi madre con amor y afecto, a mis hermanos:

Vanessa, Félix, Wilter, Jonathan y Junior.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por mi existencia y por lo vivido cada día; a mi Madre por ser fuente de mi inspiración, a mis hermanos Vanessa, Félix, Wilter, Jonathan y Junior por su apoyo constante e incondicional.

A la Doctora Nilda Montes Villanueva por su importante apoyo brindado en el desarrollo de la investigación, al Ingeniero William Chunga por su acompañamiento.

A mis amigos: Floreslid, Waldir, Junior, Elvis y Zenón; por los momentos gratos a lo largo de la carrera.

A todas las personas que contribuyeron en el desarrollo de la investigación.

A todos los peruanos, que gracias a sus impuestos y a la canalización del Programa Nacional de Becas y Créditos (PRONABEC) logré ser profesional.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-------------|
| ÍNDICE GENERAL..... | v |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ÍNDICE DE APÉNDICES | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1. Antecedentes..... | 4 |
| 1.1.1. Internacionales..... | 4 |
| 1.1.2. Nacionales y locales | 7 |
| 1.2. Bases teóricas especializadas..... | 9 |
| 1.2.1. Yogur..... | 9 |
| 1.2.2. Probiótico..... | 16 |
| 1.2.3. Café..... | 18 |
| 1.2.4. Panela granulada..... | 22 |
| CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS | 27 |
| 2.1. Lugar y fecha de ejecución | 27 |
| 2.2. Materiales y equipos | 27 |
| 2.2.1. Materia prima orgánica..... | 29 |
| 2.3. Metodología..... | 29 |
| 2.3.1. Evaluación de los criterios de calidad de los principales insumos | 31 |
| 2.3.2. Análisis fisicoquímicos de las formulaciones de yogur | 38 |
| 2.3.3. Análisis microbiológicos | 40 |
| 2.3.4. Evaluación sensorial | 42 |
| 2.3.5. Diagrama de operaciones y balance de masa | 43 |

| | | |
|--------------------------------|--|----|
| 2.3.6. | Diseño experimental | 43 |
| 2.3.7. | Unidades experimentales | 44 |
| 2.3.8. | Análisis estadístico | 44 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | | 45 |
| 3.1. | Parámetros de calidad comercial de los insumos principales | 45 |
| 3.2. | Parámetros fisicoquímicos de las formulaciones de yogur..... | 46 |
| 3.2.1. | Análisis de pH y acidez titulable | 46 |
| 3.2.2. | Análisis de densidad y sólidos solubles..... | 48 |
| 3.2.3. | Evaluación del porcentaje de sinéresis y retención de agua | 50 |
| 3.3. | Análisis microbiológico | 53 |
| 3.4. | Evaluación sensorial e intención de compra | 53 |
| 3.4.1. | Evaluación de los atributos color, aroma y sabor | 53 |
| 3.4.2. | Evaluación de los atributos consistencia y aceptación global | 58 |
| 3.4.3. | Evaluación de la intención de compra | 60 |
| 3.5. | Diagrama de operaciones y balance de masa..... | 61 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIONES | | 64 |
| 4.1. | Calidad comercial de los insumos principaleS | 64 |
| 4.2. | Parámetros fisicoquímicos de las formulaciones de yogur..... | 65 |
| 4.2.1. | pH y acidez titulable | 65 |
| 4.2.2. | Densidad y sólidos solubles..... | 66 |
| 4.2.3. | Porcentaje de sinéresis y retención de agua..... | 66 |
| 4.3. | Análisis microbiológico | 67 |
| 4.4. | Evaluación sensorial e intención de compra | 68 |
| 4.4.1. | Atributos color, aroma y sabor | 68 |
| 4.4.2. | Atributos consistencia y aceptación global | 69 |
| 4.4.3. | Intención de compra | 69 |
| 4.5. | Diagrama de operaciones y balance de masa..... | 69 |

| | |
|------------------------------------|----|
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES | 70 |
| CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES | 72 |
| REFERENCIAS | 73 |
| APÉNDICES | 85 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. <i>Composición promedio y valor energético porcentual de la leche de vaca y algunos tipos de yogur</i> | 12 |
| Tabla 2. <i>Criterios microbiológicos para el yogur</i> | 14 |
| Tabla 3. <i>Composición química nutricional del café arábica en grano verde y tostado</i> | 21 |
| Tabla 4. <i>Componentes bioactivos del café y sus beneficios saludables</i> | 22 |
| Tabla 5. <i>Análisis comparativo de la azúcar refinada, cruda y panela</i> | 25 |
| Tabla 6. <i>Materia prima e insumos empleados en la investigación</i> | 27 |
| Tabla 7. <i>Equipos utilizados en el desarrollo de la investigación</i> | 28 |
| Tabla 8. <i>Instrumentos de medida utilizados en la investigación</i> | 28 |
| Tabla 9. <i>Materiales en general empleados en la investigación</i> | 28 |
| Tabla 10. <i>Reactivos y medios de cultivo utilizados en la investigación</i> | 29 |
| Tabla 11. <i>Formulación del yogur probiótico tipo batido</i> | 34 |
| Tabla 12. <i>Estructura del diseño factorial 2 x 3 mostrando los tratamientos experimentales para las formulaciones de yogur</i> | 43 |
| Tabla 13. <i>Parámetros de calidad comercial de la panela granulada orgánica</i> | 45 |
| Tabla 14. <i>Parámetros de calidad comercial de la leche fresca</i> | 45 |
| Tabla 15. <i>Análisis de varianza para el pH de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico adicionado</i> | 46 |
| Tabla 16. <i>Análisis de varianza para la acidez de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 47 |
| Tabla 17. <i>Valores promedios de pH y acidez de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 47 |
| Tabla 18. <i>Análisis de varianza para la densidad de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 48 |
| Tabla 19. <i>Valores promedios de densidad y sólidos solubles de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 49 |
| Tabla 20. <i>Análisis de varianza para el porcentaje de sinéresis de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 50 |

| | |
|---|----|
| Tabla 21. <i>Análisis de varianza para el porcentaje de retención de agua de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 51 |
| Tabla 22. <i>Valores promedios del porcentaje de sinéresis y retención de agua de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 51 |
| Tabla 23. <i>Resultados microbiológicos de los formulaciones del yogur elaborado</i> | 53 |
| Tabla 24. <i>Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del color de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 54 |
| Tabla 25. <i>Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del aroma de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 54 |
| Tabla 26. <i>Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del sabor de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 55 |
| Tabla 27. <i>Valores promedios y desviaciones estándar de la aceptación del color, aroma y sabor de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 56 |
| Tabla 28. <i>Análisis de varianza para los puntajes de aceptación de la consistencia de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 58 |
| Tabla 29. <i>Análisis de varianza para los puntajes de aceptación global de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 58 |
| Tabla 30. <i>Valores promedios y desviaciones estándar de la aceptación de la consistencia y aceptación global de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 59 |
| Tabla 31. <i>Análisis de varianza para los puntajes de intención de compra de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 60 |
| Tabla 32. <i>Valores promedios y desviaciones estándar de la intención de compra de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico</i> | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| <i>Figura 1:</i> Beneficios saludables de las bebidas lácteas fermentadas..... | 16 |
| <i>Figura 2.</i> Bases teóricas para la selección de microorganismos probióticos. | 17 |
| <i>Figura 3.</i> Panela granulada orgánica..... | 24 |
| <i>Figura 4.</i> Esquema de ejecución de la investigación experimental..... | 30 |
| <i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo de la elaboración de las formulaciones de yogur..... | 35 |
| <i>Figura 6.</i> Esquema del recuento microbiológico | 41 |
| <i>Figura 7.</i> Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de densidad de las formulaciones de yogur..... | 49 |
| <i>Figura 8.</i> Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de sinéresis de las formulaciones de yogur. | 52 |
| <i>Figura 9.</i> Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores del porcentaje de retención de agua de las formulaciones de yogur. | 52 |
| <i>Figura 10.</i> Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de aceptación del color de las formulaciones de yogur... .. | 57 |
| <i>Figura 11.</i> Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de aceptación del aroma de las formulaciones de yogur | 57 |
| <i>Figura 12.</i> Diagrama de operaciones de la formulación de yogur más adecuada para su procesamiento a nivel productivo..... | 62 |
| <i>Figura 13.</i> Balance de masa del tratamiento de yogur probiótico tipo batido más adecuado. | 63 |

ÍNDICE DE APÉNDICES

| | Pág. |
|--|-------------|
| Apéndice 1. Ficha de evaluación sensorial de un yogur probiótico tipo batido | 85 |
| Apéndice 2. Diseño de bloques completos aleatorizados, mostrando el orden de presentación de las muestras codificadas de yogur a los consumidores..... | 87 |
| Apéndice 3. Costos de la materia prima directa de un kg de cada formulación de yogur | 88 |
| Apéndice 4. Certificación orgánica Bio Latina del café orgánico y panela orgánica empleados en la investigación..... | 90 |
| Apéndice 5. Panel Fotográfico de la investigación | 92 |

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue desarrollar yogures probióticos tipo batido, edulcorados con panela granulada orgánica y aromatizada con concentrado de café orgánico. Para ello, se realizó un experimento factorial 2 x 3 con seis tratamientos (formulaciones de yogur) y tres réplicas por tratamiento, siendo el primer factor el porcentaje de panela orgánica (12 y 18 % p/p) y el segundo, el porcentaje de concentrado de café orgánico (2, 3 y 4 % p/p). En las distintas formulaciones de yogur se adicionaron cultivos probióticos de *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (Orla-Jensen) y *Bifidobacterium animalis lactis* (Miele). Inicialmente, para evaluar la calidad comercial de la materia prima se determinó el pH, la acidez y la densidad de la leche, así como la humedad, pH, acidez y sólidos solubles de la panela. Asimismo, de cada formulación de yogur se determinaron los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos solubles, sinéresis y porcentaje de retención de agua) y microbiológicos (recuento de coliformes totales, mohos y levaduras). Posteriormente, se evaluó la aceptación sensorial (n = 40 consumidores) para determinar si la adición de panela y concentrado de café, a distintos niveles, afectaron la calidad sensorial de los yogures. Cada formulación fue evaluada con respecto al color, aroma, sabor, consistencia y aceptación global a través de una escala hedónica de 9 puntos (1= me disgustó extremadamente, 5= no me gusto ni me disgustó, 9= me gustó extremadamente). Además, los consumidores evaluaron la intención de compra de las formulaciones, utilizando una escala de 5 puntos (1= ciertamente no compraría, 5= ciertamente compraría). Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se analizaron a través de ANOVA para evaluación de los efectos principales de ambos factores considerados, así como sus posibles efectos de interacción ($p \leq 0.05$), mientras que para los resultados de la aceptación sensorial, en el modelo ANOVA se consideró el efecto de bloque (consumidor) como fuente de variación ($p \leq 0.05$). Los resultados fisicoquímicos mostraron que los distintos niveles de panela y concentrado de café no afectaron significativamente el pH de las formulaciones, mientras que los niveles de panela orgánica sí influyeron mínimamente ($p \leq 0.05$) en la acidez titulable y la densidad de éstas, presentando pequeñas variaciones en los valores promedios de cada variable en los yogures. De igual modo, los niveles de concentrado de café orgánico tuvieron efectos significativos ($p \leq 0.05$) en la sinéresis y el porcentaje de retención de agua de las formulaciones de yogur, resultando mayores porcentajes de sinéresis y menores porcentajes de retención de agua a mayor porcentaje de café. Los resultados microbiológicos mostraron

mínimos niveles de coliformes totales, así como ausencia de mohos y levaduras en los yogures. Los resultados de la evaluación sensorial a nivel de consumidor indicaron que todas las formulaciones de yogur tuvieron alta aceptación global, presentando promedios de aceptación en torno a 7 (me gustó moderadamente). Asimismo, todas las formulaciones mostraron alta intencionalidad de compra, presentando un puntaje promedio en torno a 4 (probablemente compraría). Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación sensorial y los costos de materia prima directa de cada yogur elaborado, se recomienda la formulación T1 (12 % de panela granulada orgánica y 2 % de concentrado de café orgánico) para ser elaborada a nivel comercial, dejando en claro que todas las formulaciones fueron aceptadas por los consumidores, por lo que pueden ser seleccionadas para elaborarse a escala productiva. Se concluye que los yogures desarrollados en este estudio, además de presentarse como una alternativa innovadora de un alimento saludable, tienen gran potencial de venta en el mercado consumidor y que al ser comercializados, podrían darle un alto valor agregado a la panela granulada orgánica y el café orgánico.

Palabras clave: yogur probiótico, panela granulada orgánica, concentrado de café orgánico, evaluación sensorial, *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* y *Bifidobacterium animalis lactis*.

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop probiotic yogurts, beaten type, sweetened with organic granulated panela and flavored with organic coffee extract. For this purpose, a 2 x 3 factorial experiment was carried out with six treatments (yogurt formulations) and three replicates per treatment, being the first factor the percentage of organic panela (12 and 18 %, w/w) and the second, the percentage of organic coffee concentrate (2, 3 and 4 %, w/w). Probiotic strains of *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (Orla-Jensen) and *Bifidobacterium animalis lactis* (Miele) were added to the different yogurt formulations. Initially, in order to evaluate the commercial quality of the raw material, the pH, acidity and density of the milk were determined, as well as the moisture, pH, acidity and soluble solids of the panela. Likewise, for each yogurt formulation the physicochemical parameters (pH, acidity, density, soluble solids, syneresis and water retention percentage) and microbiological parameters (total coliform count, moulds and yeasts) were determined. Subsequently, sensory acceptance was evaluated (n = 40 consumers) to determine if the addition of panela and coffee concentrate, at different levels, affected the sensory quality of yogurts. Each formulation was evaluated with respect to color, aroma, taste, consistency and overall acceptance through a 9 points hedonic scale (1 = I extremely dislike, 5 = I did not like or dislike, 9 = I liked it extremely). In addition, the purchase intention of each formulation, using a 5 points scale (1=certainly would not buy, 5=certainly would buy) were evaluated by consumers. The results of the physicochemical parameters were analyzed through ANOVA to evaluate the main effects of both factors considered, as well as their possible interaction effects ($p \leq 0.05$), while for the results of sensory acceptance, in the ANOVA model, the block effect (consumer) was also considered as variation source ($p \leq 0.05$). The physicochemical results showed that the different levels of panela and coffee extract did not significantly affect the pH of the formulations, while organic panela levels did have a minimal influence ($p \leq 0.05$) on the titratable acidity and the density of these, presenting small variations in the average values of each variable in yogurts. Likewise, the levels of organic coffee concentrate had significant effects ($p \leq 0.05$) on the syneresis and water retention percentage of yogurt formulations, resulting in higher syneresis percentages and lower water retention percentages at higher coffee percentage. The microbiological results showed minimum levels of total coliforms, as well as the absence of molds and yeasts in the yogurts. The results of the sensory evaluation at the consumer level indicated that all the

yogurt formulations had high global acceptance, presenting acceptance averages around 7 (I liked it moderately). Likewise, all the formulations showed high intentionality of purchase, presenting an average score around 4 (probably would buy). Taking into account the results of the sensory evaluation and the direct raw material costs of each elaborated yogurt, the formulation T1 (12 % of organic granulated panela and 2 % of organic coffee concentrate) is recommended to be elaborated commercially, leaving in clear that all the formulations were accepted by the consumers, reason why they can be selected to be elaborated on a productive scale. It is concluded that the yogurts developed in this study, in addition to being presented as an innovative alternative to a healthy food, have great sales potential in the consumer market and when marketed, could give a high added value to organic granulated panela and organic coffee.

Keywords: probiotic yogurt, organic granulated panela, organic coffee concentrate, sensory evaluation, *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* and *Bifidobacterium animalis lactis*.

INTRODUCCIÓN

El yogur es una bebida fermentada de notable éxito y popularidad a nivel mundial. Esto se le atribuye, en gran medida, a los resultados de investigaciones que señalan los diversos beneficios para la salud humana (Chandan, Gandhi y Shah, 2017). Aparte de la creciente conciencia sobre los beneficios para la salud; la innovación de los mismos, la disponibilidad de tipos y sabores en el mercado han contribuido significativamente a su creciente consumo de las últimas décadas (Rizzoli y Biver, 2017).

Esta bebida láctea nutritiva tiene la ventaja de poder combinarse con distintos productos como frutas, granos secos, cereales, mieles, azúcares, concentrados, entre otros. Esta peculiaridad del yogur permite ofrecer al consumidor una gran gama innovadora de tipos, gustos y sabores especiales. Por otro lado, esta misma característica permite utilizar materias primas con grandes propiedades nutricionales; pero que son consumidos en meras cantidades, como el “café” y la panela granulada (Ettore, 2014). Cabe resaltar que el yogur es un medio que permite promocionar e incrementar el consumo de alimentos nutritivos y saludables que se han utilizado como insumos en su preparación.

Se ha demostrado que el café, por si solo posee un alto contenido de polifenoles y un excelente poder antioxidante (Taguchi *et al.*, 2015), mientras que la panela es un endulzante natural con bondadosas propiedades nutraceuticas y funcionales, además, de un alto contenido de fitonutrientes, antioxidantes, vitaminas y minerales (Alarcón, 2017). Sin embargo, no se han reportado investigaciones sobre un yogur edulcorado con panela granulada orgánica, aromatizada con concentrado de café orgánico. Es por ello la importancia de llevar a cabo esta investigación, para conocer la viabilidad del producto, establecer el diseño de proceso y determinar el grado de aceptabilidad del mismo por los consumidores.

El consumo de café en el Perú es relativamente bajo (800 g per cápita) con respecto a la de otros países cafetaleros como Brasil (4 kg per cápita) o Colombia (2 kg per cápita), esto debido a la débil promoción de sus beneficios nutricionales y la mínima industrialización que se le está dando (Lozano, 2017).

En el Perú, el consumo de panela es bajo, debido a la débil cultura de consumo de productos orgánicos nacionales y nutritivos (El Tiempo, 2017), siendo otro factor limitante para su consumo el precio elevado, que es 3 veces mayor que el azúcar comercial, además de la deficiente disponibilidad de productos con valor agregado en el mercado; que utilizan la panela como insumo.

Por lo antes mencionado, en esta investigación se ha tomado como problemas principales el bajo consumo de café y panela en el país y su deficiente industrialización, que por vez abren la oportunidad de elaborar productos innovadores y nutritivos de gran demanda en el Perú. Por ello, en el presente estudio se ha propuesto la elaboración de un yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico; evaluando la calidad comercial de las materias primas principales (leche y panela), analizando los efectos de los nuevos insumos (panela orgánica y café orgánico) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas del producto y sensoriales a nivel de consumidor. Además, de establecer el diagrama de operaciones y el balance de masa de la formulación más adecuada. Este tipo de bebida láctica nutritiva, funcional e innovadora; podría lograr, en gran medida el incremento del consumo indirecto de café orgánico, panela granulada orgánica y de productos lácteos en el país.

La importancia de la investigación radica en que la elaboración de un yogur tipo batido utilizando productos orgánicos como la panela y el café, abarcan tres componentes importantes en la agroindustria del país: agroindustria láctea, agroindustria panelera y agroindustria cafetalera.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar seis formulaciones de yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar fisicoquímicamente la calidad comercial de la leche fresca (pH, acidez titulable y densidad) y la panela granulada orgánica (pH, acidez titulable, sólidos solubles y humedad) que serán utilizadas en la elaboración de los yogures.
- Evaluar las características fisicoquímicas de las formulaciones de yogur (pH, acidez titulable, densidad, sólidos solubles, sinéresis y % de retención de agua).
- Evaluar la calidad microbiológica de muestras representativas de las formulaciones del yogur (*Coliformes totales*, mohos y levaduras).
- Evaluar sensorialmente las formulaciones de yogur a través de pruebas sensoriales afectivas para determinar su grado de aceptabilidad por parte de los consumidores.
- Establecer el diagrama de operaciones del proceso de elaboración de la formulación de yogur más viable y su respectivo balance de masa.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Internacionales

Curti, Vidal, Curti, y Ramón (2017) en Salta - Argentina, evaluaron los efectos de la composición proximal, la estabilidad durante el almacenamiento, la textura y la aceptabilidad por el consumidor de yogures complementados con harina de quinua en tres tratamientos; F1, F2 y F3 (1, 3 y 5 g por 100 ml de yogur base) y un yogur sin complemento como patrón. Posteriormente, evaluaron el porcentaje de humedad, los carbohidratos, las proteínas, las grasas, la fibra dietética total, cenizas y los minerales de los productos. El pH, la acidez y la sinéresis de los yogures se midieron después de 1, 7, 14 y 21 días de almacenamiento. Además, realizaron un análisis de perfil de textura y aplicando una escala hedónica, realizaron una evaluación sensorial con la participación de 102 consumidores de 18 a 49 años; los cuales analizaron la aceptabilidad general, y del color, textura, sabor y aroma de los yogures. Los productos complementados mostraron un contenido significativamente mayor de proteínas, carbohidratos y grasas con respecto al patrón. Como resultados, se obtuvieron una correlación negativa ($r = -0.79$; $P = 0.02$) entre la dureza y la adhesividad, mientras que la elasticidad y la cohesividad tuvieron correlación positiva ($r = 0.72$; $P = 0.04$). Se concluyó que el yogur no era necesariamente la matriz adecuada para el transporte de compuestos de quinua, ya que la adición de cantidades mayores de 1 g de harina de quinua en 100 ml de yogur tenía efectos indeseables sobre la estabilidad del gel (sinéresis y aumento de la acidez total) y la aceptabilidad por parte del consumidor. De acuerdo a la evaluación sensorial, los consumidores prefirieron el tratamiento F1 (1 g de quinua/100 ml de yogur).

Dönmez, Mogol y Gökmen (2017) en Ankara - Turquía, investigaron el efecto de la adición de polvo de café verde (PCV) y polvo de té verde (PTV) sobre el comportamiento de la sinéresis y la consistencia de un yogur.

Los investigadores obtuvieron el polvo de café y de té verde mediante las operaciones unitarias: cocción, separación de sólidos y liofilización por 48 h a 0.1 Pa y a temperatura del condensador de hielo a -76 °C. Por otra parte, evaluaron el contenido fenólico de una mezcla de polvos de PCV y PTV de acuerdo al método colorimétrico de Folin – Ciocalteu. Los autores adicionaron 0.1 y 2 % de PCV mientras que las adiciones de PTV fueron de 0.01, 0.02, 1 y 2 %, a distintos lotes de leche al momento de la pasteurización. Los yogures fueron elaborados por duplicado y almacenados a 4 °C por 21 días. Los análisis a los yogures se realizaron a los 1, 7, 14 y 21 días de almacenamiento. Los autores evaluaron el pH, tasa de sinéresis (1200 rpm a 0, 3, 6, 9, 12 y 15 minutos), color y el comportamiento reológico (coeficientes de consistencia y tensión de rendimiento) de las muestras de los yogures elaborados. Los autores emplearon la prueba post hoc de Tukey para determinar la importancia de la diferencia dentro de los tratamientos para cada análisis utilizando el paquete estadístico SPSS 13.0. Los autores encontraron que los valores de pH de los yogures variaron entre 4.58 y 4.89. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los yogures de PCV durante los primeros 7 días de almacenamiento ($p > 0.05$). Sin embargo, el valor de pH del control fue significativamente diferente al de los yogures PTV y PCV después del día 7 y 14 ($p \leq 0.05$); además, en comparación con los yogures de control, los yogures de PCV al 1 % y al 2 % presentaron valores de pH significativamente mayores entre 14 y 21 días. Asimismo, la tasa de sinéresis fue proporcional al aumento en la concentración de café, por lo que la separación del suero se restringía significativamente cuando agregaron PCV al 2 % ($p \leq 0.05$). Para el caso de los yogures con PTV, la adición de una concentración del 2 % de PTV resultó en un aumento en la tasa de sinéresis, a diferencia de los yogures de PCV. En cuanto al color, no se detectaron diferencias significativas en los valores de dicha variable de todas las muestras ($p > 0.05$). Mediante el modelo de Herschel-Bulkley describieron el comportamiento reológico de las muestras de yogur establecidas. Asimismo, obtuvieron coeficientes de consistencia más bajos en los yogures PTV cuando la concentración de PTV aumentó a 1 o 2 %. Las consistencias más altas y más bajas se obtuvieron para 0.02 y 2 % de PTV en los yogures, respectivamente; mientras que la tensión de rendimiento cambió entre 8.1×10^5 y 23.1×10^5 Pa sin observarse diferencias significativas en la tensión de rendimiento de las muestras de yogur durante el almacenamiento. Se concluyó que el PTV y PCV se comportaron de manera diferente en las redes de gel acidificado de yogur, modificando su comportamiento reológico y el contenido de polifenoles.

Arioui, Ait y Cheriguenne (2016) en Mostaganem – Argelia, evaluaron la calidad fisicoquímica y sensorial de un yogur con incorporación de diferentes concentraciones de pectina obtenida de la cáscara de “naranja” (*Citrus sinensis* O.), durante la fermentación y el periodo de almacenamiento. Los autores agregaron pectina a razón de 0, 0.1, 0.3 y 0.6 % cuando la leche se encontraba a 45 °C, antes de ser inoculada. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron a todos los tratamientos cada 2 y 4 horas en la fase de fermentación, mientras que durante la fase de post acidificación se realizaron semanalmente por un periodo de 21 días de almacenamiento a 4 °C. Se evaluaron el pH, acidez titulable y la viscosidad del yogur. Para el recuento de *Streptococcus thermophilus* (Orla-Jensen) y *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* se aplicaron los métodos descritos por la Federación Internacional de lechería (I.D.F., por sus siglas en inglés); presentando los resultados en unidades formadoras de colonia por ml de yogur (U.F.C./ml). A los 7, 14 y 21 días de almacenamiento del producto a 4 °C, los atributos organolépticos evaluados fueron el sabor, la adhesividad, cohesividad y exudación de suero mediante un panel entrenado y una escala de 10 puntos. Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos se trataron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de Newman y Keuls para comparación de las medias. En cambio, los resultados de las evaluaciones organolépticas se analizaron con la prueba no paramétrica de Friedman. Los resultados mostraron que a un 0.6 % de incorporación de pectina mejoraba significativamente la calidad reológica y sensorial del yogur, en particular el sabor, viscosidad, adhesividad y cohesividad, previniendo, además, la exudación del suero de la leche durante la conservación. También se observó una mejor proliferación de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* durante el periodo de fermentación.

Lisak, Lenc, Jeličić y Božanić (2012) en Zagreb – Croacia, investigaron las diferencias en dulzor y viscosidad del yogur con sabor a fresa, endulzado con estevia, sacarosa y porciones iguales de estevia y sacarosa; al primer día y después de siete días de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Los yogures fueron producidos por fermentación con cultivos de ABT-5 (*Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* y *Bifidobacterium animalis lactis*), añadiendo 0.2 ml/100 g de aroma de fresa y endulzando con a) estevia, b) sacarosa y c) porciones iguales de estevia y sacarosa. Las características sensoriales de la bebida fermentada fueron evaluadas por un panel utilizando dos métodos: por clasificación y por el sistema de escala de 20 puntos de los factores ponderados. A través

de la evaluación sensorial, se determinó que 6 g de estevia equivalían a 1000 g de sacarosa. El mayor grado de aceptabilidad la tuvo el yogur endulzado con adición de 4.5 g y 100 g de estevia – sacarosa de porciones iguales. Después de 7 días de almacenamiento se verificó que la dulzura del yogur disminuía en comparación con las muestras del primer día. Asimismo, se determinó que la adición de edulcorantes no influía en la viscosidad aparente del producto final.

1.1.2. Nacionales y locales

Camacho y Merino (2018) en Lima - Perú, estimaron el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante del “café arábica” (*Coffea arabica* L.) orgánico y convencional en el proceso de elaboración del yogur aromatizado con café. Su estudio fue observacional, comparativo y transversal. Para la adición de café al yogur, primero elaboraron una bebida pasada para cada muestra de café. Posteriormente, con la solución, elaboraron jalea de ambos tipos de café llevándolo a 65 °Bx. Posteriormente, elaboraron el yogur con cepas probióticas, luego procedieron a mezclar la base de yogur con proporciones de jalea a 15, 19 y 23 %. Por otra parte, determinaron las características fisicoquímicas del producto final como pH, acidez titulable, humedad (%), capacidad de retención de agua (%) y sinéresis (%). Además, para determinar el contenido de polifenoles, emplearon el método de Folin – Ciocalteu y para la determinación de la cantidad de antioxidante, utilizaron los métodos DPPH, ABTS y FRAP. Todas las muestras se realizaron por triplicado. Finalmente, los investigadores evaluaron la aceptabilidad sensorial. Los resultados obtenidos mostraron que la cantidad de polifenoles y la capacidad antioxidante se encontraban en una proporción directa a la cantidad de jalea de café adicionada al yogur. Además, determinaron que el yogur aromatizado con café convencional mantenía 16.2 % más contenido de polifenoles que el yogur aromatizado con café orgánico. Así también, el yogur de café convencional presentó mayor carga antioxidante que el yogur de café orgánico en los tres métodos utilizados. De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial; el yogur con café orgánico al 19 y 23 % fueron preferidos por los panelistas, seguido de la versión convencional al 23 %.

Martínez (2016) en Andahuaylas – Perú, evaluó la viscosidad y el color de un yogur batido con adición de goma de “tara” (*Caesalpinia spinosa* M.) como estabilizante, a diferentes concentraciones (0, 0.02, 0.04 y 0.06 %). Al inicio del estudio se determinó las

características fisicoquímicas de la leche como: la acidez titulable, pH y densidad. Del mismo modo se evaluó las características fisicoquímicas del yogur con la adición de goma de tara, como la acidez titulable, pH, densidad, viscosidad y color. Para la evaluación de la viscosidad, se utilizó el viscosímetro rotacional modelo: ST-2001, a 60 rpm. Por otro lado, la evaluación del color se realizó con un colorímetro de marca Kónica Minolta modelo R-400. Para el análisis estadístico de los resultados de viscosidad se utilizó la prueba de rangos múltiples de Dunnett, mientras que para los resultados de color se utilizó la prueba del análisis de la varianza (ANOVA). Como resultado se obtuvieron viscosidades de 0.978, 1.178, 2.040 y 1.019 Pa.s, evidenciándose que la viscosidad era proporcional hasta la concentración de 0.04 % de tara, mientras que a partir de 0.06 % la viscosidad disminuía considerablemente. Los resultados del color fueron 57.490, 57.207, 58.567 y 51.937 de luminosidad. Los resultados del análisis ANOVA demostraron que la adición de tara influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) sobre acidez, pH y viscosidad de las formulaciones. El tratamiento de mayor aceptabilidad fue el de 0.04 % de concentración de tara.

Vásquez, Aredo, Velásquez y Lázaro (2015) Trujillo – Perú, evaluaron la estabilidad fisicoquímica y la aceptabilidad sensorial de yogur de leche de cabra frutado (mango y plátano) durante el almacenamiento en condiciones aceleradas y determinaron su vida útil sensorial a 4 °C. Para ello, los dos tipos de yogur de leche descremada de cabra con mango (YM) y plátano (YP) fueron almacenados a temperaturas de 5, 15 y 25 °C durante 72 horas. Cada 24 horas analizaron el pH, acidez titulable, sólidos totales, grasa y proteína. Asimismo, evaluaron la aceptabilidad sensorial con 75 consumidores habituales de yogur, que respondieron con “sí” o “no” a la pregunta ¿consumiría este producto? Los resultados de la evaluación fisicoquímica fueron: pH: 4.35 y 4.36; acidez: 0.76 y 0.75 %; sólidos totales: 12.71 y 13.23 %; grasa: 3.2 y 3.3 % y proteína: 4.4 y 4.5 % para el YM y el YP, respectivamente. La aceptabilidad sensorial del YM y el YP fue alta, con 88.9 % y 94.7 % de respuestas afirmativas, respectivamente. Los investigadores concluyeron que los resultados obtenidos cumplían con las normas reglamentadas en el Perú para yogur de leche de vaca: rango de acidez 0.5 – 1.6 %, grasa valor máximo 15 % y proteína valor mínimo 2.7 %. Durante el almacenamiento en condiciones aceleradas, el pH disminuyó hasta 3.88 y 3.92; la acidez titulable aumentó hasta 1.1 y 0.93 %; los sólidos totales disminuyeron hasta 9.37 y 9.7 %; al igual que la grasa 2.4 y 2.0 % y proteína 2.5 y 2.6 % para el YM y el YP, respectivamente, permaneciendo dentro de los límites de las normas establecidas. La

aceptación organoléptica decreció hasta 4 y 5.33 % para el YM y el YP respectivamente a una temperatura de 25 °C a las 72 horas. Estimando así la Vida Útil de la Aceptabilidad Sensorial a 4 °C en 69 y 49 horas (para un 25 % de rechazo), 193 y 111 horas (para un 50 % de rechazo) para el YM y el YP, respectivamente.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Yogur

Yogur es una palabra turca que significa “leche espesa” (Real Academia Española [RAE], 2017). El Codex Alimentarius (2011) lo define como:

Producto lácteo obtenido mediante la fermentación de la leche (generalmente leche de vaca) con o sin modificaciones en su composición, por medio de la acción de cultivos simbióticos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*); teniendo como resultado la reducción del pH, [...], estos microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima.

De acuerdo al Instituto Nacional de la Calidad [INACAL] (2014) en la Norma Técnica Peruana de leche y productos lácteos: yogur (202.092 – 2014) lo define como:

Es el producto de leche coagulada, obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a partir de leche pasteurizada o leche concentrada, leche pasteurizada parcialmente descremada o leche concentrada parcialmente descremada, leche pasteurizada descremada o leche concentrada descremada, crema de leche pasteurizada o una mezcla de dos o más de estos productos y con o sin las adiciones facultativas de leche en polvo, leche descremada en polvo, [...], cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales como son el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Los microorganismos presentes en el producto final deberán ser apropiados y abundante.

De igual manera, el yogur puede ser definido como el producto de la fermentación láctica de la leche mediante la adición de un cultivo iniciador, con la consiguiente disminución del pH a 4.6 o valores inferiores (Ettore, 2014). Asimismo, Parra (2012) lo considera como producto funcional obtenido por fermentación de bacterias acidolácticas con beneficios para la salud; como la prevención de cáncer de colon, disminución de colesterol, mejoramiento de la flora intestinal, efectos en el sistema inmune y prevención de *Helicobacter pylori* (Marshall) entre otros.

Historia del yogur

El yogur es uno de los alimentos tradicionales consumidos desde hace miles de años atrás (Chandan *et al.*, 2017). En cuanto al origen de la bebida láctea, El Ministerio de Agroindustria de Argentina [MAA] (2016) menciona:

Estudios científicos lo ubican en la tierra de los Balcanes y Asia Menor. Allí, los pueblos nómades percibieron que la leche se convertía en una masa semisólida al transportarla en sacos de piel de cabra y observaron que esto, no solo facilitaba su traslado y conservación, sino también, le otorgaba un sabor agradable.

Producción y consumo de yogur

Algunas de las principales empresas que operan en el mercado del yogur a nivel mundial son: Danone Group S.A., Yoplait, Ultima Foods Inc, Chobani Inc, Kraft-Heinz Foods Group, Inc, Nestlé S.A. y Yakult Honsha Co, Ltd, entre otros (Chandan *et al.*, 2017). En el Perú las principales empresas que lideran el mercado de yogures es Gloria S.A., Laive S.A. y P&D Andina S.A., quienes concentran el 90 % de las ventas nacionales (Euromonitor, 2017; citado por Macharé y Zevallos, 2017).

Actualmente, el yogur se incluye como un alimento básico en la dieta de las personas de muchos países alrededor del mundo. El consumo medio de yogur en todo el mundo ha aumentado constantemente. En el 2012, el consumo per cápita (en kg) de yogur fue de 21.3

en Francia, seguido de 13.2 en Irlanda, 10.2 en Inglaterra, 9.9 en Australia, 7 en Brasil y 6.7 en Estados Unidos (Chandan *et al.*, 2017). De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], (2016) citado por Macharé y Zevallos, (2017) en el 2016 el consumo de yogur por hogar en el Perú, fue aproximadamente 46 litros.

De acuerdo a Macharé y Zevallos (2017) en nuestro país el sector lácteo está conformado por la leche y sus derivados lácteos como queso, mantequilla, yogur y helados; en donde el yogur representa el 32.3 % de la producción nacional de lácteos. Asimismo, dentro de la división yogur, la oferta se clasifica en regular y light, representando cerca de 93 % y 7.4 % respectivamente. Dentro del yogur regular se encuentran los segmentos: entero, diversión, funcional, indulgencia y nutrición niños, mientras que el yogur light no se subdivide en segmentos. Según la Agencia Agraria de Noticias (2017) “una de las categorías dentro de la industria láctea que más rápido ha crecido en el Perú es la de yogur, y es que dicho mercado va creciendo en el orden de 6 % en volumen y 7 % en valor”. Por otra parte menciona que en la categoría yogur para beber, las ventas de los yogures *funcionales* y *especiales* para el año 2021 se incrementarán rápidamente en el mercado peruano. La razón es que los consumidores perciben este tipo de yogur como aporte de beneficios adicionales para la salud.

Composición química del yogur

Los componentes cualitativos y cuantitativos de los nutrientes de las leches ácido lácticas, son modificadas por procesos fermentativos mediante la acción de bacterias benéficas. Cada especie de bacterias estimula el crecimiento de la otra, y los productos de su metabolismo combinado dan como resultado la textura cremosa característica y el ligero sabor ácido de la leche fermentada (Huayta, 2015). Pueden observarse modificaciones insignificantes a temperaturas menores de 4 °C, debido a que en esta situación se ralentiza e incluso se inhibe la actividad enzimática de la microbiota activa (Arioui *et al.*, 2016). De acuerdo a Ettore (2014) “los yogures presentan una situación compositiva con nutrientes más abundantes en comparación de la leche original, excluyendo la lactosa”. En la Tabla 1 se muestra la composición aproximada de yogures comerciales en la industria moderna y datos originales de la leche de vaca.

Tabla 1

Composición promedio y valor energético porcentual de la leche de vaca y algunos tipos de yogur

| Componente nutricional | Leche | | Yogur | | |
|-------------------------------|--------|------------|---------------|-------------------|------------------|
| | Entera | descremada | Entero blanco | Descremado blanco | Entero con fruta |
| Sólidos totales (%) | 12.5 | 9.5 | 15 | 14 | 22 |
| Proteína (%) | 3.3 | 3.4 | 4.3 | 6.7 | 4.3 |
| Grasa (%) | 3.4 | 0.2 | 4.1 | 0.2 | 4.5 |
| Total de azúcar (%) | 4.8 | 5.0 | 4.6 | 4.9 | 15.7 |
| Ácido láctico (%) | 0.003 | 0.003 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Valor energético (Kcal/100 g) | 62 | 35 | 66 | 47 | 102 |

Fuente: Agroscope Composition, (2007) y Agricultural Research Service, (2013), citados por Ettore, (2014).

El yogur contiene los mismos componentes nutricionales de la leche; incrementando algunos de ellos, como la proteína, grasa y energía, debido a los ingredientes utilizados en el proceso de elaboración. Por otra parte, la lactosa disminuye por acción de la microbiota acidoláctica, y como consecuencia se incrementa el ácido láctico.

Características fisicoquímicas del yogur

La evaluación de las características fisicoquímicas del yogur permite garantizar su calidad e inocuidad hacia los consumidores, por otra parte cumple un rol importante en el control de los parámetros estrictos establecidos por las autoridades sanitarias competentes. Con el análisis de las propiedades fisicoquímicas del yogur, se pueden conocer los valores del pH, acidez, densidad, sólidos solubles, sinéresis, retención de agua, viscosidad, colorimetría, entre otras características. Mediciones que establecen la estandarización del producto y calidad del mismo.

El yogur es un producto más inocuo que la leche, debido a la conversión de la lactosa en ácido láctico, el cual le da un efecto conservante. El pH bajo de la bebida láctea inhibe el crecimiento y desarrollo de bacterias putrefactas (Tetra Pak International S.A., 2015). Por otra parte, a pH bajos se obtiene una mayor consistencia, ya que ocurre la desmineralización y desestabilización de la caseína micelar debido a la precipitación de la caseína; además, el

ácido láctico es crítico en relación con los sabores agudos, ácidos y el aroma resultante (Ettore, 2014).

El incremento de la acidez del yogur, debido a la producción de ácido láctico, trae consigo la coagulación de la caseína, afectando las propiedades reológicas y sensoriales del producto (Mori, 2017). La cantidad de acidez del yogur es importante para una buena calidad en sabor, cuerpo y textura del producto lácteo, es por ello que Mori (2017) recomienda que la acidez del yogur debe encontrarse entre 0.8 a 1.8 % de ácido láctico.

La sinéresis es la contracción del gel, que luego conduce a la separación del suero, se produce debido a la pérdida de la capacidad del gel de yogur para retener toda la fase del suero debido al debilitamiento de la red de gel. La sinéresis es observada al momento que el suero se separa del gel del yogur, y esto se debe a que se da una reorganización de la red de partículas de caseína adheridas entre sí, contrayéndose y expulsando fluido intersticial (Córdova, 2016).

Características organolépticas del yogur

Son aquellas particularidades del yogur que se pueden captar por los sentidos: vista, olfato y gusto. Las personas como panelistas entrenados, semientrenados o no entrenados, son la única herramienta para llevar a cabo la evaluación sensorial de acuerdo al grado de aceptabilidad del producto (aceptación o rechazo). La evaluación sensorial como método científico nos permite medir, analizar e interpretar las respuestas del panel acerca de las distintas formulaciones del producto evaluado, lo cual permite crear, modificar e innovar alimentos con gran nivel de aceptación en el mercado.

Parámetros microbiológicos del yogur

Las bebidas fermentadas, al igual que todos los alimentos expendidos en el mercadonacional, deben cumplir con exigencias aplicables a cada producto y actividades conllevadas en la fabricación, con el fin de garantizar la inocuidad de los mismos y asegurar la salud de

los consumidores. Dentro de las exigencias establecidas para cada producto se encuentran las especificaciones técnicas (físicoquímicas), sanitarias (microbiológicas) y organolépticas.

Los requisitos microbiológicos del yogur, de acuerdo al Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos D.S.-N° 007-2017-MINAGRI (2018), la NTP 202.092:2014. Leche y productos lácteos. Leches fermentadas. Yogur. Requisitos. (INACAL, 2014) y la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano R.M. N° 591 – 2008 – MINSA (2008) se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Criterios microbiológicos para el yogur

| Agente microbiano | Unidad | Límites por ml | |
|--------------------|--------|----------------|-----------------|
| | | Mínimo | Máximo |
| Coliformes totales | UFC/ml | 10 | 10 ² |
| Mohos | UFC/ml | 10 | 10 ² |
| Levaduras | UFC/ml | 10 | 10 ² |

Fuente: D.S.-N° 007-2017-MINAGRI, (2018); INACAL, (2014); R.M. N° 591-2008-MINSA, (2008) y INACAL, (2014).

Tipos de yogur

De acuerdo al INACAL (2014) los yogures se clasifican de la siguiente manera:

Yogur batido: yogur cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, siendo luego sometido a un tratamiento mecánico. Presenta una consistencia líquida a semisólida, y contiene 14 % de sólidos totales.

Yogur coagulado o aflanado: yogur cuya fermentación y coagulación se produce en el envase individual listo para la venta.

Yogur bebible: producto en el que la leche pasteurizada presenta un contenido de sólidos totales entre el 8 al 9 %. Presenta una consistencia líquida.

Yogur tradicional o natural: yogur sin adición de saborizantes, azúcares y/o colorantes, permitiendo solo la adición de estabilizantes y conservadores.

Yogur aromatizado: producto cuya composición ha sido modificada mediante la incorporación de un máximo de 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas, verduras, jugos, purés, [...], café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales y/o sabores). Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación (INACAL, 2014).

Importancia nutricional del yogur

Diversos estudios apuntan que el consumo de productos lácteos, como el yogur, es un marcador de la calidad en la dieta tanto en adultos como en niños y adolescentes (Babio, Mena y Salas, 2017). Son múltiples los beneficios que se le atribuyen a esta bebida en la salud de los consumidores, por ejemplo Ware (2018) menciona que las bebidas fermentadas, son una de las mejores fuentes dietéticas de calcio en términos de biodisponibilidad.

El calcio es esencial para el desarrollo y mantenimiento de huesos y dientes sanos; asimismo, es importante para la coagulación de la sangre, la cicatrización de heridas y el mantenimiento de una presión arterial normal (Tamang, 2015). El consumo regular de productos lácteos puede reducir el riesgo de diabetes tipo 2. Se cree que el calcio y el contenido de magnesio son los responsables del efecto (Chandan *et al.*, 2017).

En un reciente estudio se investigaron las asociaciones entre el consumo de productos lácteos totales con la mortalidad y las principales enfermedades cardiovasculares existentes; evaluaron a 136,384 personas de entre 35 y 70 años de edad, pertenecientes a 21 países de los cinco continentes que consumían productos lácteos como leche, yogur y queso. Los resultados obtenidos por los investigadores revelaron que el consumo de productos lácteos se asocia con un menor riesgo de mortalidad y eventos importantes de enfermedades cardiovasculares, especialmente el consumo de yogur demostró la disminución del 10 % del riesgo de mortalidad y de contraer enfermedades cardiovasculares (Dehghan *et al.*, 2018). De acuerdo con Parra (2012), “debido al aumento en la población mundial, es importante la

prevención y tratamiento de enfermedades con el fin de maximizar la calidad de vida”. Para ello recomienda el consumo de productos lácteos fermentados con microorganismos probióticos como el yogur, esto debido a las propiedades funcionales benéficas que se le atribuyen.

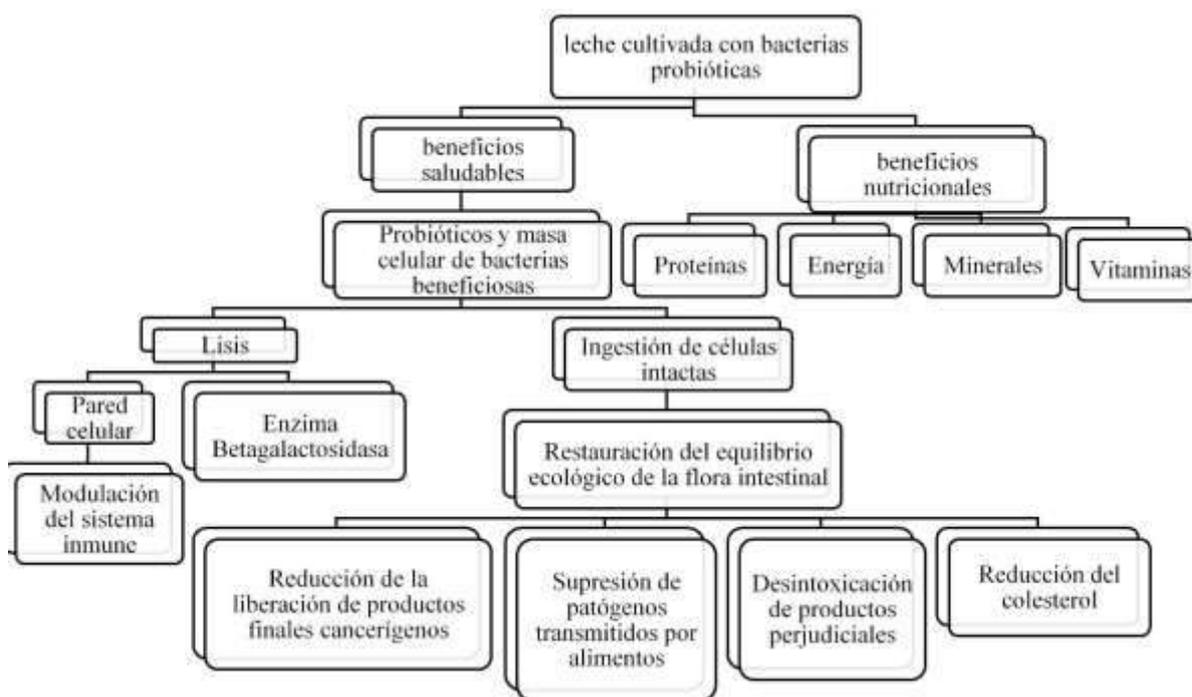


Figura 1: Beneficios saludables de las bebidas lácteas fermentadas

Fuente: Tamang (2015).

1.2.2. Probiótico

De acuerdo a la FAO (2006), citado por Castillo (2014): “los probióticos son microorganismos vivos que cuando se consumen en cantidades apropiadas, confieren al huésped efectos saludables”. Asimismo el término probiótico incluye una gran cantidad de microorganismos y dentro de este grupo los más importantes son las bacterias acidolácticas, debido a sus efectos benéficos en el tracto gastrointestinal del humano (Parra, 2012). Es por ello que en la actualidad, los productos lácteos constituyen los principales alimentos para el aporte de probióticos, ya que además de las propiedades funcionales de las bacterias inoculadas comúnmente, estos alimentos son fáciles de digerir y tienen gran aceptación en los distintos grupos de población (Castillo, 2014). El yogur ha sido catalogado como un alimento funcional por muchos investigadores, esto debido a que en su elaboración se

utilizan probióticos, los cuales son microorganismos vivos que ofrecen beneficios saludables al hospedador. Cuando se consume en cantidades adecuadas proporcionan acción protectora contra patógenos, además de beneficios nutricionales (Hossain, Sadekuzzaman y Ha, 2017).

De acuerdo a Kaur, Kaur y Nagpal (2015) mencionan:

Los probióticos se denominan organismos benéficos porque pueden proporcionar efectos beneficiosos, como alterar el equilibrio de la microbiota intestinal, inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, sintetizar y mejorar la biodisponibilidad de los nutrientes, promover una buena digestión, reducir el efecto de los alérgenos, aumentar la función inmunológica y reducir el colesterol, estimulando el sistema inmunológico, aliviando la intolerancia a la lactosa, y aumentando la resistencia a la infección. La nueva evidencia apoya el papel de los probióticos en la prevención y el tratamiento de otras enfermedades, como las infecciones urogenitales, la fibrosis quística, varios tipos de cáncer, la caries dental, las enfermedades periodontales y el mal olor bucal.

Parra (2012) señala que para la selección de las cepas probióticas, estas deben cumplir las características descritas en la Figura 2.



Figura 2. Bases teóricas para la selección de microorganismos probióticos.
Fuente: Parra (2012)

1.2.3. Café

El café es una de las bebidas no alcohólicas más consumidas en todo el mundo, la cual se elabora a partir de las semillas del cafeto; una vez que han sido separadas de la baya y el mucílago, secadas y tostadas a una temperatura y tiempo controlados (Camacho y Merino, 2018).

Se cree que el cultivo de café procede del norte de Etiopía (pueblo antiguamente llamada Abisinia) en el oriente de África y su cultivo está culturalmente ligado a la historia y al progreso de muchos países que lo producen, remontándose el inicio hacia el año 675 antes de nuestra era. No obstante el cultivo fue desconocido hasta los siglos XV y XVI, cuando se cultivaron grandes extensiones de plantaciones en la región árabe de Yemen (Rodríguez *et al.*, 2017).

El género *Coffea*, que pertenece a la familia de las Rubiáceas, abarca dos de las especies de plantas más importantes del comercio internacional de café: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, ampliamente conocidos como Arábica y Robusta. El *C. arabica* L, tomando en cuenta las diferentes variedades y formas cultivadas, es originaria de alrededor del 65 y 70 % de la producción mundial de café (Alves, Rodrigues, Nunes, Vinha y Oliveira, 2017). Desde 1718, el café fue conocido en América, y su cultivo se inició en una colonia holandesa llamada Surinam. En 1730, los colonizadores Británicos llevaron el café a Jamaica y luego se extendió a América central y del Sur (Aristizábal, Chacón y Cardona, 2017).

Perú cuenta con las condiciones ambientales y agroecológicas propicias para el cultivo de café, de las diferentes variedades, ya sea orgánico o convencional. De acuerdo al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR] (2018) “el café que se cultiva en el Perú corresponde a la especie *Coffea arabica* con distintos perfiles de sabor, aroma y acidez”.

Producción y consumo de café

Actualmente, más de 70 países producen café. En el 2015 y 2016, la producción mundial de café fue de unos 145 millones de sacos de 60 kg, mientras que el consumo redondeó los 152.1 millones. Brasil es el mayor productor mundial de café (43 millones de sacos de 60 kg en 2015), seguido por Vietnam (27.5 millones de sacos de 60 kg). Colombia e Indonesia ocupan el tercer y cuarto lugar, respectivamente (International Coffee Organization [ICO], 2016, citado por Chandan *et al.*, 2017).

El café es el producto agrícola más importante de las exportaciones peruanas. Según el MINCETUR (2017), citado por Junta Nacional del Café [JNC] (2017) “El Perú ocupa el segundo lugar a nivel mundial como productor y exportador de café orgánico”. De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario del 2012, un aproximado de 224 mil familias conducen 425 400 ha de café, localizadas en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos. Los departamentos de Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Huánuco y Pasco concentran el 91 % del total de productores y de área cultivada (Díaz y Carmen, 2017).

En el Perú, son aproximadamente 224 mil familias que se dedican al cultivo del café. Así mismo la mayor proporción de productores no se encuentran organizados bajo ninguna forma y conducen sus fincas de manera tradicional (70 a 80 %). Por otra parte, de la producción nacional de café, el 95 % es exportable, y solo el 5 % se consume en el mercado interno (Díaz y Carmen, 2017). Esta situación genera una gran dependencia de las familias peruanas caficultoras al mercado internacional y a los precios altamente volátiles del producto (Contreras, 2017).

El consumo interno de café es relativamente bajo (0.8 kg per cápita) con respecto a la de otros países cafetaleros como Brasil (4 kg per cápita) o Colombia (2 kg per cápita), esto debido a la débil promoción de sus beneficios nutricionales y la mínima industrialización que se le está dando en nuestro país (Lozano, 2017). De acuerdo a Euromonitor (2015), citado por Díaz y Carmen (2017) en el periodo 2010 - 2015 el 70 % del café que se consumió

en el Perú fue soluble e importado, 28 % estuvo compuesto por segunda y descarte, mientras que solo el 2 % de la oferta de café tuvo algún estándar de calidad y era peruano.

Ante este contexto los expertos señalan que solo abriendo el mercado interno e incrementando la demanda del café peruano, se generarán precios justos y estables para los pequeños productores caficultores (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], Cámara del Café y del Cacao [CAMCAFE], Junta Nacional del Café [JNC], Departamento Federal de Economía Formación e Investigación [DEFI] y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018).

Composición química de los granos de café

Los granos de café están formados por más de 1000 compuestos como vitaminas, aminoácidos, azúcares, lípidos, minerales, alcaloides y compuestos bioactivos que determinan la calidad, el aroma y sabor peculiar de la bebida (Camacho y Merino, 2018; Sierra y Selva Exportadora, 2017). De acuerdo a Preedy (2014), el café tostado pierde gran parte de los componentes íntegros debido al tratamiento térmico, mientras que por otro lado, algunos nutrientes se concentran en mayores cantidades. Asimismo, se ganan más de 900 componentes volátiles formados principalmente durante el proceso de tostado, los cuales son los responsables de las cualidades sensoriales.

Wei y Tanokura (2015) consideran que la formación de las características del aroma, sabor y color del café tostado, están relacionados al decrecimiento de los componentes del café verde, debido al proceso térmico; como los polisacáridos, oligosacáridos, aminoácidos libres, ácido clorogénico y trigonelina. Por otra parte, debido a la reacción de Maillard ocurrida en el tostado, se originan compuestos nitrogenados como la melanoidina (Tabla 3).

Tabla 3

Composición química nutricional del café arábica en grano verde y tostado

| Componentes | Grano de café verde (%) | Grano de café tostado (%) |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Polisacáridos | 50 – 55 | 24 – 39 |
| Oligosacáridos | 6 – 8 | 0 - 3.5 |
| Lípidos | 12 – 18 | 14.5 – 20 |
| Aminoácidos | 2 | 0 |
| Proteína | 11 – 13 | 13 – 15 |
| Ácido clorogénico | 5.5 – 8 | 1.2 – 2.3 |
| Cafeína | 0.9 – 1.2 | 0 – 1 |
| Trigonelina | 1 – 1.2 | 0.5 – 1 |
| Ácidos grasos | 1.5 – 2 | 1 – 1.5 |
| Minerales | 3 – 4.2 | 3.5 – 4.5 |
| Melanoidina | - | 16 – 17 |

Fuente: Wei y Tanokura (2015).

Beneficios de los compuestos bioactivos del café

Estudios recientes demuestran las propiedades benéficas del café en la salud humana. Camacho y Merino (2018) reportan que el café es una fuente importante de polifenoles y antioxidantes; además, refieren que utilizado como ingrediente en la elaboración de yogur, mantiene sus propiedades benéficas. De acuerdo a las investigaciones recogidas por Patay, Fritea, Antonescu y Dobjanschi (2017), los beneficios farmacológicos del café son muchos, actuando como antioxidante, desintoxicante, reductor de lípidos, cardioprotector, antiinflamatorio, analgésico, diurético, antibacteriano, antiviral, antifúngico, antiosteoporético, anticelulítico, entre otros (Tabla 4).

Tabla 4

Componentes bioactivos del café y sus beneficios saludables

| Componentes bioactivos principales | Propiedades |
|---|--|
| Cafeína | Antioxidante que suprime las células inflamatorias e inmunocompetentes. Estimula el sistema nervioso central, mejorando el estado de aprendizaje. En personas sensibles puede ocasionar taquicardia, ansiedad e insomnio. |
| Cafestol | Antiinflamatorio y aumenta los lípidos séricos |
| Polifenoles | Dentro de estos tenemos a los ácidos clorogénicos, los cuales actúan como antioxidantes inhibiendo la oxidación del colesterol, ofreciendo protección hepática y actividades antivirales. También se encuentran las isoflavonas, ligninas, taninos y antocianinas los cuales tienen la capacidad protectora contra la carcinogénesis y osteoporosis. |
| Dirpenos | Representan el 20 % de la fracción lipídica. Presentan actividad antioxidante, anti cancerígena y propiedades hepatoprotectoras. |
| Melanoidinas | Son polímeros de nitrógeno, producidas como resultado de la reacción de Maillard. Estos compuestos tienen capacidad antioxidante y están relacionados con la disminución de padecer diabetes mellitus 2. |

Fuente: Wei y Tanokura, (2015); Alves *et al.*, (2017); Dorsey y Jones, (2017); Camacho y Merino, (2018).

1.2.4. Panela granulada

La panela o chancaca es un edulcorante natural obtenido de la concentración del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L., perteneciente a la familia de las Poáceas), con una humedad menor o igual al 3 % mediante batido y deshidratación de las mieles al momento de alcanzar el punto de clarificación (Ramírez, 2018). Debido a sus propiedades funcionales y nutricionales es considerada como saludable (Jaffé, 2015).

Debido al fácil proceso de elaboración y a la inexistencia de operaciones químicas en la transformación, este edulcorante retiene mayor cantidad de nutrientes de la caña de azúcar como: minerales, vitaminas (A, B, C, D y E), aminoácidos, proteínas y antioxidantes (Lee *et al.*, 2018). De acuerdo al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [INVIMA] (2016) “la panela es un producto con un importante valor nutricional, de alto consumo, especialmente en la dieta de la población infantil”. La panela puede ser utilizada

como insumo en la elaboración de alimentos ricos en nutrientes y antioxidantes, por ejemplo en yogures.

La panela (Figura 3), a diferencia del azúcar industrial, constituye un endulzante natural más puro; el cual se ha obtenido por operaciones unitarias sencillas como evaporación y cristalización, exento de operaciones químicas, de centrifugado o de refinamiento. Debido a ello mantiene íntegramente todos los nutrientes de la caña de azúcar (Marcos y Saldaña, 2016).

La “caña de azúcar” (*Saccharum officinarum* L.), originaria de Nueva Guinea, es un vegetal con gran capacidad productora de insumos para la industria. A partir de ella, se obtiene diversos productos y subproductos importantes como biocombustibles, mieles, azúcares en gránulos o sólida, papel, alcohol, tableros aglomerados a base de bagazo, abono como la cachaza, insumos para la elaboración de alimentos balanceados para animales como melazas, y fibra celulósica (Silva, 2013).

En relación a los nutrimentos de la panela, Silva (2013) señala que:

A diferencia de los azúcares industriales que contienen más de 99 % de sacarosa, la panela presenta un promedio de 85 % de sacarosa, azúcares reductores (glucosa y fructosa) y muchos nutrientes como minerales, proteínas y algunas vitaminas; de esta manera su consumo puede ayudar a prevenir diversas enfermedades y a mantener la buena salud, por no contener químicos ni preservantes.

A nivel mundial, la panela es conocida con diferentes nombres, los más comunes son: azúcar no centrifugada (Norte América), muscovado (Brasil), jaggery (Sur de Asia), kokuto (Japón), chancaca (Bolivia y Perú) y panela en otros países de Sudamérica (Jaffé, 2012).



Figura 3. Panela granulada orgánica
Fuente: Sierra y Selva Exportadora, (2015).

En el Perú, el consumo de panela es bajo, debido a la débil cultura de consumo de productos orgánicos nacionales y nutritivos (El Tiempo, 2017; Sierra y Selva Exportadora, 2015); además, el factor limitante del consumo de panela es el precio elevado (3 veces mayor) con respecto al azúcar comercial, así como la deficiente disponibilidad de productos con valor agregado; a partir de la panela en el mercado.

Composición química nutricional de la panela granulada

Para corroborar las ventajas nutricionales de la panela, respecto a la azúcar refinada y a la azúcar cruda, en la Tabla 5 se presentan las proporciones de los componentes que contienen cada producto.

Tabla 5

Análisis comparativo de la azúcar refinada, rubia y panela.

| Para 100 g | Azúcar refinada | Azúcar rubia | Panela |
|--------------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| Carbohidratos (g) | | | |
| Sacarosa | 99.6 | 96 a 99 | 72 a 78 |
| Fructuosa | - | 0 a 1 | 1.5 a 7 |
| Glucosa | - | 0 a 1 | 1.5 a 7 |
| Minerales (mg) | 5 | 96.9 | 253.35 |
| Potasio | 0.75 | 2.85 | 11.5 |
| Calcio | 2.75 | 80 | 70 |
| Magnesio | - | 4.5 | 80 |
| Fósforo | - | 4 | 55 |
| Sodio | 0.75 | 0.85 | 24.5 |
| Hierro | 0.75 | 2.95 | 11.5 |
| Manganeso | - | 1.55 | 0.35 |
| Cobre | - | 0.2 | 0.5 |
| Vitaminas (mg) | | | |
| Provitamina A | - | 0.34 | 2 |
| Vitamina A | - | 0.32 | 3.8 |
| Vitamina B1 | - | Trazas | 0.01 |
| Vitamina B2 | - | Trazas | 0.06 |
| Vitamina B5 | - | Trazas | 0.01 |
| Vitamina B6 | - | Trazas | 0.01 |
| Vitamina C | - | Trazas | 7 |
| Vitamina D2 | - | Trazas | 6.5 |
| Vitamina E | - | 40 | 111.3 |
| Vitamina PP | - | Trazas | 700 |
| Proteínas (mg) | - | 100 | 280 |
| Agua (g) | 0.01 | 0.05-0.98 | 1.5 – 7 |
| Energía (Kcal) | 384 | 382 | 312 |

Fuente: Rojas (1998), citado y adaptado por Silva (2013).

De acuerdo a la Tabla 5, la panela granulada contiene 2.6 veces más minerales que la azúcar rubia, mientras que 50.67 veces más que el azúcar refinado. Por lo tanto, son notables los beneficios que aporta a la dieta de las personas. Sobre la naturaleza funcional de los azúcares, el INVIMA (2016, p. 4) refiere “los azúcares son nutrientes básicamente energéticos, de ellos el organismo obtiene la energía necesaria para su funcionamiento y desarrollo de procesos metabólicos”.

Los carbohidratos presentes en la panela son la sacarosa, que aparece en mayor proporción (72 a 78 %) y otros componentes menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa (1.5 a 7 %) y la fructuosa (1.5 a 7 %); los cuales poseen mayor valor

biológico para el organismo que la sacarosa (Tabla 5). Una de las mayores ventajas de la panela respecto al azúcar refinado y crudo es que mantiene la mayor parte de fitonutrientes, minerales, vitaminas y proteínas de la caña de azúcar después del procesamiento. Esto es evidenciable en la Tabla 5.

Además de los componentes ya mencionados, la panela contiene otros compuestos secundarios como polifenoles y flavonoides; los cuales son los causantes de conferir efectos beneficiosos al organismo de las personas (Alarcón, 2017; Lee *et al.*, 2018). Asimismo, Shivika (2018) reporta que la panela actúa como un agente de limpieza en el cuerpo y ayuda a eliminar las toxinas de varios órganos, tiene la capacidad de mejorar la salud en gran medida.

Lee *et al.* (2018) reportan algunos de los efectos benéficos de la panela, demostrados *in vitro* e *in vivo*, para la salud de las personas, por ejemplo: estimulación en la respuesta inmunológica, actividades antitóxicas, antioxidantes, antiproliferativas, citoprotectoras, anticarcinogénicas, mejora de la ingesta del hierro, así como prevención de la diabetes y la hipertensión.

Las propiedades de la panela que a Jaffé (2012) le parecen más importantes y prometedoras a corto plazo son: la prevención de la anemia y la protección contra el envenenamiento por arsénico, debido a su relevancia en los problemas de salud pública a nivel mundial. Otras propiedades de la panela son mencionadas por Ramírez (2018) “participa en el crecimiento y restaura la piel, protege al sistema nervioso, previene los calambres musculares, aumenta la resistencia ante el estrés e infecciones, previene la anemia, refuerza el sistema inmunológico, es antialérgico y ayuda en la asimilación de azúcares”.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar y fecha de ejecución

El estudio experimental se llevó a cabo en el taller de procesamiento agroindustrial de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, mientras que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio general de ciencias básicas de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), Filial Morropón - Chulucanas; ubicados en el Jirón Lima N° 305 del distrito de Chulucanas – Perú. La fase experimental de la investigación se desarrolló entre los meses de octubre a diciembre del año 2018.

2.2. Materiales y equipos

En las Tablas 6 a 10 se detallan los materiales, insumos, reactivos, instrumentos y equipos utilizados en el desarrollo de la investigación:

Tabla 6

Materia prima e insumos empleados en la investigación.

| Nombre | Descripción |
|-----------------------------|--|
| Leche de vaca | Fresca, de buena calidad. |
| Cultivo Lyofast (SAB 446 B) | Cultivo probiótico liofilizado marca comercial SACCO, de 1 UC. |
| Panela granulada orgánica | Certificada, proveniente de la sierra de Piura |
| Leche descremada en polvo | De buena calidad, y marca reconocida. |
| Café tostado y molido | Proveniente de las zonas productoras del departamento de Piura, certificado. |
| Sorbato de potasio | Conservante de amplio espectro |
| Pectina | Estabilizante. |
| Agua de mesa comercial | Utilizada para la elaboración del concentrado de café. |
| Agua potable | Para limpieza de los materiales. |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7

Equipos utilizados en el desarrollo de la investigación.

| Nombre | Cantidad | Descripción |
|---------------------|-----------------|---|
| Cocina industrial | 1 | Equipo de tres hornillas a gas |
| Balanza electrónica | 1 | Equipo electrónico con capacidad 30 kg y sensibilidad 200 g |
| Balanza analítica | 1 | Alta sensibilidad |
| Incubadora | 1 | Incubadora regulable |
| Refrigeradora | 1 | Equipo de 30 litros de capacidad |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8

Instrumentos de medida utilizados en la investigación.

| Nombre | Cantidad | Descripción |
|--------------------|-----------------|--|
| Brixómetro | 1 | Mide los sólidos solubles mediante la refracción en escala de grados Brix. Escala de medición 0.0 - 80.0 °Bx |
| Lactodensímetro | 1 | Mide la densidad y la temperatura de la leche |
| Termómetro digital | 1 | Termómetro digital escala de medición -18.0 a 200.0 °C |
| Potenciómetro | 1 | Para medir el potencial de hidrógeno de las muestras (pH) |
| Bureta graduada | 1 | Para medir la acidez titulable de las muestras |
| Centrífuga | 1 | Para medir el porcentaje de retención de agua |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9

Materiales en general empleados en la investigación.

| Nombre | Cantidad | Descripción |
|-------------------|-----------------|---|
| Vaso precipitado | 4 | Capacidad de 250 y 500 ml |
| Probeta | 4 | Capacidad de 100 y 250 ml |
| Pipetas | 10 | Capacidad 1 y 10 ml |
| Placas Petri | 8 | De vidrio |
| Matraz Erlenmeyer | 4 | Capacidad de 50, 100 y 250 ml |
| Tela organza | 1 | 1 m ² de área |
| Olla | 1 | Olla de acero inoxidable, 20 L de capacidad |
| Jarras | 3 | Jarras de 2 L de capacidad |
| Colador | 1 | Colador de doble malla |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10

Reactivos y medios de cultivo utilizados en la investigación.

| Nombre | Cantidad | Descripción |
|--------------------|-----------------|---|
| Hidróxido de sodio | 50 ml | Solución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N |
| Fenolftaleína | 20 ml | Fenolftaleína al 2 % |
| Solución buffer | 200 ml | Solución buffer para pH ácido y base. |
| Agua destilada | 1 L | Para el enjuague de equipos de medida |
| Agar Sabouraud | 30 g | Numeración de coliformes |
| Agar papa dextrosa | 30 g | Numeración de hongos |

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Materia prima orgánica

Las muestras de panela granulada orgánica utilizadas en la investigación fueron de la marca Norandino AYPATE. Este producto es procesado por productores de caña de azúcar de las provincias de Huancabamba y Ayabaca, y cuenta con certificaciones internacionales como BIO LATINA y SPP (Símbolo de Pequeños Productores). Asimismo, las muestras del café tostado y molido se adquirieron en la Cooperativa Agraria Norandino Ltda., Producido por agricultores de la provincia de Huancabamba. El café también contó con la certificación orgánica BIO LATINA (ver Apéndice 4).

2.3. Metodología

En la Figura 4, se muestra la secuencia de actividades desarrolladas en la presente investigación experimental.

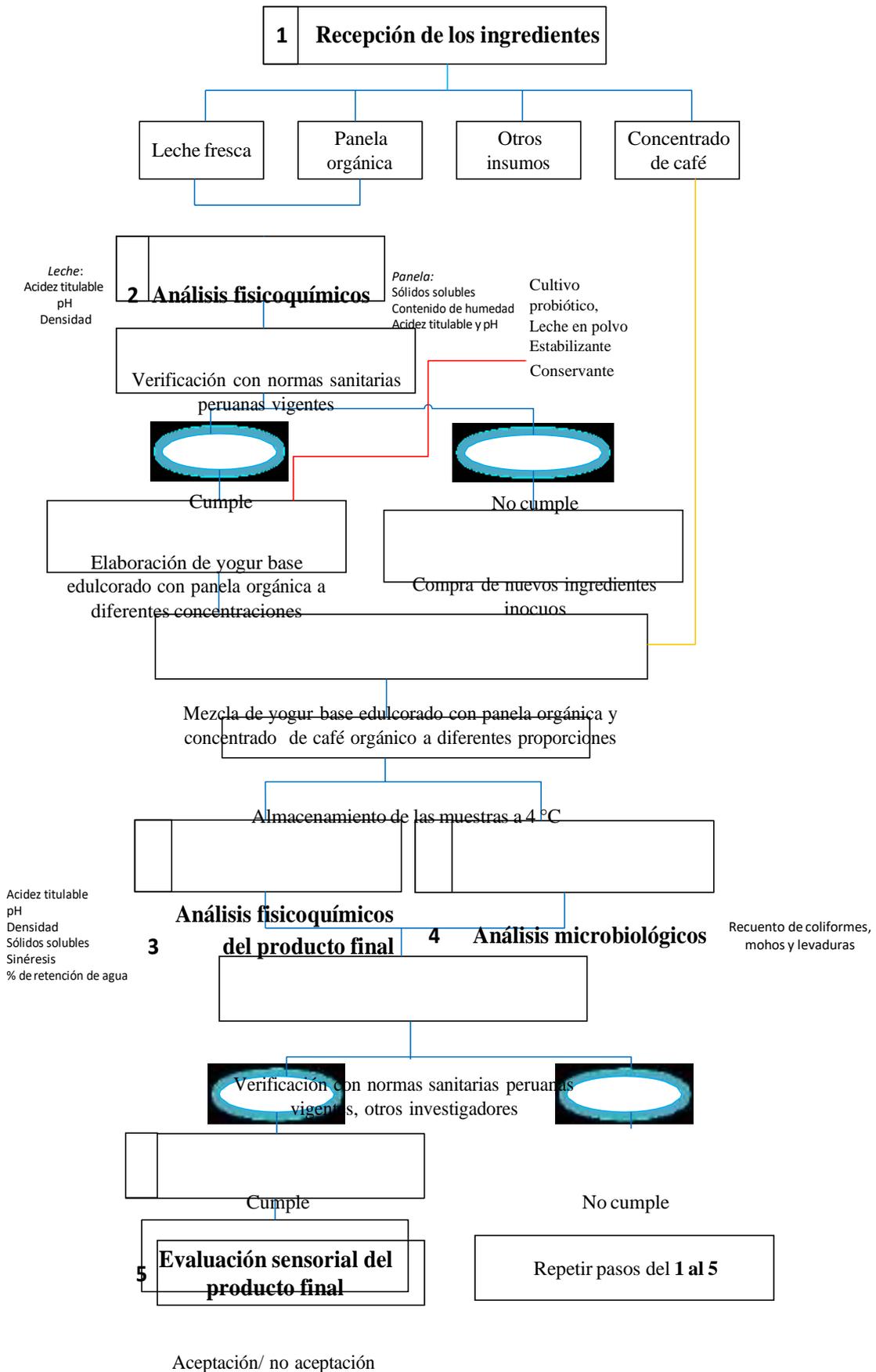


Figura 4. Esquema de ejecución de la investigación experimental.

Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Evaluación de los criterios de calidad de los principales insumos

Leche fresca

Análisis de la acidez titulable

La acidez titulable de la leche es una variable que indica la carga bacteriana que contiene y el cuidado en cuanto a higiene y conservación que se ha tenido desde el ordeño hasta la llegada a las instalaciones de procesamiento (Zamorán, 2012). La medición de la acidez titulable de la leche se realizó en cada réplica del experimento, para ello se requirió una muestra de 9 ml de leche cruda. Se procedió a agregar 3 gotas de indicador fenoftaleina al 2 % y, posteriormente se tituló con una bureta graduada, secuencialmente se procedió a medir el gasto de hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N. Los resultados se expresaron en g de ácido láctico/100g de muestra de leche. Se aplicó la fórmula modificada propuesta por Chacon (2008):

$$Acidez \left(\frac{g \text{ ácido láctico}}{100 g \text{ muestra de leche}} \right) = \frac{N \cdot V \cdot Eq - p}{P} \times 100 \times Fc$$

Donde:

N: Normalidad del NaOH (mEq/ml).

V: Volumen gastado de NaOH (ml).

Eq – p: Peso equivalente del ácido láctico (predominante) (g/mEq = 0.090).

Fc: Factor de corrección de la solución 0.1N de NaOH (0.9925).

P: Peso de la muestra (g).

Análisis del pH

En un recipiente de vidrio se depositó 5 ml de leche cruda como muestra representativa, a la cual se le midió el pH (pH/ORD, HI 2213, HANNA, KOSSODO, Japón), luego se procedió a tomar nota de la lectura del equipo.

Análisis de la densidad

En una probeta se tomó 250 ml de leche cruda, luego se colocó suavemente el termolactodensímetro dentro de la probeta. Seguidamente, se procedió a tomar la lectura. Los resultados se expresaron en g/ml. Debido a que la leche se encontraba a temperaturas superiores a 15 °C (temperatura óptima del equipo de medición), se realizó una corrección mediante la siguiente fórmula reportada por Chacon (2008):

$$\text{Densidad corregida} = \text{Densidad leche} + 0,0002 (T - 15 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Donde:

T: Temperatura leída en el termolactodensímetro.

Panela granulada orgánica

Análisis del pH y acidez

La acidez de la panela se midió mediante titulación y potenciométrico, para ello se utilizó panela previamente homogenizada al 10 % (p/v) en una solución con agua destilada a temperatura ambiente de acuerdo al método modificado por Lee *et al.* (2018). Luego se procedió a medir y a tomar lectura del pH de la solución utilizando un potenciómetro (pH/ORD, HI 2213, HANNA, KOSSODO, Japón). Enseguida se midió la acidez titulable, para lo cual se agregó a la solución 3 gotas de indicador fenolftaleína al 2 %, enseguida se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N. Los resultados se expresaron en g de ácido aconítico/ 100 g de muestra en base seca, debido a que la caña de azúcar presenta en mayor cantidad el ácido aconítico con respecto a otros ácidos orgánicos (Alarcón, 2017). Se aplicó la fórmula modificada propuesta por Alarcón (2017).

$$\text{Acidez}_{\text{Eq-p}} \left(\frac{\text{g ácido aconítico}}{100 \text{ g muestra en base seca}} \right) = \frac{N \cdot V}{P \cdot C} \cdot 100 \times Fc$$

Donde:

N: normalidad del NaOH (mEq/ml).

V: Volumen gastado de NaOH (ml).

Eq – p: Peso equivalente del ácido aconítico (g/mEq = 0.05803).

Fc: Factor de corrección de la solución 0.1N de NaOH (0.9925).

P: Peso de la muestra (g).

C: Contenido de sólidos (°Bx).

Análisis de sólidos solubles

Los sólidos solubles de la panela granulada se midieron utilizando un brixómetro de mano (0 a 80 °Bx, Boeco, Alemania), para ello se elaboró una solución al 10 % (p/v) de panela homogenizada; de acuerdo al método modificado por Guerra y Mujica (2010).

Análisis del contenido de humedad

El contenido de humedad de la panela granulada se determinó siguiendo la metodología de la NTP 207.005:2010 – Azúcar. *Determinación de humedad en azúcar por pérdida en secado* (INDECOPI, 2010, citado por Silva, 2013). En este método, se determina la pérdida de humedad en masa a 105 °C, utilizando una estufa a presión atmosférica, y un desecador al momento de retirar la muestra para que se enfríe, y proceder al pesado y cálculo (INDECOPI, 2010, citado por Silva, 2013).

Se pesó 2 g de muestra dentro de un crisol, y se procedió a disecar a 105 °C por 2 horas en la estufa (DHG 9030^a BLUEPARD INSTRUMENTS LTD, China), después del tiempo cumplido se procedió a retirar la muestra y a colocarla dentro de un desecador hasta equilibrar la temperatura: muestra – ambiente. Los resultados se expresaron como la pérdida de masa durante el secado con relación a la masa original de la muestra, de acuerdo a la ecuación de la NTP 207.005:2010:

$$\% \text{ de pérdida durante el secado} = \left(\frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \right) \times 100$$

M₁: masa del crisol (g).

M₂: masa del crisol + panela antes del secado (g).

M₃: masa del crisol + panela después del secado (g).

Elaboración del concentrado de café orgánico

Se procedió a elaborar el concentrado de café de acuerdo a lo reportado por Cerda (2007). La relación agua – café fue 3:1, por lo cual se utilizó 1 l de agua para 0.33 kg de café orgánico tostado y molido. La solución se llevó a los 85 °C por 15 minutos, luego se procedió a separar la parte sólida mediante el filtrado. Posteriormente, se envasó caliente en un recipiente hermético de vidrio; seguidamente, se disminuyó la temperatura a menos de 4 °C.

Elaboración del yogur probiótico tipo batido

Se elaboraron 2 bases de yogur edulcorado con panela orgánica granulada al 12 y 18 % respectivamente. Posteriormente, se procedió al envasado, rotulado y almacenado a temperaturas inferiores de 4 °C hasta su posterior utilización. A continuación, se presenta la formulación utilizada (Tabla 11); además, se ilustra el diagrama de flujo (Figura 5) y se describe detalladamente las operaciones unitarias seguidas en la elaboración de las muestras del producto lácteo.

Tabla 11

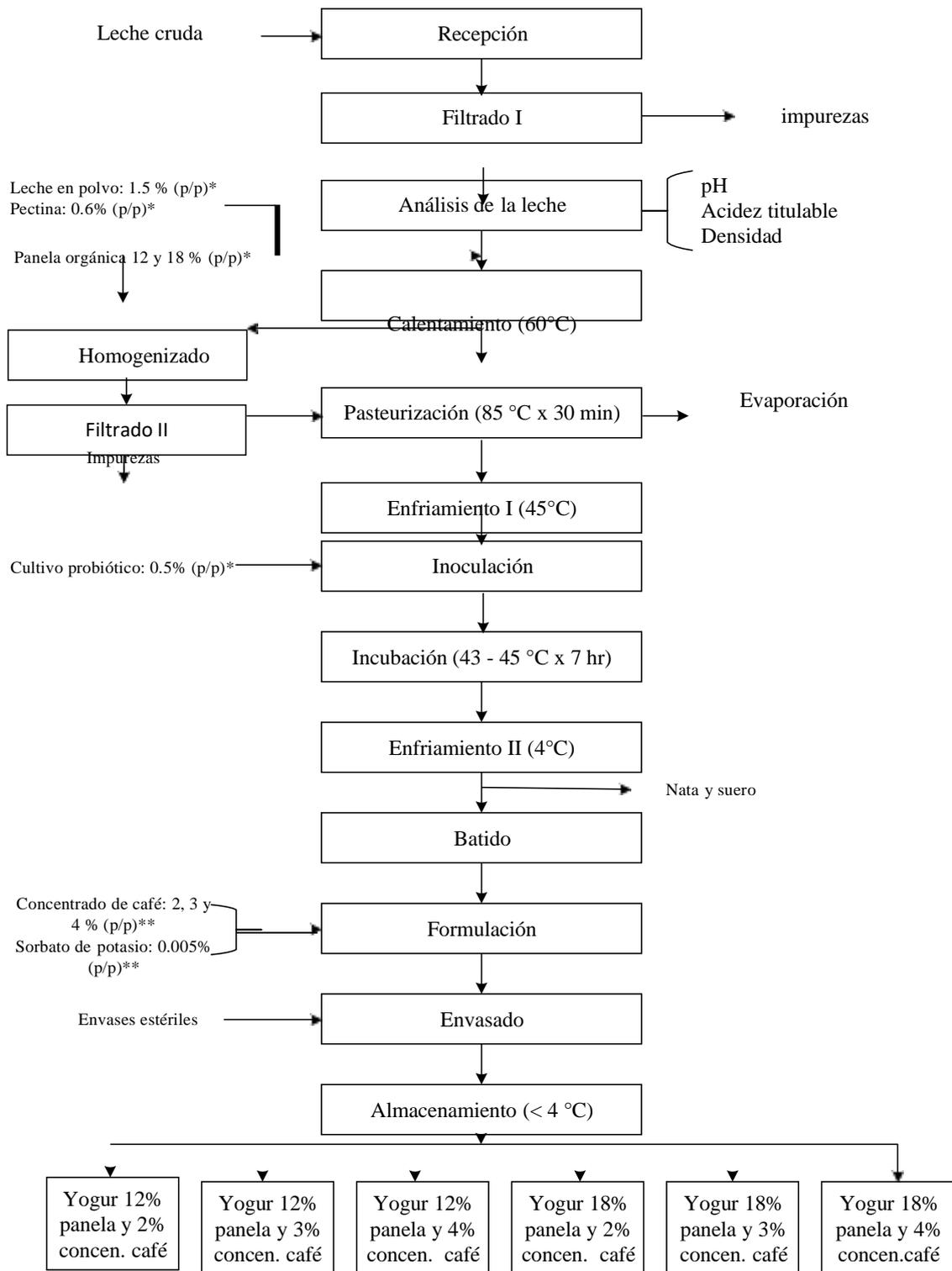
Formulación del yogur probiótico tipo batido

| Insumo | Proporción (%) |
|---------------------------------------|----------------|
| Leche cruda fresca | 100 |
| Leche en polvo descremada* | 1.5 |
| Estabilizante (pectina)* | 0.6 |
| Cultivo probiótico* | 0.5 |
| Panela granulada orgánica* | 12 |
| | 18 |
| Concentrado de café orgánico** | 2 |
| | 3 |
| | 4 |
| Conservante (sorbato de potasio)** | 0.005 |

* Con respecto a la cantidad de leche, (p/p)

** Con respecto a la cantidad de la base de yogur, (p/p)

Fuente: elaboración propia.



* En base a la cantidad inicial de leche recepcionada

** En base a la cantidad de yogur base

Figura 5. Diagrama de flujo de la elaboración de las formulaciones de yogur.

Fuente: elaboración propia.

Descripción de las operaciones unitarias

Recepción: para la elaboración de yogur tipo batido, se utilizó como insumo principal la leche fresca; la cual se compró en la ciudad de Chulucanas. El café tostado y molido, y la panela granulada se adquirieron en la Cooperativa Agraria Norandino Ltda. El resto de insumos se compraron en el mercado modelo de la misma ciudad. En esta operación se evaluó las características de calidad comercial de la panela granulada.

Filtrado I: en esta operación se utilizó tela organza para separar los posibles peligros físicos provenientes de la manipulación y transporte de la leche.

Análisis de la leche: en esta etapa se realizaron diferentes pruebas que llevaron a analizar la calidad y aceptación de la leche para la elaboración de yogur. Se evaluó el pH, acidez titulable y densidad. Los resultados se compararon con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana vigente de leche cruda, así como el D.S. 007-2017-MINAGRI: Reglamento de leche y productos lácteos. Al ser favorable los resultados, se procedió con la siguiente operación del proceso.

Calentamiento: se trabajó en dos *batch* de acuerdo a los niveles de panela descritos en el diseño experimental. La leche se llevó a una temperatura de 60 °C para mejorar la incorporación de los Sólidos No Grasos (SNG) contenido en la leche en polvo adicionada (Cerda, 2007). La incorporación de leche en polvo y pectina permite incrementar la retención de agua, por lo tanto, mejora el cuerpo del yogur (Zoidou, Melliou, Moatsou y Magiatis, 2017). La proporción de estos insumos estuvieron en base a la cantidad de leche recibida.

Homogenización: se retiró una parte de la leche caliente para mezclarla con las proporciones de panela granulada orgánica. Esto debido a que el edulcorante presenta restos de bagazo, cristales insolubles y otras partículas, las cuales pueden representar un peligro físico para el consumidor.

Filtrado II: La homogenización y el filtrado II formaron un *By pass* en el proceso. Al conseguir disolver por completo a la proporción de panela, la solución se devolvió al recipiente principal y se agitó para mezclar el producto. Se utilizó un colador y un retaso de tela organza para esta operación. Del sistema salieron partículas extrañas.

Pasteurización: la mezcla resultante se llevó hasta los 85 °C por 30 minutos para asegurar la destrucción de microorganismos patógenos y otras bacterias que pueden interferir con la actividad del cultivo iniciador del yogur (Chandan *et al.*, 2017). La pasteurización a alta temperatura de la mezcla permite obtener un yogur con cuerpo firme y suave (Zoidou *et al.*, 2017).

Enfriamiento a temperatura de inoculación: la leche endulzada se enfrió hasta 43 °C para adicionar el cultivo. Se utilizó el método baño maría para lograr el enfriamiento (Castillo, 2014).

Inoculación: el cultivo se activó previamente antes de colocarlo en la leche. Se utilizó el cultivo comercial Lyofast SAB 446 B marca SACCO; de 1 UC, el cual alcanza para preparar 100 L de yogur.

Para la activación del cultivo se utilizó 500 g de leche estéril (U.H.T.) calentada a 43 °C, en la cual se disolvió por completo. En tal sentido, para la inoculación de 1 l de yogur se requirió de 5 g de cultivo activado.

Lyofast SAB 446 B se compone de cepas de *Streptococcus thermophilus* seleccionadas, a las que se han añadido las cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* para garantizar una producción uniforme y controlada de productos lácteos fermentados muy suaves (CLERICI SACCO, 2017).

Incubación: la incubación se realizó a 43 °C por 6 a 7 horas aproximadamente, hasta que la base alcanzó un pH de 4.8 (Sanz, Salvador, Jiménez, y Fiszman, 2008).

Enfriamiento 2: se procedió a enfriar el coágulo a temperaturas menores de 4 °C por 12 h. Antes de continuar con la siguiente operación, se procedió a eliminar el sobrenadante y la nata depositada en la cubierta del yogur base, se pesó el producto.

Batido: la ruptura del coágulo se realizó a una misma velocidad y a una misma dirección, de esta manera se obtuvo buenos resultados (Castillo, 2014). Para esta operación se utilizó una cuchara tipo pala de acero inoxidable.

Formulación: cuando la temperatura del yogur base se encontraba a 10 °C, se adicionó el conservante (sorbato de potasio). En esta etapa del proceso, se adicionó el concentrado de café orgánico en 2, 3 y 4 % a los tratamientos correspondientes, considerando el peso de la base de yogur (p/p).

Envasado y rotulado: el producto final se envasó separado, por unidad experimental; a temperatura próxima de 10 °C. Se rotuló de acuerdo al tratamiento.

Almacenamiento: el yogur ya envasado y rotulado se conservó a temperaturas menores de 4 °C, hasta el momento en que se realizaron los análisis del estudio.

2.3.2. Análisis fisicoquímicos de las formulaciones de yogur

Evaluación del pH y acidez titulable

El pH y la acidez son importantes en el sabor y textura del yogur. Estas variables fisicoquímicas, en todo el tiempo de vida útil del yogur, generalmente deben encontrarse en 4 – 4.6 y 0.6 – 1.5 g ácido láctico/100 g de muestra, respectivamente (Zhong, Yang, Cao, Liu y Qin, 2018). Para la medición del pH y la acidez titulable del yogur probiótico, se empleó el método potenciométrico y volumétrico, respectivamente. Se midió 50 ml de muestra en un Baker, luego se procedió a medir el pH (pH/ORD, HI 2213, HANNA, KOSSODO, Japón). La evaluación de la acidez titulable del yogur, se realizó siguiendo el procedimiento descrito en la evaluación de la acidez titulable de la leche fresca.

Evaluación de la densidad y sólidos solubles

Para la medición de la densidad del yogur se empleó el método picnométrico, para ello se utilizó un recipiente de vidrio con tapa de 50 ml de capacidad llamado picnómetro. Para el cálculo de esta variable física se empleó la fórmula reportada por Huerta (2013):

$$\rho_Y = \frac{m_{P+Y} - m_P}{m_{P+W} - m_P} \times \rho_w$$

Donde:

ρ_Y : Densidad del yogur.

m_P : Masa del picnómetro.

m_{P+W} : Masa del picnómetro enrasado con agua a 20 °C.

m_{P+Y} : Masa del picnómetro enrasado con yogur a 20 °C.

ρ_w : Densidad del agua a 20 °C.

Para la medición del porcentaje de sólidos solubles del yogur se utilizó el método por refracción, utilizando un refractómetro manual (escala 0 al 80 °Bx, BOECO, Alemania). Se colocó una pequeña muestra de la bebida láctea en el prisma del equipo y, posteriormente, se tomó lectura. Las muestras se acondicionaron a 20 °C.

Evaluación de la sinéresis y porcentaje de retención de agua

La medición de la sinéresis se realizó siguiendo el método reportado por Castillo (2014), con modificaciones. Se pesó 10 g de cada muestra (P2) en tubos de centrífuga; posteriormente, se centrifugaron a 3500 rpm por 25 minutos; se dejó reposar por 10 minutos, luego se extrajo el sobrenadante (P1) y se aplicó la siguiente relación:

$$\% S = \frac{P1}{P2} \times 100$$

Donde:

S: Sinéresis (%).

P1: Peso del sobrenadante (g).

P2: peso inicial de la muestra (g).

Para la determinación de la retención de agua se registró el peso del precipitado final de las muestras (P3), aplicando la siguiente fórmula reportada por Ye, Ren, Wu, Wang y Liu, (2013):

$$PRA = \frac{P3}{P2} \times 100$$

Donde:

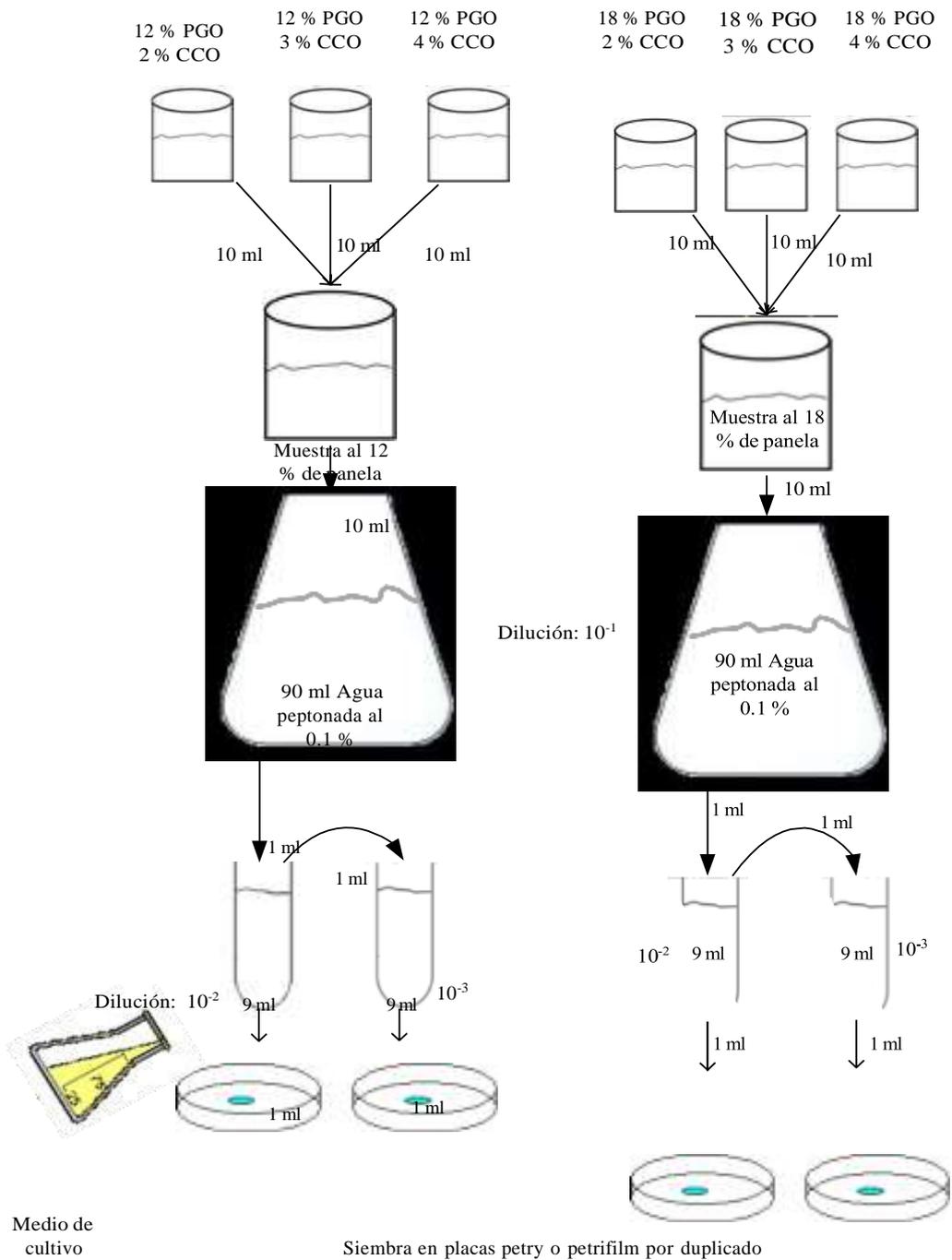
PRA: Retención de agua (%).

P2: peso inicial de la muestra (g).

P3: peso del precipitado (g).

2.3.3. Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico de las formulaciones de yogur, se tuvieron en cuenta puntos críticos de mayor probabilidad de contaminación de los yogures. Teniendo en cuenta que el concentrado de café ha sido envasado a 85 °C, seguido de la disminución instantánea de la temperatura hasta <5 °C, se garantiza la inocuidad de este insumo. Por otro lado, la base de yogur edulcorada con panela es más susceptible a contaminación debido a la manipulación al momento del batido. Teniendo en cuenta lo mencionado, se analizó la carga microbiana especificada por la autoridad sanitaria nacional; empleando un criterio de muestreo, se obtuvieron dos muestras representativas, diferenciadas por los niveles de panela adicionada (Figura 6). El recuento de *Coliformes totales* se realizó siguiendo el procedimiento de 3M, con el método rápido petrifilm.



Panela granulada orgánica (PGO), Concentrado de café orgánico (CCO)

Figura 6. Esquema del recuento microbiológico. Fuente: elaboración propia

Las placas petrifilm para coliformes son recomendadas para usarlas exclusivamente en lácteos, ya que en otros alimentos no han sido probados (3M, 2003). El tiempo y la temperatura especificados por los métodos oficiales de la AOAC (986.33 y 989.10) es 24 ± 2 h a $32 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Para el recuento de cada muestreo se realizaron tres diluciones (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}). Se sembró las dos últimas diluciones.

Para el recuento de hongos (mohos y levaduras) se empleó el agar papa dextrosa, el cual fue preparado y acondicionado para tal fin. El método empleado fue el recuento en placa. Se sembraron las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} . Las placas Petri se incubaron a 25 °C x 5 días (Giles, Ortegón y Palao, 2009).

2.3.4. Evaluación sensorial

Para la determinación de la aceptabilidad de las seis formulaciones de yogur probiótico, edulcorado con panela orgánica granulada (al 12 y 18 %) y aromatizado con concentrado de café orgánico (2, 3 y 4 %) se empleó una prueba de aceptación sensorial a nivel de laboratorio, contando con la participación de 40 consumidores habituales de los cuales el 55 % fueron mujeres y el 45 % varones, de entre 19 a 45 años de edad. La prueba sensorial se desarrolló en el Taller de Procesamiento Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Agraria de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – filial Morropón - Chulucanas. El ambiente contaba con flujo de aire natural, silencioso y con luz blanca. Las muestras de cada formulación se sirvieron en vasos transparentes descartables (30 g), codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Las seis muestras se presentaron a cada evaluador en orden aleatorio.

Se pidió a los participantes que evalúen la aceptabilidad del color, aroma, sabor, consistencia y aceptación global de cada una de las formulaciones, utilizando la escala hedónica de 9 puntos (1=me disgustó extremadamente, 5= no me gusto ni me disgustó, 9= me gustó extremadamente), además se evaluó la intención de compra de los yogures, utilizando una escala de cinco puntos (1=seguramente no compraría, 5= seguramente compraría). Cada participante llenó la ficha correctamente (Apéndice 1).

2.3.5. Diagrama de operaciones y balance de masa

Para la estandarización del procesamiento del yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela orgánica y concentrado de café orgánico, a escala productiva, se elaboró el diagrama de operaciones y balance másico del proceso. Para ello se evaluó la formulación más viable de acuerdo a la preferencia de los consumidores (atributo aceptación global) e intención de compra, así como los costos de materia prima directa (ver Apéndice 3), además se establecieron los parámetros fisicoquímicos para la panela orgánica, leche y producto terminado (formulaciones de yogur).

2.3.6. Diseño experimental

Se usó un Diseño Completo al Azar con arreglo factorial 2x3 con seis tratamientos (formulaciones de yogur) y tres réplicas por tratamiento, siendo el primer factor el porcentaje de panela orgánica (12 y 18 %, p/p) y el segundo, el porcentaje de concentrado de café orgánico (2, 3 y 4 %, p/p) (Tabla 12).

Tabla 12

Estructura del diseño factorial 2 x 3 mostrando los tratamientos experimentales para las formulaciones de yogur

| Tratamiento | Panela granulada orgánica | Concentrado de café | Codificación |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| T1 | | 2 % | 234 |
| T2 | 12 % | 3 % | 467 |
| T3 | | 4 % | 769 |
| T4 | | 2 % | 352 |
| T5 | 18 % | 3 % | 168 |
| T6 | | 4 % | 483 |

Fuente: elaboración propia.

Para las pruebas sensoriales de aceptación de las diferentes formulaciones de yogur (muestras), se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, considerando a cada consumidor como un bloque. El orden de presentación de las muestras de yogur a los consumidores se realizó siguiendo el diseño estadístico mostrado en el Apéndice 2.

2.3.7. Unidades experimentales

La unidad experimental de la investigación fue 1000 ml de leche fresca para cada tratamiento. Se realizaron 6 tratamientos con 3 réplicas por tratamiento, resultando un total de 18 unidades experimentales. Tanto las muestras de los insumos analizados (leche y panela granulada orgánica) y del producto final (formulaciones de yogur), se analizaron fisicoquímicamente por triplicado.

2.3.8. Análisis estadístico

Los resultados experimentales se analizaron con el paquete estadístico STATISTICA versión 10.0; en el cual, a los datos fisicoquímicos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluación de los efectos de las proporciones de panela granulada orgánica, las proporciones de concentrado de café orgánico y posibles efectos de interacción de ambos factores. Asimismo, los resultados sensoriales fueron analizados a través de ANOVA, descrito por Lawless y Heymann (2010); considerando como bloques a los consumidores. Los resultados fisicoquímicos de la calidad comercial de la leche y panela, así como los resultados fisicoquímicos y sensoriales de cada tratamiento se presentan como media \pm desviación estándar. En todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia del 5 %.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Parámetros de calidad comercial de los insumos principales

En la Tabla 13 se muestran los resultados de los análisis de calidad comercial de la panela granulada orgánica empleada en la elaboración de los yogures. Las muestras analizadas se encontraron a una temperatura de 20 °C. La desviación estándar de los valores promedios de los sólidos solubles y pH fueron más altos respecto a los valores de acidez titulable y contenido de humedad; en definitiva todas las variables evaluadas presentaron un nivel de variabilidad bajo.

Tabla 13

Parámetros de calidad comercial de la panela granulada orgánica.

| Principales insumos | pH | Acidez titulable * | Contenido de humedad (%) | Sólidos solubles (%) |
|----------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Panela granulada orgánica | 6.093 ± 0.101 | 0.394 ± 0.036 | 2.38 ± 0.010 | 9.164 ± 0.289 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 3)

* g de ácido aconítico/ 100 g de panela granulada orgánica

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 14 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realizaron para evaluar la calidad comercial de la leche fresca empleada. Para la evaluación del pH y acidez titulable, las muestras se acondicionaron a 20 °C, mientras que para el análisis de densidad las muestras se acondicionaron a la temperatura de trabajo del lactodensímetro (15°C).

Tabla 14

Parámetros de calidad comercial de la leche fresca.

| Principales insumos | Densidad (g/ml) | pH | Acidez titulable * |
|----------------------------|------------------------|-----------|---------------------------|
| Leche fresca | 1.030 ± 0.001 | 6.8 ± 0.1 | 0.168 ± 0.017 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 3)

* g de ácido láctico/ 100 g de leche fresca

Fuente: elaboración propia

3.2. Parámetros fisicoquímicos de las formulaciones de yogur

3.2.1. Análisis de pH y acidez titulable

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) revelaron que la adición de distintos niveles de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico no tuvieron efecto significativo sobre los valores de pH de los yogures ($p > 0.05$) (Tabla 15). Además, no se observaron efectos de interacción entre ambos insumos ($p > 0.05$). Los resultados del ANOVA indicaron que los valores de pH de los yogures no variaron debido a la adición de estos insumos.

Tabla 15

Análisis de varianza para el pH de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| | S.C. | G.L. | M.C | F | P |
|---|-------------|-------------|------------|----------|----------|
| Panela granulada orgánica | 0.023 | 1 | 0.023 | 0.82 | 0.38 |
| Concentrado de café orgánico | 0.000 | 2 | 0.000 | 0.01 | 0.99 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 0.002 | 2 | 0.001 | 0.04 | 0.96 |
| Error | 0.331 | 12 | 0.028 | | |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del ANOVA de los valores de acidez de los tratamientos de yogur, se evidenció que la adición de panela granulada orgánica a distintos niveles, tuvo efectos significativos ($p \leq 0.05$) sobre la acidez de las formulaciones. Mientras que el concentrado de café orgánico no influyó ($p > 0.05$) sobre la misma variable en los yogures. No se evidenció interacción significativa ($p > 0.05$) entre los dos factores experimentales, como se muestra en la Tabla 16. El ANOVA indicó que los valores de acidez de los yogures variaron mínimamente debido a la adición de panela. Desde el punto de vista práctico, a nivel productivo, esta variación no es considerada como significativa.

Tabla 16

Análisis de varianza para la acidez de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Panela granulada orgánica | 0.002 | 1 | 0.002 | 4.813 | 0.049 |
| Concentrado de café orgánico | 0.000 | 2 | 0.000 | 0.160 | 0.85 |
| Panela granulada orgánica X Concentrado de café orgánico | 0.000 | 2 | 0.000 | 0.373 | 0.70 |
| Error | 0.005 | 12 | 0.000 | | |

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 17, se muestran las medias y desviaciones estándar del pH y acidez de las formulaciones según los niveles de panela y concentrado de café. Los valores medios resultantes del pH variaron en un rango de 4.33 a 4.44 y los de acidez, entre 0.95 y 0.98. Si bien en el ANOVA de la acidez se obtuvo un efecto significativo próximo al 5 % para la panela, los resultados muestran que la variabilidad en los promedios fue mínima. Esto deja en evidencia, desde el punto de vista práctico, que los niveles de panela y concentrado de café no afectaron sobre el pH y acidez de los yogures.

Tabla 17

Valores promedios de pH y acidez de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamientos | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | PH | Acidez* |
|---------------------|--------------------------------------|---|--------------|----------------|
| T1 | 12 | 2 | 4.35 ± 0.156 | 0.97 ± 0.023 |
| T2 | 12 | 3 | 4.37 ± 0.085 | 0.97 ± 0.025 |
| T3 | 12 | 4 | 4.33 ± 0.164 | 0.98 ± 0.023 |
| T4 | 18 | 2 | 4.41 ± 0.199 | 0.96 ± 0.025 |
| T5 | 18 | 3 | 4.41 ± 0.162 | 0.95 ± 0.006 |
| T6 | 18 | 4 | 4.44 ± 0.202 | 0.95 ± 0.011 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 3)

* g de ácido láctico/ 100 g de yogur

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Análisis de densidad y sólidos solubles

Los resultados del análisis de varianza para los valores de densidad, revelaron que la adición de panela granulada orgánica a distintos niveles, influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) sobre la densidad de las formulaciones del yogur; presentando mayores densidades a mayores porcentajes de panela. Mientras que la adición de concentrado de café orgánico a distintos niveles, no influyó ($p > 0.05$) sobre dicha variable. No se observaron efectos de interacción ($p > 0.05$), por lo que está claro que los factores experimentales se comportaron de manera independiente (Tabla 18). El ANOVA indicó que los valores de densidad de las formulaciones de yogur variaron debido a la adición de panela.

Los valores resultantes de los sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) de los tratamientos de yogur, no presentaron variabilidad en sus medias, por lo que no se realizó el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 18

Análisis de varianza para la densidad de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C | F | P |
|---|-------------|-------------|------------|----------|----------|
| Panela granulada orgánica | 0.001 | 1 | 0.001 | 35.9 | 0.000 |
| Concentrado de café orgánico | 0.000 | 2 | 0.000 | 1.3 | 0.299 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 0.000 | 2 | 0.000 | 0.7 | 0.529 |
| Error | 0.000 | 12 | 0.000 | | |

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 19, se presentan los valores de las medias y desviaciones estándar de la densidad (g/ml) y sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) según los niveles de panela y concentrado de café. La densidad promedio se encuentra en un rango de 1.066 a 1.088 g/ml, siendo el T1 y T6 el valor mínimo y máximo respectivamente. Por otro lado, se evidenciaron mayores promedios de densidad cuando se adicionó 18 % de panela en las formulaciones de yogur (Figura 7), asimismo se observaron variaciones mínimas entre los valores promedios de densidad de las formulaciones de yogur.

Los valores de los sólidos solubles, dados en grados brix, se mantuvieron constantes en cada nivel de contenido de panela orgánica. Es evidente que la adición de concentrado de café a las distintas formulaciones de yogur no incrementa los sólidos solubles en ellas, mientras que a mayor contenido de panela orgánica, mayor es el contenido de sólidos solubles en los tratamientos de yogur (Tabla 19).

Tabla 19

Valores promedios de densidad y sólidos solubles de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamientos | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | Densidad (g/ml) | Sólidos solubles (°Bx) |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| T1 | 12 | 2 | 1.066 ± 0.002 | 20 ± 0.0 |
| T2 | 12 | 3 | 1.068 ± 0.001 | 20 ± 0.0 |
| T3 | 12 | 4 | 1.075 ± 0.014 | 20 ± 0.0 |
| T4 | 18 | 2 | 1.087 ± 0.005 | 25 ± 0.0 |
| T5 | 18 | 3 | 1.087 ± 0.002 | 25 ± 0.0 |
| T6 | 18 | 4 | 1.088 ± 0.001 | 25 ± 0.0 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 3)

Fuente: elaboración propia.

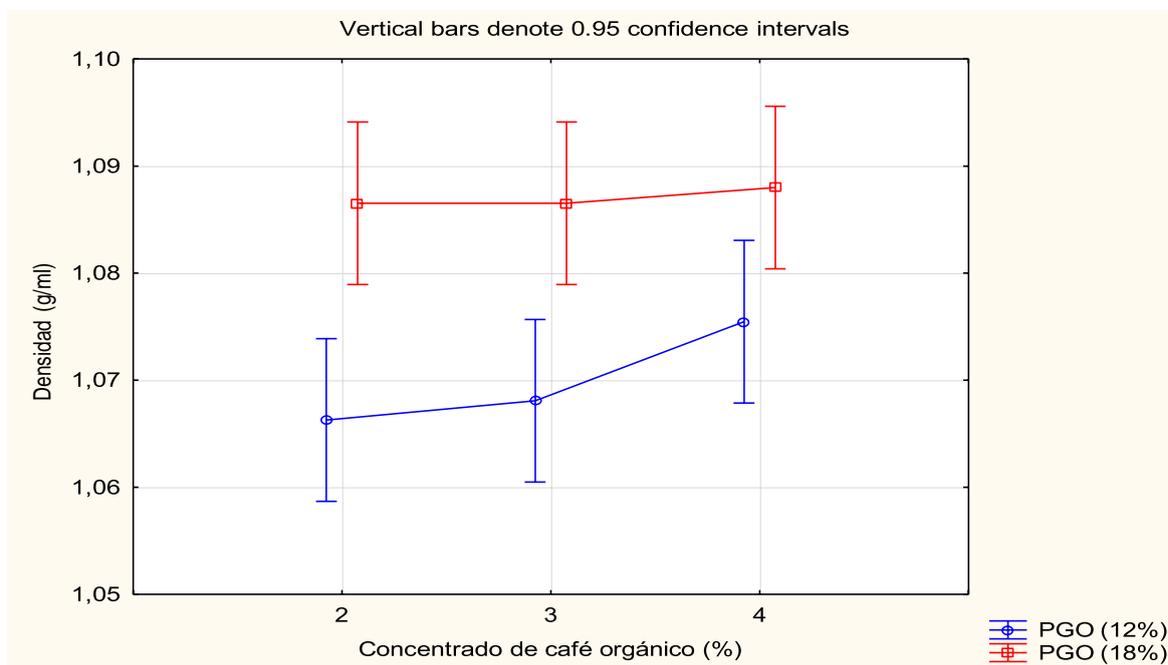


Figura 7. Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de densidad de las formulaciones de yogur. Fuente: elaboración propia

3.2.3. Evaluación del porcentaje de sinéresis y retención de agua

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico para los valores de sinéresis, la adición de panela granulada orgánica a distintos niveles, no influyó significativamente ($p>0.05$) en la sinéresis de las formulaciones de yogur. Entre tanto la adición de concentrado de café orgánico a distintos niveles sí tuvo influencia significativa ($p\leq 0.05$) en los resultados de la misma variable, presentando mayores porcentajes de sinéresis a mayores porcentajes de concentrado de café. Finalmente, la interacción entre los dos factores no presentó efectos significativos ($p>0.05$), lo que evidenció que los factores experimentales actuaron de manera independiente (Tabla 20). El ANOVA indicó que los valores de sinéresis de los yogures variaron debido la adición del concentrado de café orgánico.

Tabla 20

Análisis de varianza para el porcentaje de sinéresis de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Panela granulada orgánica | 0.18 | 1 | 0.18 | 0.024 | 0.879 |
| Concentrado de café orgánico | 71.92 | 2 | 35.96 | 4.850 | 0.029 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 1.03 | 2 | 0.52 | 0.069 | 0.933 |
| Error | 88.97 | 12 | 7.41 | | |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico para los valores del porcentaje de retención de agua, la adición de panela granulada orgánica a distintos niveles no influyó significativamente ($p>0.05$) en la retención de agua de las formulaciones de yogur. Entre tanto la adición de concentrado de café orgánico a distintos niveles, sí tuvo influencia significativa ($p\leq 0.05$) sobre la variable estudiada, presentando menores porcentajes de retención de agua a mayores porcentajes de concentrado de café (Tabla 21). Finalmente la interacción entre los dos insumos no ejerció efecto ($p>0.05$), lo que evidenció que los factores experimentales actuaron de manera independiente. El ANOVA indicó que los valores de porcentaje de retención de agua de los yogures variaron debido a la adición de concentrado de café orgánico.

Tabla 21

Análisis de varianza para el porcentaje de retención de agua de los tratamientos de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Panela granulada orgánica | 0.41 | 1 | 0.41 | 0.057 | 0.82 |
| Concentrado de café orgánico | 76.25 | 2 | 38.12 | 5.367 | 0.02 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 1.60 | 2 | 0.80 | 0.113 | 0.89 |
| Error | 85.25 | 12 | 7.10 | | |

Fuente: elaboración propia.

Los valores de las medias y desviaciones estándar del porcentaje de sinéresis y retención de agua, según los niveles de panela y concentrado de café, se muestran en la Tabla 22. Los valores promedios de la sinéresis variaron en un rango de 42.27 a 47.40 %, presentando el T1 y T3 el valor mínimo y máximo respectivamente. Se evidenciaron mayores promedios de sinéresis cuando se adicionó mayor proporción de concentrado de café a las formulaciones del yogur (Figura 8). Entre tanto los valores del porcentaje de retención de agua variaron en un rango de 52.6 a 58.0 %, presentando el T3 y T1 el valor mínimo y máximo respectivamente (Tabla 22). Por otra parte, se evidenciaron menores porcentajes de retención de agua promedio a medida que se adicionaba mayor contenido de concentrado de café (Figura 9).

Tabla 22

Valores promedios del porcentaje de sinéresis y retención de agua de los tratamientos de yogur según niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamientos | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | Sinéresis (%) | Retención de agua (%) |
|---------------------|--------------------------------------|---|----------------------|------------------------------|
| T1 | 12 | 2 | 42.27 ± 2.312 | 58.00 ± 1.900 |
| T2 | 12 | 3 | 46.50 ± 2.166 | 53.53 ± 2.136 |
| T3 | 12 | 4 | 47.40 ± 4.157 | 52.60 ± 4.157 |
| T4 | 18 | 2 | 43.13 ± 3.384 | 56.87 ± 3.384 |
| T5 | 18 | 3 | 46.47 ± 1.405 | 53.53 ± 1.405 |
| T6 | 18 | 4 | 47.17 ± 1.935 | 52.83 ± 3.743 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 3)

Fuente: elaboración propia.

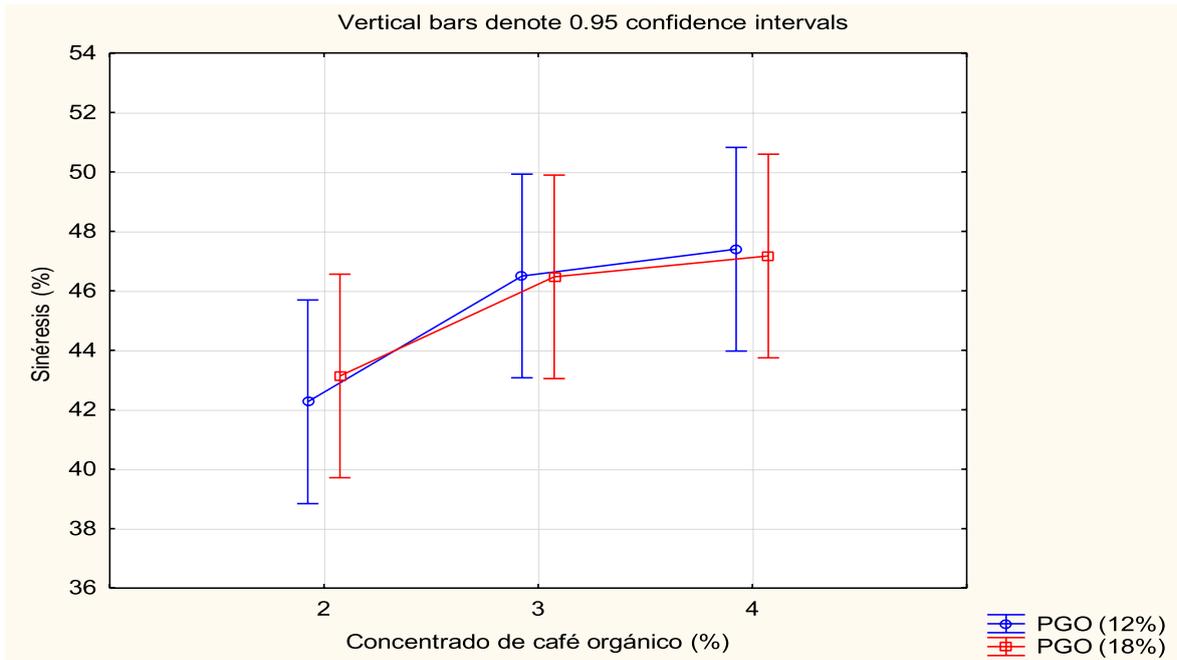


Figura 8. Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de sinéresis de las formulaciones de yogur. Fuente: elaboración propia

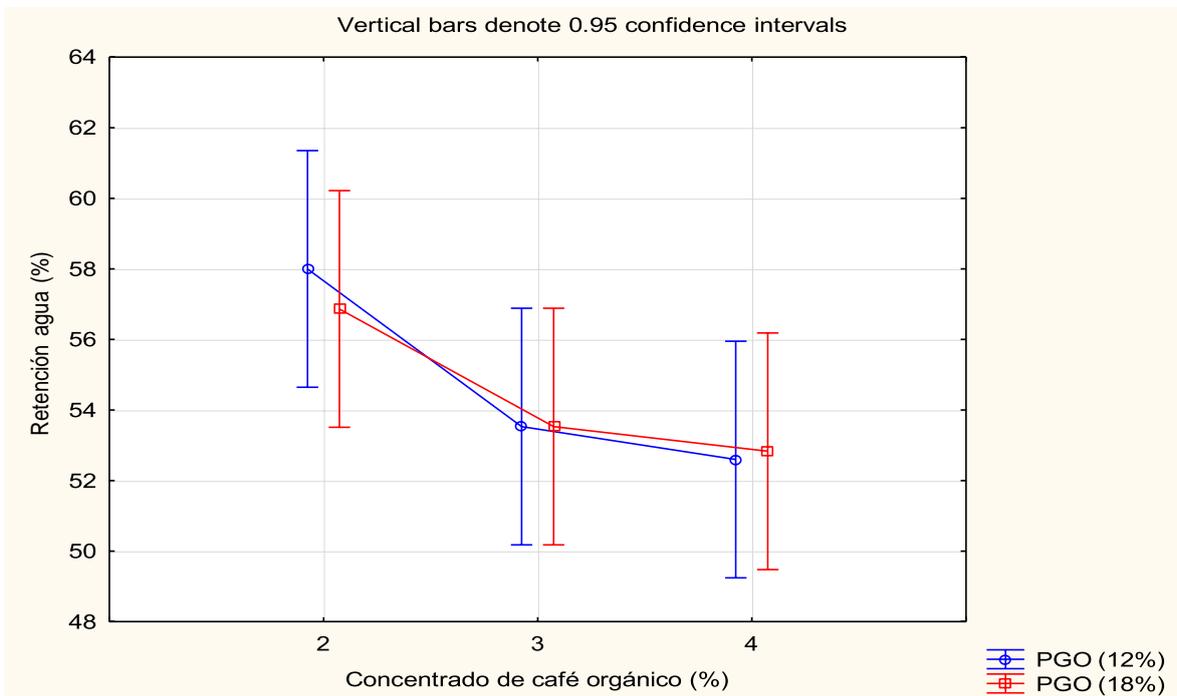


Figura 9. Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores del porcentaje de retención de agua de las formulaciones de yogur. Fuente: elaboración propia

3.3. Análisis microbiológico

En la Tabla 23 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las muestras de yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico, realizados siguiendo la metodología descrita en la Figura 6. Se evidencian los bajos niveles de coliformes encontrados, asimismo se evidencia la ausencia de mohos y levaduras (Tabla 23), lo cual garantizó la inocuidad de los yogures, ya que los resultados se encontraron debajo del límite mínimo establecido en el D.S. N°007-2017-MINAGRI,(2018), la NTP 202.092:2014 (INACAL, 2014) y la R.M. N° 591 – 2008 – MINSA, (2008).

Tabla 23

Resultados microbiológicos de los formulaciones del yogur elaborado.

| Muestra representativa | Yogur al 12 % de PGO y 2, 3 y 4 % de CCO | Yogur al 18 % de PGO y 2, 3 y 4 % de CCO | Límites según normativa nacional*** |
|-------------------------------|---|---|--|
| Coliformes* | < 1 UFC/ml | < 1 UFC/ml | 10 – 10 ² UFC/ml |
| Mohos y levaduras** | Ausencia | Ausencia | 10 – 10 ² UFC/ml |

* Ensayo por placas petrifilm (3M, 2003) aplicando el método del AOAC (986.33 y 989.10)

** Método recuento en placa Petri (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2001)

*** D.S. N°007-2017-MINAGRI, (2018), la NTP 202.092:2014 (INACAL, 2014) y la R.M. N° 591 – 2008 – MINSA, (2008).

Fuente: elaboración propia.

3.4. Evaluación sensorial e intención de compra

3.4.1. Evaluación de los atributos color, aroma y sabor

Los resultados del análisis de varianza para la aceptación del color (Tabla 24) revelaron que la adición de panela granulada orgánica influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en la aceptación del color de las formulaciones de yogur, por parte de los consumidores. Por otro lado, la adición de concentrado de café no afectó ($p > 0.05$) en la aceptación del atributo. Asimismo, no se presentaron efectos de interacción ($p > 0.05$) entre los dos insumos, lo que evidencia que los factores actuaron de manera independiente. Los resultados del ANOVA de la aceptación del color indicaron que los consumidores notaron diferencias en el color de las formulaciones de yogur debido a la adición de panela.

Tabla 24

Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del color de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C | F | P |
|---|-------------|-------------|------------|----------|----------|
| Consumidor | 225.65 | 39 | 5.79 | 5.25 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 5.40 | 1 | 5.40 | 4.90 | 0.03 |
| Concentrado de café orgánico | 2.50 | 2 | 1.25 | 1.13 | 0.32 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 4.30 | 2 | 2.15 | 1.95 | 0.14 |
| Error | 214.80 | 195 | 1.10 | | |
| Total | 452.65 | 239 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza para la aceptación del aroma (Tabla 25) revelaron que la adición de panela granulada orgánica influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en la aceptación de este atributo por parte de los consumidores. Por otro lado, la adición de concentrado de café no representó algún efecto significativo ($p > 0.05$). Se observaron efectos de interacción ($p \leq 0.05$), lo que evidencia que los factores experimentales actuaron conjuntamente. Los resultados del ANOVA de la aceptación del aroma indicaron que los consumidores notaron diferencias en el aroma de las formulaciones de yogur debido a la adición de panela y la interacción de panela – concentrado de café.

Tabla 25

Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del aroma de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C | G.L | M.C. | F | P |
|---|------------|------------|-------------|----------|----------|
| Consumidor | 174.33 | 39 | 4.47 | 4.093 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 5.40 | 1 | 5.40 | 4.944 | 0.03 |
| Concentrado de café orgánico | 1.81 | 2 | 0.90 | 0.828 | 0.44 |
| Panela orgánica x Concentrado de café orgánico | 6.82 | 2 | 3.41 | 3.125 | 0.046 |
| Error | 212.97 | 195 | 1.09 | | |
| Total | 401.33 | 239 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza para la aceptación del sabor (Tabla 26) revelaron que la adición de distintos niveles de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico no influyeron significativamente ($p > 0.05$) sobre la percepción del atributo sabor de las

formulaciones de yogur por parte de los consumidores. Además, no se observaron efectos de interacción significativos entre ambos insumos ($p>0.05$).

Tabla 26

Análisis de varianza para los puntajes de aceptación del sabor de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | G.L. | S.C | M.C | F | P |
|--|-------------|------------|------------|----------|----------|
| Consumidor | 39 | 299.00 | 7.67 | 3.943 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 1 | 4.00 | 4.00 | 2.059 | 0.15 |
| Concentrado de café orgánico | 2 | 2.36 | 1.18 | 0.606 | 0.55 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 2 | 4.01 | 2.00 | 1.031 | 0.36 |
| Error | 195 | 379.13 | 1.94 | | |
| Total | 239 | 688.50 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Las medias y desviaciones estándar de los puntajes de aceptación del color, aroma y sabor; según los niveles de panela y concentrado de café, se presentan en la Tabla 27. La aceptación promedio del color varió en un rango de 6.48 a 7.18 en puntaje, correspondiendo la menor aceptación al tratamiento T3 (4 % de café orgánico y 12 % de panela), mientras que la formulación con mayor aceptación del color correspondió al tratamiento T5 (3 % de café orgánico y 18 % de panela), que presentó una aceptación media de 7.18 (me gustó moderadamente) en la escala hedónica. Si bien en el ANOVA de la aceptación del color se obtuvo un efecto significativo para la adición de panela, los resultados muestran que la variabilidad de los puntajes promedios de este atributo fue mínima (Figura 10) por lo que desde el punto de vista práctico las diferencias no son significativas.

La aceptación promedio del aroma varió en un rango de 6.2 a 6.98, correspondiendo la menor aceptación al tratamiento T3 (4 % de café orgánico y 12 % de panela), mientras que la formulación con mayor aceptación del aroma correspondió al tratamiento T6 (4 % de café orgánico y 18 % de panela), que presentó una aceptación media de 6.98 (me gustó moderadamente) en la escala hedónica. Si bien en el ANOVA de la aceptación del aroma se obtuvieron efectos significativos para la adición de panela y la interacción panela – concentrado de café, los resultados muestran que la variabilidad de los puntajes promedios

de este atributo fue mínima (Figura 11), por lo que desde el punto de vista práctico las diferencias no son significativas.

La aceptación promedio del sabor varió en un rango de 6.35 a 6.95, correspondiendo la menor aceptación al tratamiento T3 (4 % de café orgánico y 12 % de panela), mientras que la formulación con mayor aceptación del aroma correspondió al tratamiento T6 (4 % de café orgánico y 18 % de panela), que presentó una aceptación media de 6.95 (me gustó moderadamente) en la escala hedónica.

Tabla 27

Valores promedios y desviaciones estándar de la aceptación del color, aroma y sabor de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamiento | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | Color | Aroma | Sabor |
|--------------------|--------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| T1 | 12 | 2 | 6.93 ± 1.328 | 6.58 ± 1.448 | 6.90 ± 1.482 |
| T2 | 12 | 3 | 6.93 ± 1.248 | 6.78 ± 1.250 | 6.63 ± 1.628 |
| T3 | 12 | 4 | 6.48 ± 1.797 | 6.20 ± 1.506 | 6.35 ± 1.916 |
| T4 | 18 | 2 | 6.93 ± 1.509 | 6.68 ± 1.185 | 6.88 ± 1.771 |
| T5 | 18 | 3 | 7.18 ± 1.107 | 6.80 ± 1.159 | 6.83 ± 1.838 |
| T6 | 18 | 4 | 7.13 ± 1.114 | 6.98 ± 1.121 | 6.95 ± 1.535 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 40)

Fuente: elaboración propia.

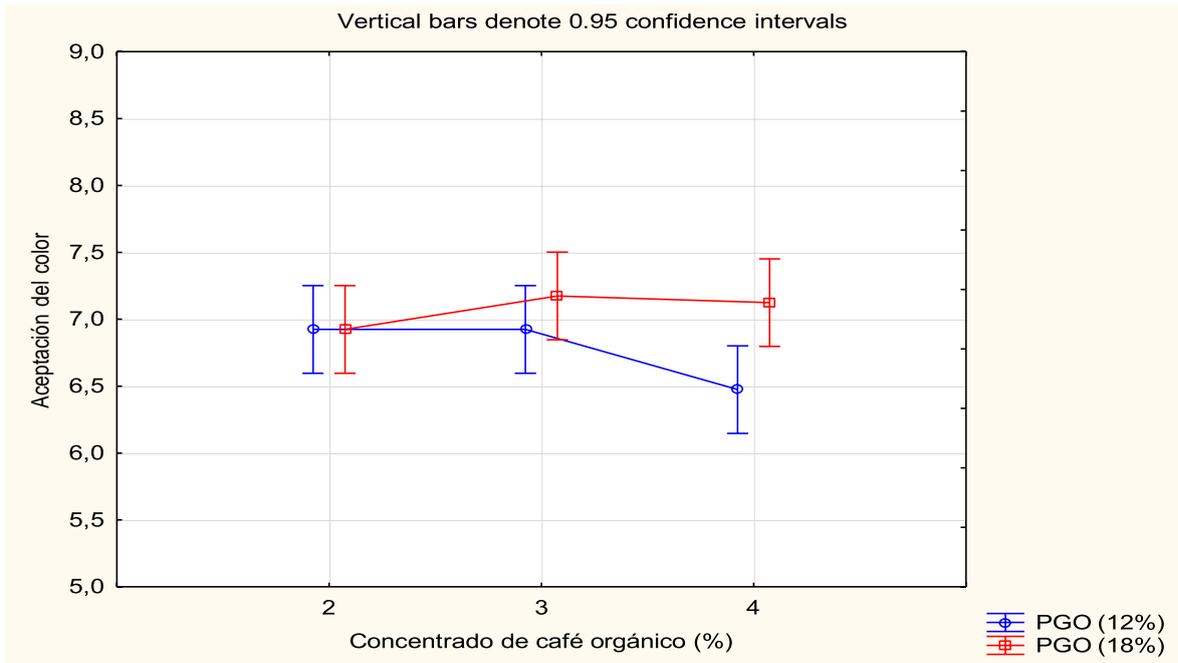


Figura 10. Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de aceptación del color de las formulaciones de yogur. Fuente: elaboración propia.

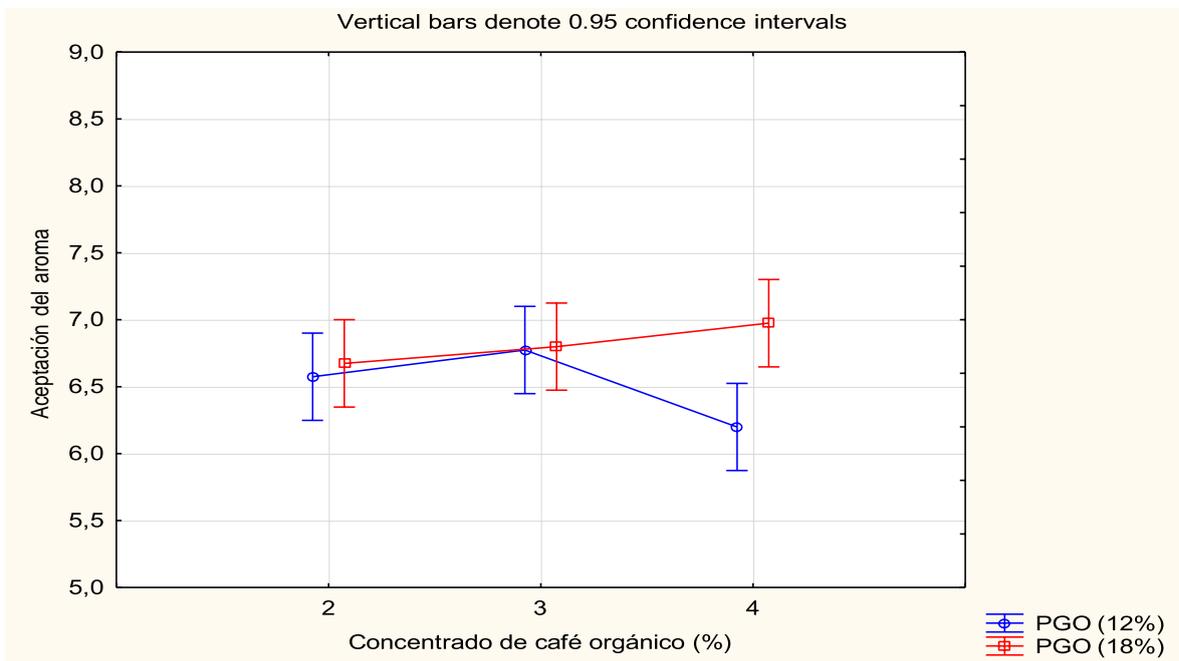


Figura 11. Interacción de la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico en los valores de aceptación del aroma de las formulaciones de yogur. Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Evaluación de los atributos consistencia y aceptación global

Los resultados del análisis de varianza para la aceptación de la consistencia (Tabla 28) de los yogures, revelaron que la adición de panela y concentrado de café orgánico no influyeron significativamente ($p>0.05$) sobre el atributo consistencia de las formulaciones de yogur. Además no se observaron efectos de interacción ($p>0.05$) entre los factores experimentales.

Tabla 28

Análisis de varianza para los puntajes de aceptación de la consistencia de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Consumidor | 307.796 | 39 | 7.892 | 5.992 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 0.938 | 1 | 0.938 | 0.712 | 0.40 |
| Concentrado de café orgánico | 0.433 | 2 | 0.217 | 0.165 | 0.85 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 1.300 | 2 | 0.650 | 0.494 | 0.61 |
| Error | 256.829 | 195 | 1.317 | | |
| Total | 567.296 | 239 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza para la aceptación global (Tabla 29) revelaron que la adición de panela y concentrado de café orgánico no influyeron significativamente ($p>0.05$) sobre el atributo de aceptación global; es decir, los consumidores mostraron cierta aceptabilidad similar por todos los yogures. Además no se observaron interacciones ($p>0.05$) entre los dos insumos.

Tabla 29

Análisis de varianza para los puntajes de aceptación global de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Consumidor | 303.33 | 39 | 7.78 | 6.473 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 2.20 | 1 | 2.20 | 1.834 | 0.18 |
| concentrado de café orgánico | 0.52 | 2 | 0.26 | 0.218 | 0.80 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 2.81 | 2 | 1.40 | 1.169 | 0.31 |
| Error | 234.30 | 195 | 1.20 | | |
| Total | 543.16 | 239 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Las medias y desviaciones estándar de la aceptación de la consistencia y aceptación global, según los niveles de panela y concentrado de café, se presentan en la Tabla 30. La aceptación promedio de la consistencia varió en un rango de 6.25 a 6.55, correspondiendo el menor puntaje de aceptación al tratamiento T1 (2 % de concentrado de café y 12 % de panela), mientras que la formulación con mayor aceptación del atributo consistencia correspondió al tratamiento T6 (4 % de concentrado de café y 18 % de panela), que presentó una aceptación media de 6.55 (me gustó moderadamente) en la escala hedónica.

Se observa que los puntajes promedio de la aceptación global de todas las formulaciones de yogur se encontraron en torno de 7.0 (me gustó moderadamente) indicando que todos los yogures tuvieron alta aceptación global. La formulación con mayor puntaje de aceptación global correspondió al tratamiento T6 (4 % de concentrado de café y 18 % de panela), presentando una aceptación media de 7.10 en la escala hedónica (Tabla 30).

Tabla 30

Valores promedios y desviaciones estándar de la aceptación de la consistencia y aceptación global de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamiento | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | Consistencia | Aceptación global |
|--------------------|--------------------------------------|---|---------------------|--------------------------|
| T1 | 12 | 2 | 6.25 ± 1.597 | 6.93 ± 1.509 |
| T2 | 12 | 3 | 6.53 ± 1.536 | 6.90 ± 1.355 |
| T3 | 12 | 4 | 6.38 ± 1.628 | 6.63 ± 1.750 |
| T4 | 18 | 2 | 6.53 ± 1.648 | 6.88 ± 1.604 |
| T5 | 18 | 3 | 6.45 ± 1.484 | 7.05 ± 1.584 |
| T6 | 18 | 4 | 6.55 ± 1.413 | 7.10 ± 1.236 |

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (n = 40)

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Evaluación de la intención de compra

El resultado del análisis de varianza para la intención de compra (Tabla 31) reveló que la adición de panela granulada orgánica y concentrado de café no influyeron significativamente ($p>0.05$) en las respuestas de los consumidores; mostrando intención de compra similares para todas las formulaciones de yogur. Además no se observó interacciones significativas ($p>0.05$) entre los dos insumos.

Tabla 31

Análisis de varianza para los puntajes de intención de compra de las formulaciones de yogur considerando los niveles de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Fuente de variación | S.C. | G.L. | M.C. | F | P |
|---|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Consumidor | 91.962 | 39 | 2.358 | 2.876 | 0.00 |
| Panela granulada orgánica | 0.037 | 1 | 0.037 | 0.046 | 0.83 |
| Concentrado de café orgánico | 0.025 | 2 | 0.012 | 0.015 | 0.98 |
| Panela granulada orgánica x Concentrado de café orgánico | 1.575 | 2 | 0.787 | 0.961 | 0.38 |
| Error | 159.863 | 195 | 0.820 | | |
| Total | 253.463 | 239 | | | |

Fuente: elaboración propia.

Las medias y desviaciones estándar de la intención de compra, según los niveles de panela y concentrado de café, se presentan en la Tabla 32. Se observa que los puntajes promedio de la intención de compra de todas las formulaciones de yogur se encontraron en torno de 4.00 (probablemente lo compraría), indicando que todos los yogures tuvieron alta intención de compra.

Tabla 32

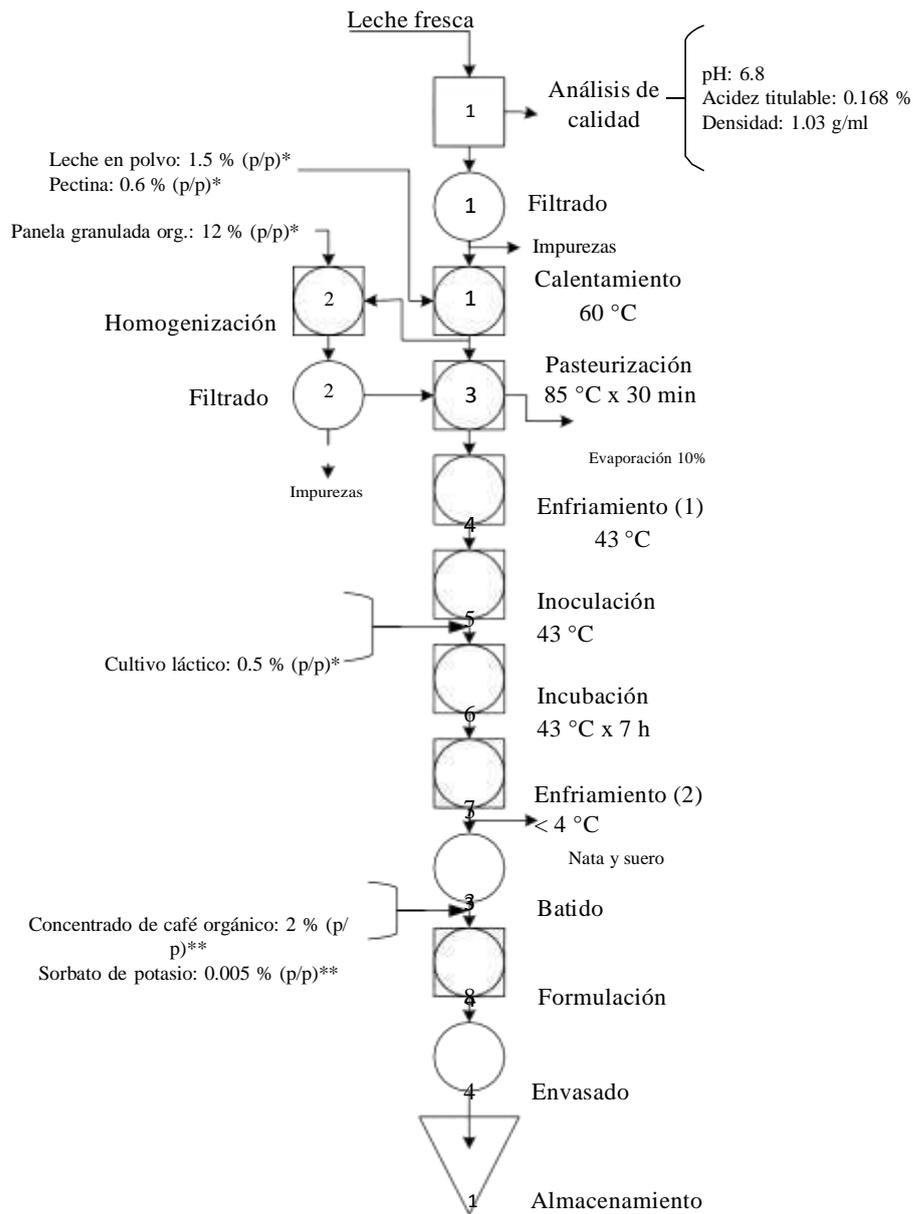
Valores promedios y desviaciones estándar de la intención de compra de las formulaciones de yogur según los niveles de adición de panela orgánica y concentrado de café orgánico.

| Tratamiento | Panela granulada orgánica (%) | Concentrado de café orgánico (%) | Intención de compra |
|--------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|
| T1 | 12 | 2 | 3.80 ± 0.853 |
| T2 | 12 | 3 | 3.83 ± 0.958 |
| T3 | 12 | 4 | 3.63 ± 1.055 |
| T4 | 18 | 2 | 3.75 ± 1.104 |
| T5 | 18 | 3 | 3.70 ± 1.067 |
| T6 | 18 | 4 | 3.88 ± 1.159 |

Fuente: elaboración propia.

3.5. Diagrama de operaciones y balance de masa

Se demostró que todas las formulaciones de yogur elaboradas se encontraron dentro de los parámetros fisicoquímicos óptimos para bebidas lácteas fermentadas establecidas por la autoridad sanitaria nacional y por investigadores a nivel mundial; asimismo se evidenció una alta aceptación global de los yogures, así como una alta intención de compra por parte de los consumidores. Conociendo esto, además de los costos de materia prima directa de cada formulación (ver Apéndice 3), se seleccionó a la formulación T1 (12 % de panela y 2 % de concentrado de café) como la más viable para ser elaborada a escala productiva; dejando en claro que todas las formulaciones pueden desarrollarse. A continuación se presenta el diagrama de operaciones (Figura 12) y balance de masa (Figura 13) de la formulación seleccionada.



* En base a la cantidad inicial de leche recepcionada
 ** En base a la cantidad de yogur base

| Descripción | Símbolo | Cantidad |
|------------------------|---------|----------|
| Inspección | □ | 1 |
| Operación | ○ | 4 |
| Operación – inspección | □○ | 8 |
| Transporte | ▽ | 1 |

Figura 12. Diagrama de operaciones de la formulación de yogur más adecuada para su procesamiento a nivel productivo.

Fuente: elaboración propia.

Balance de masa del proceso de elaboración de yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y concentrado de café orgánico (Figura 13).

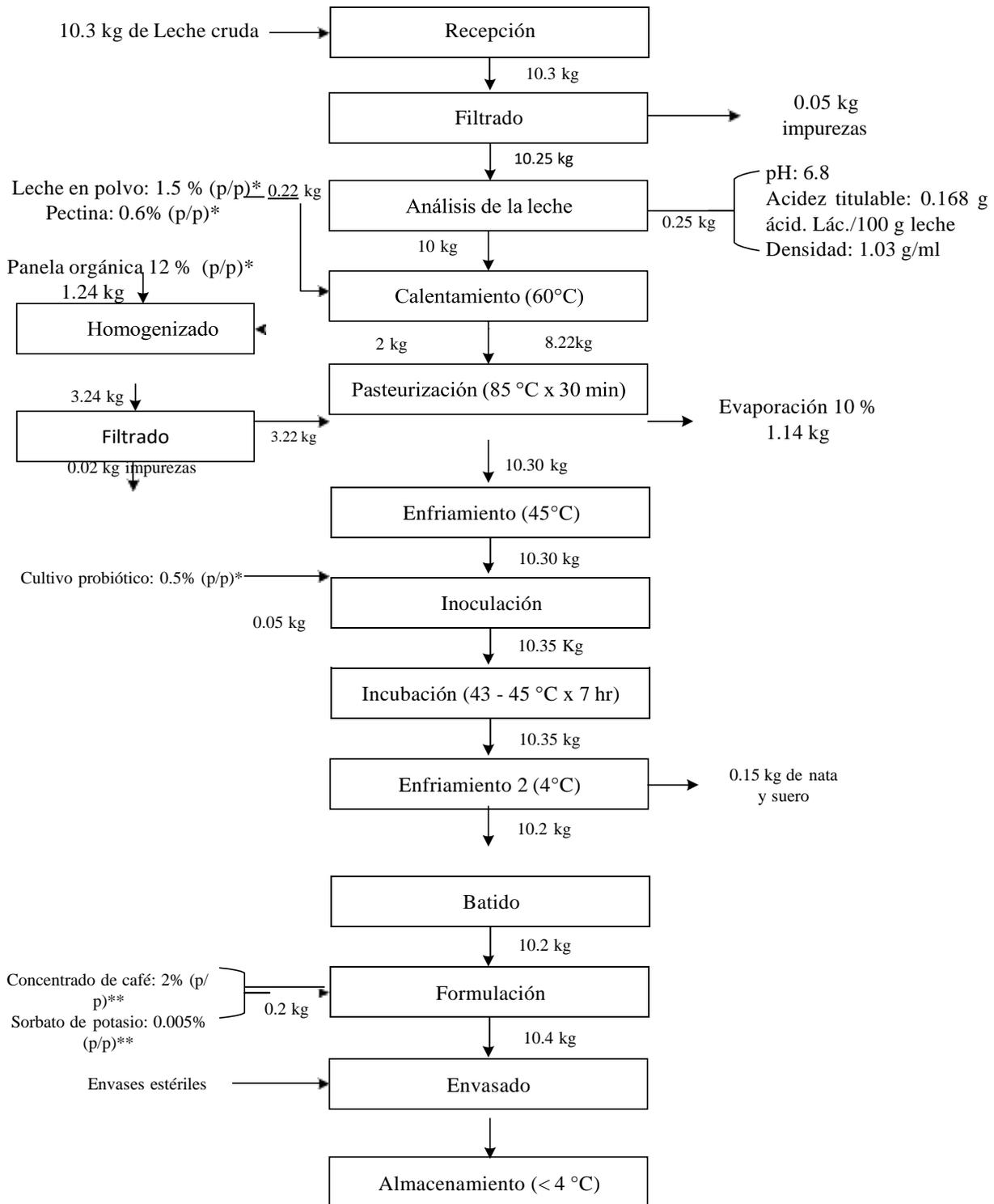


Figura 13. Balance de masa del tratamiento de yogur probiótico tipo batido más adecuado.

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. Calidad comercial de los insumos principales

En la Tabla 13, se muestran los parámetros de calidad de la panela granulada orgánica. El valor promedio para el pH fue 6.093 ± 0.101 , siendo similar al valor de pH reportado por Lee *et al.* (2018). El valor de la acidez 0.394 ± 0.036 g ácido aconítico/100 g de panela, se asemeja a los valores reportados por Alarcón (2017). Asimismo, el valor promedio de los sólidos solubles obtenido fue 9.164 ± 0.289 , el cual se aproxima al rango reportado por Lee *et al.* (2018), quien evaluó cuatro marcas de panela comercializadas en Corea del sur.

El porcentaje de humedad de las muestras de panela resultó 2.38 ± 0.010 %. Este valor se encuentra dentro del parámetro establecido en la NTP 207.200:2013 (máximo 4 %). Asimismo, este resultado se asemeja a los reportes de Silva (2013), quien evaluó el porcentaje de humedad promedio de panelas producidas por productores en la sierra de Piura, siendo 3.25 %. También, Jaffé (2015) estableció un rango de humedad de acuerdo a reportes de distintos investigadores de varios países (1.4 – 15.8 %).

En la Tabla 14 se muestran los parámetros de calidad de la leche fresca. Los valores promedios \pm desviación estándar obtenidos de la acidez titulable (0.168 ± 0.017 g ácido láctico/100 g de leche) y densidad (1.030 ± 0.001 g/ml) de la leche fresca empleada para la elaboración del yogur, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la autoridad sanitaria nacional y la norma técnica nacional de leche: Acidez titulable (0.13 a 0.17 g de ácido láctico/100 g de leche) y densidad (1.0296 a 1.034 g/ml) (D.S.-N° 007-2017-MINAGRI, 2018; INACAL, 2010).

El pH de la leche fresca presentó un valor promedio de 6.8 ± 0.1 , siendo similar al valor reportado por Córdova (2016) de 6.76 ± 0.021 . Mori (2017) reportó un valor promedio de pH para leche de vaca de 6.68 ± 0.04 , al igual que Martínez (2016), quien reportó un valor promedio de 6.5. Estos autores evaluaron el pH de la leche de vaca para elaboración de yogur.

4.2. Parámetros fisicoquímicos de las formulaciones de yogur

4.2.1. pH y acidez titulable

De acuerdo al análisis estadístico de los valores de pH, el contenido de panela granulada orgánica y el concentrado de café no afectaron significativamente sobre esta variable fisicoquímica en los yogures (Tabla 15), obteniendo resultados similares que Dönmez et al. (2017). La variación del pH entre los tratamientos se atribuye a la actividad de las bacterias acidolácticas empleadas en la elaboración de la bebida láctica fermentada. Los valores promedio del pH de los tratamientos estudiados estuvieron por debajo de 4.5, siendo un valor aceptable para leches fermentadas, debido a que a este pH inhibe el crecimiento de bacterias putrefactas y otros organismos perjudiciales, incrementando la vida útil del producto (Tetra Pak International S.A., 2015). Por otro lado, la excesiva acidificación podría afectar las propiedades sensoriales del producto final (Ettore, 2014). Los valores promedios del pH de los yogures bajo estudio se encontraron dentro de los parámetros reportado por Mori, (2017) y Zhong *et al.* (2018).

El análisis estadístico efectuado a los valores de acidez (Tabla 16), arrojó que solo la adición de la panela granulada ejerció una mínima influencia significativa ($p \leq 0.05$) sobre la acidez de las formulaciones de yogur, no siendo considerada importante desde el punto de vista práctico. Ante ello se aclara que la variación de la acidez en las bebidas lácteas fermentadas está relacionada al ácido láctico producido por las bacterias ácido lácticas empleadas para su elaboración. Las medias de la acidez titulable de todos los tratamientos se encontraron dentro de los parámetros establecidos en el D.S. 007-2017- MINAGRI, que va desde 0.6 a 1.5 g de ácido láctico/100 g de yogur. Asimismo, fueron similares a los resultados reportados por Vásquez *et al.* (2015). Las transformaciones bioquímicas que ocurren en el proceso de elaboración de yogur son las responsables de la variación de la acidez (Córdova, 2016). En

términos prácticos, se infiere que la adición de panela granulada orgánica y el concentrado del café orgánico a un yogur probiótico tipo batido, elaborado a escala artesanal o industrial, no influye significativamente tanto sobre el pH y la acidez orgánica de la bebida láctea.

4.2.2. Densidad y sólidos solubles

De acuerdo al análisis estadístico ANOVA para los valores de la densidad, solo la adición de panela granulada influyó significativamente ($p \leq 0.05$) sobre la misma variable fisicoquímica en los yogures, presentando mayores densidades a mayores porcentajes de panela. Se infiere que la incorporación de sólidos solubles contenidos en la panela granulada incrementa la densidad de las formulaciones de yogur. Los valores promedios de la densidad de las seis formulaciones presentaron una mínima variación entre 1.066 a 1.088 g/ml (Tabla 19), por lo que en términos prácticos el efecto de la panela no es tan significativo. Parra y Medina (2012), empleando el método del picnómetro, reportaron un rango de densidad entre 1.032 a 1.101 g/ml para yogures con microencapsulación de cultivos lácticos, los cuales se asemejan a los resultados obtenidos en la investigación. Asimismo, Macedo y Vélez (2015) reportaron valores mayores entre 1.220 a 1.246 g/ml.

Los valores promedios para los sólidos solubles variaron dentro de los niveles de contenido de panela granulada orgánica (Tabla 19), por lo tanto los tratamientos T1, T2 y T3 midieron 20 °Bx mientras que T4, T5 y T6 arrojaron 25 °Bx. Por lo que la variación de sólidos solubles en el yogur, está relacionado de manera directa con la adición de panela.

4.2.3. Porcentaje de sinéresis y retención de agua

De acuerdo al análisis ANOVA para los valores de sinéresis y retención de agua de las formulaciones, (Tablas 20 y 21) se establece que solo la adición de concentrado de café influye significativamente ($p \leq 0.05$) sobre estas dos variables fisicoquímicas. Presentando mayor sinéresis a mayores porcentajes de concentrado de café, siendo los resultados similares a los reportados por Dönmez *et al.* (2017), y menor retención de agua a mayores porcentajes de concentrado de café. Se fundamenta que el concentrado de café orgánico influye sobre la sinéresis y posteriormente sobre el porcentaje de retención de agua, debido a la adición de contenido de agua presente en la solución concentrada de café. La sinéresis

se conoce claramente como la liberación de suero de la matriz de gel, el cual es un problema tecnológico en la industria de yogures.

Los valores promedios del porcentaje de sinéresis se encontraron entre 42 y 47 %, por lo cual se notó un incremento del valor a medida que se adicionó mayor porcentaje de concentrado de café orgánico en los yogures (Tabla 22). Camacho y Merino, (2018) reportaron un rango menor (34.3 a 42.4 %), mientras que Castillo (2014) obtuvo un parámetro más alto (53.63 %). Por otro lado, Mori (2017) establece que el porcentaje de sinéresis adecuado debe estar entre 42 %. Se puede justificar que al adicionar el concentrado de café en estado líquido a la base láctea, hace incrementar el valor de sinéresis.

Los porcentajes de retención de agua de los seis tratamientos se encontraron entre 52.6 a 58 %. Se notó una disminución de la retención de agua a medida que se adicionó mayor porcentaje de concentrado de café orgánico (Tabla 22). Mori (2017) reporta valores normales de retención de agua entre 55 a 59 % para un yogur natural.

4.3. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos realizados a los tratamientos de yogur mostraron los bajos niveles de Coliformes totales y la ausencia de mohos y levaduras; por lo que se cumplió con los parámetros que exige la autoridad sanitaria nacional (D.S.-N° 007-2017-MINAGRI, 2018; R.M. N° 591 – 2008 – MINSA, 2008 y INACAL, 2014), garantizando de esta manera la inocuidad de los yogures.

4.4. Evaluación sensorial e intención de compra

4.4.1. Atributos color, aroma y sabor

De acuerdo al ANOVA para el atributo color, se evidenció que solo la panela tuvo efectos significativos ($p \leq 0.05$) sobre la aceptación del color de los yogures por parte de los consumidores, influyendo de manera positiva sobre dicho atributo. Todas las formulaciones obtuvieron un puntaje promedio similar en torno a 7 (me gustó moderadamente), el cual evidencia una alta aceptación por parte de los consumidores.

De acuerdo a los resultados del ANOVA para el atributo aroma, se observó que la panela tuvo efectos significativos ($p \leq 0.05$) positivos sobre la aceptación del aroma de las formulaciones de yogur. También se evidenció una interacción entre los dos factores experimentales, lo que demuestra que los dos insumos han influido de manera positiva en la aceptación del aroma por parte de los consumidores. Todas las formulaciones obtuvieron puntajes promedios cercanos a 7 (me gustó moderadamente), el cual evidencia una alta aceptación de los yogures por parte de los consumidores. De acuerdo a estudios similares, Córdova (2016) menciona que “distintos ácidos grasos volátiles como el fórmico, acético, propiónico, butírico, caproico y caprílico se incrementan en el yogur durante la fermentación y son los responsables del aroma característico del mismo”.

Para el atributo sabor no se presentaron efectos significativos ($p > 0.05$) por parte de los factores de investigación, lo que significa que los consumidores no encontraron diferencias en el sabor de las formulaciones. Todas las formulaciones, excepto el T3, obtuvieron puntajes promedios en torno a 7 (me gustó moderadamente), evidenciando una alta aceptación del sabor de los yogures por parte de los consumidores. En estudios similares se señala que el sabor del yogur se debe a los insumos adicionados y a los procesos bioquímicos que se llevan a cabo en la fermentación y terminan con la producción de ácido láctico (Mori, 2017).

4.4.2. Atributos consistencia y aceptación global

Para el atributo consistencia no se presentaron efectos significativos ($p > 0.05$) por parte de los factores de investigación, lo que significa que los consumidores no encontraron diferencias en dicha variable de los yogures. Todas las formulaciones obtuvieron puntajes similares de aceptación en torno a 7 (me gustó moderadamente).

Para el atributo aceptación global no se presentaron efectos significativos ($p > 0.05$) por parte de los factores de investigación, lo que evidencia que los consumidores no encontraron diferencias entre las formulaciones. Todas las formulaciones presentaron puntajes similares, en torno a 7 (me gustó moderadamente). La aceptación global es un atributo sensorial general, en el cual los consumidores califican a los yogures en torno a todos los aspectos sensoriales. Por lo tanto se evidencia que las seis formulaciones de yogur a distintos niveles de panela y concentrado de café obtuvieron buenos resultados de aceptación en todos los atributos evaluados.

4.4.3. Intención de compra

Las seis formulaciones de yogur obtuvieron puntajes promedios similares para la intención de compra, rondando en 4 (probablemente lo compraría). Evidenciando una alta intención de compra de todas las formulaciones por parte de los consumidores.

4.5. Diagrama de operaciones y balance de masa

Mediante la evaluación fisicoquímica y sensorial, se conoció que todas las formulaciones de yogur se mantuvieron estables y obtuvieron alta aceptación global, así como alta intención de compra por parte de los consumidores. Para el desarrollo del yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico a escala productiva, desde el punto de vista técnico y económico se recomienda elaborar la formulación T1 (12 % de panela y 2 % de concentrado de café), debido a los menores costos de producción que incurriría con respecto a los yogures elaborados con niveles de 18 % de panela. Se aclara que la elección de esta formulación se basa principalmente en los costos de materia prima directa, así como los puntajes promedios de aceptación global e intención de compra de cada yogur elaborado.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Finalizada la investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se cumplió con el objetivo principal de la investigación al lograr elaborar un yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico. Posteriormente, se pudo realizar de manera normal la evaluación sensorial de aceptación a nivel de consumidor.
2. Los resultados fisicoquímicos de calidad comercial de la leche fresca y panela granulada orgánica, empleadas como insumos principales en las formulaciones de yogur, se encontraron dentro de los parámetros aceptables establecidos en el D.S. N° 007-2017-MINAGRI y la NTP 202.001:2010 para leche y en la NTP 207.200:2013 para panela, así como en reportes de varios investigadores.
3. Los resultados fisicoquímicos mostraron que los distintos niveles de panela y concentrado de café no afectaron significativamente el pH de las formulaciones, mientras que los niveles de panela orgánica sí influyeron ($p \leq 0.05$) de manera mínima en la acidez y densidad de los yogures, presentando variaciones pequeñas, que en términos prácticos no son relevantes. Entretanto, los niveles de concentrado de café orgánico tuvieron efectos significativos ($p \leq 0.05$) en la sinéresis y el porcentaje retención de agua de las formulaciones de yogur, resultando mayores porcentajes de sinéresis y menores porcentajes de retención de agua, a mayor contenido de café adicionado. Las características fisicoquímicas de todas las formulaciones de yogur se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la autoridad sanitaria nacional (D.S. N° 007-2017-MINAGRI), así mismo presentaron similitud a reportes de otros investigadores.

4. Los resultados de los ensayos microbiológicos realizados a muestras representativas de las formulaciones de yogur, mostraron mínimos niveles de coliformes totales, así como ausencia de mohos y levaduras; cumpliendo con los parámetros establecidos en el D.S. N° 007-2017-MINAGRI, la NTP 202.092:2014 y en la R.M. N° 591-2008-MINSA.
5. Los resultados de la evaluación sensorial indicaron que los niveles de panela influyeron ($p \leq 0.05$) de manera mínima en la aceptación del color y del aroma de los yogures, presentando variaciones pequeñas en los puntajes promedios de cada atributo. Todas las formulaciones de yogur tuvieron alta aceptación global entre los consumidores presentando promedios de aceptabilidad en torno a 7 (me gustó moderadamente). Asimismo todas las formulaciones mostraron alta intencionalidad de compra, presentando un puntaje promedio en torno a 4 (probablemente compraría).
6. La formulación de yogur recomendada para la elaboración a escala productiva fue el T1 (12 % de panela granulada orgánica y 2 % de concentrado de café orgánico), dejando en claro que todas las formulaciones fueron aceptadas por los consumidores, por lo que pueden ser seleccionadas para elaborarse a nivel productivo. Las características fisicoquímicas de la formulación T1 resultó de la siguiente manera: pH: 4.35, acidez titulable: 0.97 g de ácido láctico/100 g de yogur, densidad: 1.066 g/ml, sólidos solubles: 20 °Bx, sinéresis: 42.22 % y retención de agua: 57.98 %.
7. Se logró establecer el diagrama de operaciones del proceso de elaboración de yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico, de la formulación más adecuada a nivel productivo; además, se calculó el balance de masa del proceso.
8. Los yogures desarrollados en este estudio se presentan como una alternativa innovadora de un alimento saludable con gran potencial de venta en el mercado consumidor, que pueden darle un alto valor agregado a la panela granulada orgánica y el café orgánico producidos en el país.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudiar el efecto de los microorganismos probióticos en las variables fisicoquímicas del yogur tipo batido edulcorado con panela orgánica y aromatizado con café orgánico.
2. Se recomienda realizar un análisis proximal del yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela orgánica y aromatizado con café orgánico, para conocer el valor nutricional del producto lácteo.
3. Al adicionar el café al yogur como concentrado se presentó un incremento de sinéresis, lo cual es un problema tecnológico en yogures. Por esta razón, se recomienda elaborar un yogur adicionando café en polvo al momento de la pasteurización de la leche, realizando un estudio sobre la sinéresis del mismo.

REFERENCIAS

- 3M. (2003). *3M Petrifilm. Guía de interpretación*. Recuperado de http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf
- Agencia Agraria de Noticias. (2017). Mercado de yogur en Perú crecerá a una tasa de 6% anual. Recuperado de <http://agraria.pe/noticias/mercado-de-yogur-en-peru-crecera-a-una-tasa-de-6-anual-14161>
- Alarcón, R. (2017). Estudio del comportamiento de propiedades fisicoquímicas, reológicas y térmicas de jugos y mieles de caña panelera (Tesis de grado), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/62531/1/1032447558.2018.pdf>
- Alves, R. C., Rodrigues, F., Nunes, M., Vinha, A. F. y Oliveira, M. B. P. P. (2017). Chapter 1 - State of the art in coffee processing by-products. En C. M. Galanakis (Ed.), *Handbook of Coffee Processing By-Products* (pp. 1-26). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811290-8.00001-3>
- Arioui, F., Ait, D. y Cheriguene, A. (2016). Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of *Citrus sinensis*. *Food Science & Nutrition*, 5(2), 358-364. <https://doi.org/10.1002/fsn3.400>
- Aristizábal, M., Chacón, P. y Cardona, A. (2017). Chapter 3 - The biorefinery concept for the industrial valorization of coffee processing by-products. En C. M. Galanakis (Ed.), *Handbook of Coffee Processing By-Products* (pp. 63-92). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811290-8.00003-7>
- Babio, Mena y Salas. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur, ¿un indicador de calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 26-30. <https://doi.org/10.20960/nh.1567>

- Camacho, A. D. y Merino, M. G. (2018). Estimación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del café arábica (*Coffea arabica*) orgánico y convencional en el proceso de elaboración de yogur aromatizado con café (Tesis de grado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623034>
- Castillo, M. J. (2014). Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración (Tesis de maestría), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2406>
- Cerda, C. (2007). Elaboración de yogur semisólido con sabor a café en la planta de lácteos de Zamorano (Tesis de grado), Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Costa Rica. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/574>
- Chacon, A. (2008). Generalidades sobre la evaluación de la calidad de la leche en la agroindustria láctea. *Actualidad Zootécnica*, 3, 38-47.
- Chandan, R. C. (2017). Chapter 2 - An Overview of Yogurt Production and Composition. En N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 31-47). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00002-X>
- Chandan, R. C., Gandhi, A., y Shah, N. P. (2017). Chapter 1 - Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade. En *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 3-29). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00001-8>
- CLERICI SACCO. (2017). Lyofast SAB 446 B. Recuperado de <https://www.saccosystem.com/prod/es/lyofast-sab-446-b-m91sab446b3uk0/7291>
- Codex Alimentarius, (2011). *Leche y Productos Lácteos*. (2da ed.). Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3203378>
- Contreras, J. (2017). El 70 % del café que se consume en el Perú es importado | LaRepublica.pe. Recuperado de <https://larepublica.pe/economia/1077835-el-70-del-cafe-que-se-consume-en-el-peru-es-importado>

- Córdova, J. S. (2016). Efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Curti, A., Vidal, P., Curti, R. N. y Ramón, A. N. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, 37(4), 627-631. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.27716>
- Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos D.S. N° 007-2017-MINAGRI. Diario Oficial el Peruano Lima, Perú, 26 de junio de 2017.
- Dehghan, M., Mente, A., Rangarajan, S., Sheridan, P., Mohan, V., Iqbal, R. y Yusuf, S. (2018). Association of dairy intake with cardiovascular disease and mortality in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet*, 0(0). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31812-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31812-9)
- Díaz, V. y Carmen, M. (2017). Línea de base del sector café en el Perú. Recuperado de www.greencommodities.org / www.pe.undp.org
- Dirección General de Salud Ambiental. (2001). Manual de análisis microbiológico de alimentos. Recuperado de http://bvs.minsa.gob.pe/local/DIGESA/61_MAN.ANA.MICROB.pdf
- Dönmez, Ö., Mogol, B. A. y Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 901-907. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11262>
- Dorsey, B. M. y Jones, M. A. (2017). Chapter 2 - Healthy components of coffee processing by-products. En C. M. Galanakis (Ed.), *Handbook of Coffee Processing By-Products* (pp. 27-62). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811290-8.00002-5>

- El Tiempo. (2017). Piura exporta 1.600 toneladas de panela granulada cada año. El Tiempo. Recuperado de <http://eltiempo.pe/piura-exporta-1-600-toneladas-panela-granulada-ano/>
- Ettore. (2014). Chemistry and technology of yoghurt fermentation. Italia: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07377-4>
- Giles, M., Ortegón, A. y Palao, M. (2009). Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. En Técnicas para el análisis microbiológico de los alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México. 2da ed., p. 13. México.
- Guerra, M. J. y Mujica, M. V. (2010). Physical and chemical properties of granulated cane sugar «panelas». Food Science and Technology, 30(1), 250-257. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010005000012>
- Hossain, M. I., Sadekuzzaman, M. y Ha, S.-D. (2017). Probiotics as potential alternative biocontrol agents in the agriculture and food industries: A review. Food Research International, 100, 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.077>
- Huayta. (2015). Perfil de la instalación de una planta para la elaboración de yogurt artesanal (Tesis de grado), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2056>
- Huerta, A. (2013). Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12655/11.%20Art%20C3%ADculo%20docente.%20Determinaci%20de%20la%20densidad%20de%20un%20l%20qu%20l%20ido%20con%20el%20m%20todo%20del%20picn%20metro.pdf?sequence>.
- Instituto Nacional de la Calidad. (2010). Norma Técnica Peruana: Leche y productos lácteos. Leche. Requisitos (202.001:2010). INACAL.
- Instituto Nacional de la Calidad. (2013). Panela granulada: definiciones y requisitos (NTP 207.200:2013). INACAL.

Instituto Nacional de la Calidad. (2014). Norma Técnica Peruana: Leche y productos lácteos. Yogur o yogurt. INACAL.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2016). Plan de verificación de características físico - química en la panela. Recuperado de https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/IVC/INS/lineamientos/2016/Lineamiento_No17-400-1199-16/Lineamiento_No17_Plan_de_Muestreo_Panela.pdf

Jaffé, W. (2012). Health Effects of Non-Centrifugal Sugar (NCS): A Review. *Sugar Tech*, 14. <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0145-1>

Jaffé, W. R. (2015). Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.06.007>

Junta Nacional del Café. (2017). El Café Peruano. Recuperado de <http://www.expocafeperu.com.pe/Contacto.php>

Kaur, S., Kaur, P. y Nagpal, R. (2015). In vitro biosurfactant production and biofilm inhibition by lactic acid bacteria isolated from fermented food products. *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, 10(1), 17-22.

Lawless, H. T. y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2.a ed.). New York: Springer-Verlag.

Lee, J. S., Ramalingam, S., Jo, I. G., Kwon, Y. S., Bahuguna, A., Oh, Y. S., ... Kim, M. (2018). Comparative study of the physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of some commercial refined and non-centrifugal sugars. *Food Research International*, 109, 614-625. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.047>

Lisak, K., Lenc, M., Jeličić, I. y Božanić, R. (2012). Sensory Evaluation of the Strawberry Flavored Yoghurt with Stevia and Sucrose Addition. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 7, 39-43.

- Lozano, I. (2017). Expo Café 2017 y la consigna de promover el consumo interno. LaRepublica.pe. Recuperado de <http://larepublica.pe/economia/1133619-expo-cafe-2017-y-la-consigna-de-promover-el-consumo-interno>
- Macedo, R. C. y Vélez, J. F. (2015). Propiedades Fisicoquímicas y de Flujo de un Yogur Asentado Enriquecido con Microcápsulas que Contienen Ácidos Grasos Omega 3. *Información tecnológica*, 26(5), 87-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Macharé, G. M. y Zevallos, G. R. (2017). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de yogurt a los niveles socioeconómicos C y D en Lima Metropolitana. (Tesis de grado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9981>
- Marcos, A. y Saldaña, K. (2016). Efecto de la panela de *saccharum officinarum* y de la leche de *glycine max* en *rattus rattus* var. *albinus* con osteoporosis inducida (Tesis de grado), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1454>
- Martínez, S. (2016). Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones. (Tesis de grado), Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac - Perú. Recuperado de <http://20.20.9.10/handle/123456789/217>
- Ministerio de Agricultura y Riego, Cámara del Café y del Cacao, Junta Nacional del Café, Departamento Federal de Economía Formación e Investigación & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). Avances del plan nacional de acción del café peruano: Objetivos y acciones estratégicas. Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/download/2018/pncafe/avances-pncafe.pdf>
- Ministerio de Agroindustria de Argentina. (2016). Yogur: un alimento, muchos beneficios (Informativo No 49). Recuperado de https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/_archivos/_Alimentos/Educación Alimentaria Ficha%20Yogur.pdf

- Ministerio de Turismo y Comercio Exterior. (2018). El mejor café del mundo es peruano. Recuperado de <http://peru.info/Default.aspx?TabId=330&29=el-mejor-cafe-del-mundo-es-peruano&language=es-PE>
- Minitab LLC. (2019). What is ANOVA? Recuperado de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>
- Mori, C. L. (2017). Efecto de la carragenina y la sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3166/mori-nu%C3%B1ez-carlos-luis.pdf>
- Norma sanitaria que estable los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. R.M. N° 591 – 2008 – MINSA. , Diario Oficial el Peruano Lima, Perú, 27 de agosto del 2008.
- Parra, R. A. (2012). Yogur en la salud humana. Revista Lasallista de Investigación 9(2), 162-177. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69525875008.pdf>
- Parra, R. A. y Medina, O. J. (2012). Propiedades fisicoquímicas de yogurt tipo entero: efecto de la adición de goma xantana y goma guar en la incubación. Ciencia en Desarrollo, 3(2), 163 – 178. <https://doi.org/10.19053/01217488.287>
- Patay, E. B., Fritea, L., Antonescu, A. y Dobjanschi, A. A. and L. (2017). Coffea arabica: A Plant with Rich Content in Caffeine. The Question of Caffeine. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68149>
- Preedy, V. R. (Ed.). (2014). Coffee in Health and Disease Prevention. United States of America: Academic Press.
- Ramírez, C. (2018). Desarrollo y evaluación de chocolate edulcorado con panela y relleno con nuez de nogal (*Juglans neotropica*) (Tesis de grado), Universidad Nacional

Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú. Recuperado de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1355>.

Real Academia Española. (2017). Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=cCcgRAr>

Rizzoli, R. y Biver, E. (2017). Chapter 29 - Yogurt Consumption and Impact on Bone Health. En N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 507-524). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00029-8>

Rodríguez, M., Yadira, N., Medrano, J., Pérez, M., Leonor, M., Grave, M. y Cabrera Y. (2017). Efecto anticariogénico del café. *Correo Científico Médico*, 21(3), 888-898.

Sanz, J., Salvador, A., Jiménez, A. y Fiszman, S. M. (2008). Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. 1515-1521. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0874-2>

Shivika. (2018). Replace sugar with jaggery in your tea for these amazing health benefits. Recuperado de <https://food.ndtv.com/food-drinks/replace-sugar-with-jaggery-in-your-tea-for-these-amazing-health-benefits-1803612>

Sierra y Selva Exportadora. (2015). Panela, el azúcar que sí es saludable | Come Sano, Come Peruano. Recuperado de <http://www.sierraexportadora.gob.pe/comesano/panela-el-azucar-que-si-es-saludable/>

Sierra y Selva Exportadora. (2017). Café peruano (Ficha técnica No 1). Recuperado de <https://www.sierraexportadora.gob.pe/portfolio/cafe-2/>

Silva, C. (2013). Propuesta de norma técnica para la panela granulada y proceso para su elaboración y aprobación (Tesis de grado), Universidad De Piura, Piura, Perú. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1741>

- Stone, H. y Sidel, J. L. (2004). Affective Testing. En *Sensory Evaluation Practices* (3.a ed., pp. 247-277). <https://doi.org/10.1016/B978-012672690-9/50011-1>
- Taguchi, C., Fukushima, Y., Kishimoto, Y., Suzuki-Sugihara, N., Saita, E., Takahashi, Y., y Kondo, K. (2015). Estimated Dietary Polyphenol Intake and Major Food and Beverage Sources among Elderly Japanese. *Nutrients*, 7(12), 10269-10281. <https://doi.org/10.3390/nu7125530>
- Tamang, J. P. (2015). *Health Benefits of Fermented Foods and Beverages*. Boca Raton: CRC Press.
- Tetra Pak International S.A. (2015). Fermented milk products. Technology, Engineering, Agriculture. *Dairy Processing Handbook*. Recuperado de <https://dairyprocessinghandbook.com/chapter/fermented-milk-products>
- Vásquez, V., Aredo, V., Velásquez, L. y Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 177-189.
- Ware, M. (2018). Everything you need to know about yogurt. *Medical News Today*. Recuperado de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/295714.php>
- Wei, F. y Tanokura, M. (2015). Chapter 10 - Chemical Changes in the Components of Coffee Beans during Roasting. En V. R. Preedy (Ed.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 83-91). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00010-3>
- Ye, M., Ren, L., Wu, Y., Wang, Y. y Liu, Y. (2013). Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1), 314-318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.09.027>
- Zamorán, D. J. (2012). Manual de procesamiento lácteo. Proyecto de cooperación de seguimiento para el mejoramiento tecnológico de la producción láctea en las micros y pequeñas empresas de los departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa. Recuperado de https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

Zhong, J., Yang, R., Cao, X., Liu, X. y Qin, X. (2018). Improved Physicochemical Properties of Yogurt Fortified with Fish Oil/ γ -Oryzanol by Nanoemulsion Technology. *Molecules*, 23(1), 56. <https://doi.org/10.3390/molecules23010056>

Zoidou, E., Melliou, E., Moatsou, G. y Magiatis, P. (2017). Chapter 11 - Preparation of Functional Yogurt Enriched With Olive-Derived Products. En N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in Health and Disease Prevention* (pp. 203-220). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00011-0>.

TERMINOLOGÍA

- **Fermentación láctica:** se refiere a la transformación catalítica de sustancias orgánicas por enzimas microbianas. Este proceso se lleva a cabo en la elaboración de yogur, en el que se utilizan bacterias fermentativas acidolácticas, las cuales degradan la lactosa y producen ácido láctico (Ettore, 2014).
- **Probiótico:** los probióticos son microorganismos vivos que cuando se consumen en cantidades apropiadas, confieren al huésped efectos saludables (Castillo, 2014).
- **Leche:** es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento térmico. El término “leche” le corresponde exclusivamente a la leche de vaca (INACAL, 2010).
- **Panela granulada:** es un endulzante natural obtenido mediante la extracción, concentración y cristalización de los jugos de la caña de azúcar. No se emplean procesos químicos ni de refinamientos en su elaboración por lo que mantiene mayor contenido de fitonutrientes (Lee et al., 2018).
- **Concentrado de café:** es la solución resultante de una extracción de sólidos solubles de los granos de café tostados y molidos, mediante una operación unitaria llamada concentración, empleando como solvente agua potable. Este tipo de derivado cafetalero mantiene las características sensoriales genuinas del café tostado como el aroma, color y contenido nutricional (Wei y Tanokura, 2015).
- **Polifenoles:** son compuestos químicos que se encuentran en los vegetales, los cuales tienen propiedades protectoras contra enfermedades crónicas como las cardiovasculares, neurodegenerativas y el cáncer; además actúan como antioxidantes (Camacho y Merino, 2018).
- **Alimento funcional:** cualquier componente alimenticio o alimento, que pueda ofrecer beneficios a la salud y bienestar superiores a los nutrientes tradicionales que

contiene; ya sea mejorando el estado de salud y/o reduciendo o minimizando el riesgo de enfermedad u otras condiciones de salud desfavorables (Camacho y Merino, 2018; Parra, 2012).

- **Evaluación sensorial:** se define como un método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído (Lawless y Heymann, 2010).
- **Prueba de aceptación sensorial a nivel de laboratorio:** es un tipo de pruebas afectivas, son aquellas pruebas sensoriales que intentan cuantificar el grado de agrado y disgusto de un producto y se realizan en un laboratorio a nivel de consumidor, en donde se garantiza el mayor control posible de los aspectos externos a la prueba como iluminación, control ambiental, temperatura, preparación del producto, entre otros; además el número de respuestas por muestra de producto se indica como mínimo veinticinco y como máximo setenta y cinco, recomendándose cuarenta (Stone y Sidel, 2004).
- **Análisis de varianza:** es un modelo estadístico que permite demostrar la existencia de una diferencia significativa entre medias de distintos grupos o variables. Esta metodología compara la varianza entre las medias de los grupos y la varianza dentro de los grupos, buscando determinar si todos los grupos forman parte de una población grande o poblaciones separadas con diferentes características (Minitab LLC., 2019).
- **Factores experimentales:** son las variables independientes empleadas durante un experimento para conocer su efecto sobre una variable respuesta de interés. Estos factores están conformados por un número limitado de niveles (Minitab LLC., 2019).
- **Desviación estándar:** es la medida estadística empleada para cuantificar la dispersión de un conjunto de valores numéricos, cuando menor es la desviación estándar, menor es la propagación de los datos y viceversa (Minitab LLC., 2019).

APÉNDICES

Apéndice 1. Ficha de evaluación sensorial de un yogur probiótico tipo batido

Nombres y apellidos: _____

Fecha: _____

Edad: _____ **Sexo:** Masculino () Femenino: ()

1. Por favor evalúe cuidadosamente cada muestra codificada de **yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela orgánica granulada y aromatizado con concentrado de café orgánico** utilizando la escala de abajo, califique cuanto le gustó o disgustó el producto en relación a los siguientes atributos:

- 9 - Me gustó extremadamente
- 8 - Me gustó mucho
- 7 - Me gustó moderadamente
- 6 - Me gustó ligeramente
- 5 - No me gustó ni me disgustó
- 4 - Me disgustó ligeramente
- 3 - Me disgustó moderadamente
- 2 - Me disgustó mucho
- 1 - Me disgustó extremadamente

| MUESTRA N°: | 234 | 467 | 769 | 352 | 168 | 483 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Color | | | | | | |
| Aroma | | | | | | |
| Sabor | | | | | | |
| Consistencia | | | | | | |
| Aceptación global | | | | | | |

2. Utilizando la escala abajo, exprese su parecer en relación a la intención de compra de la muestra evaluada de **yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela orgánica granulada y aromatizado con concentrado de café orgánico**.

- 5 – Seguramente compraría
- 4 - Probablemente compraría
- 3 - Talvez compraría / talvez no compraría
- 2 - Probablemente no compraría
- 1 - Seguramente no compraría

| | | | | | | |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MUESTRA Nº | 234 | 467 | 769 | 352 | 168 | 483 |
| NOTA | | | | | | |

3. Si tuviera algún comentario en relación a los atributos que más le gustaron o disgustaron de alguna muestra del yogur, hágalas con sus propias palabras en los renglones abajo, identificando a que muestra (o muestras) se refieren:

Muestra

Nº: _____

¡Muchas gracias por su participación!

Apéndice 2. Diseño de bloques completos aleatorizados, mostrando el orden de presentación de las muestras codificadas de yogur a los consumidores.

| Consumidores | Muestras | | | | | |
|--------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 483 | 168 | 352 | 769 | 234 | 467 |
| 2 | 168 | 483 | 467 | 234 | 352 | 769 |
| 3 | 467 | 352 | 168 | 769 | 234 | 483 |
| 4 | 467 | 168 | 769 | 483 | 234 | 352 |
| 5 | 769 | 352 | 483 | 234 | 467 | 168 |
| 6 | 467 | 168 | 483 | 769 | 352 | 234 |
| 7 | 234 | 769 | 168 | 483 | 352 | 467 |
| 8 | 234 | 483 | 467 | 352 | 168 | 769 |
| 9 | 467 | 352 | 769 | 483 | 234 | 168 |
| 10 | 483 | 168 | 352 | 234 | 467 | 769 |
| 11 | 467 | 352 | 234 | 168 | 769 | 483 |
| 12 | 168 | 234 | 352 | 769 | 467 | 483 |
| 13 | 483 | 769 | 168 | 234 | 467 | 352 |
| 14 | 769 | 352 | 234 | 467 | 168 | 483 |
| 15 | 769 | 168 | 467 | 483 | 352 | 234 |
| 16 | 352 | 467 | 168 | 483 | 234 | 769 |
| 17 | 467 | 483 | 769 | 234 | 168 | 352 |
| 18 | 483 | 769 | 168 | 352 | 234 | 467 |
| 19 | 168 | 467 | 352 | 483 | 769 | 234 |
| 20 | 467 | 483 | 234 | 769 | 168 | 352 |
| 21 | 352 | 467 | 234 | 168 | 483 | 769 |
| 22 | 168 | 352 | 769 | 234 | 483 | 467 |
| 23 | 234 | 483 | 168 | 769 | 352 | 467 |
| 24 | 483 | 234 | 769 | 467 | 352 | 168 |
| 25 | 769 | 168 | 467 | 352 | 483 | 234 |
| 26 | 769 | 483 | 234 | 467 | 352 | 168 |
| 27 | 467 | 352 | 168 | 483 | 234 | 769 |
| 28 | 234 | 352 | 168 | 483 | 769 | 467 |
| 29 | 467 | 352 | 769 | 168 | 483 | 234 |
| 30 | 467 | 769 | 168 | 483 | 352 | 234 |
| 31 | 234 | 168 | 352 | 769 | 467 | 483 |
| 32 | 352 | 769 | 483 | 467 | 168 | 234 |
| 33 | 234 | 168 | 352 | 483 | 769 | 467 |
| 34 | 769 | 234 | 168 | 483 | 352 | 467 |
| 35 | 483 | 467 | 168 | 234 | 769 | 352 |
| 36 | 467 | 352 | 769 | 168 | 234 | 483 |
| 37 | 168 | 483 | 352 | 467 | 234 | 769 |
| 38 | 234 | 467 | 168 | 483 | 769 | 352 |
| 39 | 352 | 168 | 467 | 769 | 234 | 483 |
| 40 | 467 | 769 | 234 | 168 | 483 | 352 |

Fuente: elaboración propia.

| Tratamiento | Código | Descripción |
|-------------|--------|--------------------------------------|
| T1 | 234 | 12 % panela, 2 % concentrado de Café |
| T2 | 467 | 12 % panela, 3 % concentrado de Café |
| T3 | 769 | 12 % panela, 4 % concentrado de Café |
| T4 | 352 | 18 % panela, 2 % concentrado de Café |
| T5 | 168 | 18 % panela, 3 % concentrado de Café |
| T6 | 483 | 18 % panela, 4 % concentrado de Café |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Costos de la materia prima directa de un kg de cada formulación de yogur

| Insumos (Kg) | Proporción | Cantidad | Precio unitario | Total |
|--------------------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Leche cruda fresca | 100 % | 1.03 | S/. 1.945 | S/. 2.00 |
| Leche en polvo descremada* | 1.5 % | 0.02 | S/. 25.00 | S/. 0.39 |
| Estabilizante (pectina)* | 0.6 % | 0.01 | S/. 60.00 | S/. 0.37 |
| Cultivo probiótico* | 0.5 % | 0.01 | S/. 30.00 | S/. 0.15 |
| Sorbato de potasio** | 0.005 % | 0.000 | S/. 100.00 | S/. 0.01 |
| | Subtotal | | | S/. 2.92 |
| Panela granulada orgánica* | 12 % | 0.1 | S/. 6.00 | S/. 0.74 |
| | 18 % | 0.2 | S/. 6.00 | S/. 1.11 |
| | 2 % | 0.02 | S/. 8.00 | S/. 0.17 |
| Concentrado de café orgánico** | 3 % | 0.03 | S/. 8.00 | S/. 0.25 |
| | 4 % | 0.04 | S/. 8.00 | S/. 0.34 |

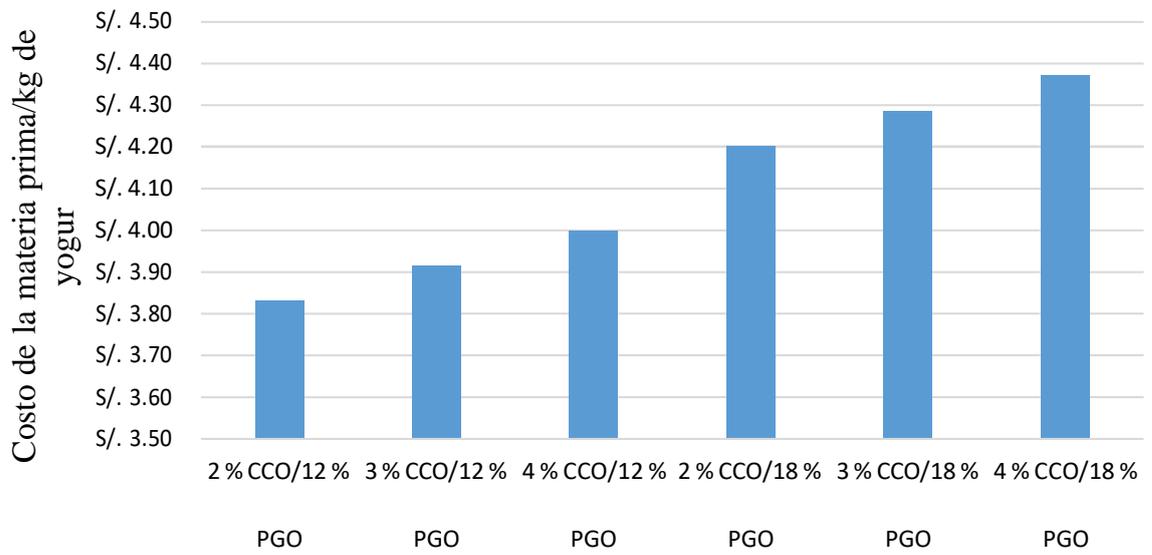
*Con respecto a la cantidad de leche (p/p)

**Con respecto a la cantidad de yogur base (p/p)

Fuente: elaboración propia.

| Formulaciones | Costo de la materia prima en un kg de yogur |
|------------------|---|
| 12 % PGO/2 % CCO | S/. 3.80 |
| 12 % PGO/3 % CCO | S/. 3.90 |
| 12 % PGO/4 % CCO | S/. 4.00 |
| 18 % PGO/2 % CCO | S/. 4.20 |
| 18 % PGO/3 % CCO | S/. 4.30 |
| 18 % PGO/4 % CCO | S/. 4.40 |

Fuente: elaboración propia.



Formulaciones de yogures

Costo de la materia prima directa empleada en la elaboración de un kg de yogur de cada formulación. *Fuente:* elaboración propia.

Apéndice 4. Certificación orgánica Bio Latina del café orgánico y panela orgánica empleados en la investigación.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|--|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|  | | CERTIFICATE CERTIFICADO | |  | | | | | | | |
| <p>We hereby declare that the operator has submitted his activities under control of BIO LATINA, and meets the requirements of BIO LATINA's Standards for Organic Farming Vers. 27 which are equivalent to the requirements of the Regulation (EEC) N° 834/2007 and the Regulation (EEC) N° 889/2008 "Organic production of Agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs" Por medio de este certificado se da fe que el operador ha sometido sus actividades a control de BIO LATINA y cumple los requisitos establecidos en las Normas de Producción Ecológica de BIO LATINA vers. 27, equivalentes al Reglamento (CEE) N° 834/2007 y al Reglamento (EEC) N° 889/2008 "Producción Agrícola Ecológica"</p> | | | | | | | | | | | |
| Document Number: Número de documento: | | FAO | CEE | RCA | 055 | ABC | ECO | PER | 018 | CEP | 020419 |
| Name and address of operator: Nombre y dirección del Operador: Cooperativa Agraria Norandino LTDA. (COOP. NORANDINO) Zona Industrial Segunda Etapa Mz. X Lotes 3 y 4, distrito Piura, provincia Piura, departamento Piura, país Perú Tel: 51 975383916 E-mail: certificaciones@coopnorandino.com.pe | | | Name, address and code number of control body: Nombre, dirección y código del organismo de certificación: BIO LATINA S.A.C. Domingo Millán 852, Jesús María, Lima 11, Perú Tel: ++51-1-2031130 E-mail: central@biolatina.com Web: http://www.biolatina.com Code number/número de código: D-ZE-14644-01-00 Code CEE / Código numérico para la CEE: PE-BIO-118 | | | | | | | | |
| Main activity / Actividad principal: productor, preparador, distribuidor | | | | | | | | | | | |
| Product groups/Activity / Grupos de productos/actividad: Plant and plant products / Vegetales y productos vegetales Prepared organic production / Productos transformados Organic products to distribute / Productos ecológicos a distribuir | | | Defined as / Definidos como: Organic products Producción ecológica | | | | | | | | |
| Period of cultivation / Período de cultivo: Café: Mayo / 2019 - Octubre / 2019 Cacao: Marzo / 2019 - Octubre / 2019 Caña de Azúcar: Junio / 2019 - Diciembre / 2019 | | | | | | | | | | | |
| With the following description / con la siguiente descripción: | | | | | | | | | | | |
| Type of / Tipo de | | Unit | | | | | | | | | |
| Products Productos | Productions Producción | Unit Unidad | | | | | | | | | |
| VER ANEXO | | | | | | | | | | | |
| Validity period / Período de validez: | | | Date of control(s) / Fecha de control: March 08, 2019 08 de marzo de 2019 | | | | | | | | |
| from / del April 02, 2019 / 02 de Abril de 2019 | | to / al March 06, 2020 06 de marzo de 2020 | | Date of certification decision / Fecha de decisión de certificación: April 02, 2019 / 02 de Abril de 2019 | | | | | | | |
| Date, place/ Fecha y lugar: April 02, 2019 / 02 de abril de 2019. Lima-Perú Signature on behalf of BIO LATINA: Firma en nombre de BIO LATINA  Reynaldo Chapilliquen Abad General Manager | | | | | | | | | | | |
| <small>* where parallel production/processing pursuant to Article 11 of Regulation (EC) No 834/2007 occurs / en caso de producción/ transformación simultáneas de conformidad con el artículo 11 del Reglamento (CE) no 834/2007 - This document has been issued on the basis of Article E.1.2 of BIO LATINA's Standards for Organic Farming. El presente documento ha sido expedido sobre la base del artículo E.1.2 de las normas de BIO LATINA para la producción ecológica. - In the event that its regulations are infringed upon or irregularities regarding their implementation are found, BIO LATINA reserves the right to annul this certificate / De presentarse en este período, irregularidades en su uso o incumplirse los requisitos de esta certificación, Bio Latina está en su derecho de anularlo.</small> | | | | | | | | | | | |
| www.biolatina.com | | Versión 11, Edición 21-04-17 | | Pag. 1 de 2 | | | | | | | |



ANNEX TO THE CERTIFICATE N°
ANEXO AL CERTIFICADO N°



| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| FAO | CEE | RCA | 055 | ABC | ECO | PER | 018 | CEP | 020419 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|

This annex is only valid with the certificate. Any amendment or erasures invalidate it.
Este anexo es válido solo con el certificado correspondiente. Cualquier enmienda o tachadura invalida el mismo.

Holder of the certificate: **Cooperativa Agraria Norandino LTDA.**
Tenedor del certificado: **(COOP. NORANDINO)**

For the production specified in the following table /Para la producción especificada en la siguiente tabla

Plant and plant products / Vegetales y productos vegetales

| Tipo de | | Peso neto (Kg) | De (Ha) | Fincas | En conformidad con el listado inserto en el Formulario |
|---|--------------------------------|----------------|---------|--------|--|
| Productos | Producción | | | | |
| Café / coffee (Coffea arabica) | Pergamino seco / Dry Parchment | 2559088.00 | 3365.12 | 2945 | PER-CH1-CEP-ECO-2019 |
| Cacao / cocoa (Theobroma cacao) | Grano en baba / Baba | 2474744.00 | 969.82 | | |
| Caña de azúcar / cane of sugar (Saccharum officinarum) | Fresco/ fresh | 46766000.00 | 1088.67 | | |

Organic products to distribute / Productos ecológicos a distribuir

| Type of / Tipo de | | Unit Unidad |
|---|--|--|
| Products Productos | Productions Producción | |
| Café / coffee (Coffea arabica) | Café verde Green coffee | Cooperativa Agraria Norandino LTDA. (COOP. NORANDINO) |
| Cacao / cocoa (Theobroma cacao) | Granos secos de cacao/ Dried beans cocoa | |
| Caña de azúcar / cane of sugar (Saccharum officinarum) | Panela/ Panela | |

Validity period / Período de validez:

| | |
|---|---------------------------------------|
| from / del | to /al |
| April 02, 2019 / 02 de Abril de 2019 | March 06, 2020 06 de marzo de 2020 |

Date of control(s) / Fecha de control:

March 08, 2019
08 de marzo de 2019
Date of certification decision / Fecha de decisión de certificación:
April 02, 2019 /
02 de Abril de 2019

Date, place/ Fecha y lugar: April 02, 2019 / 02 de abril de 2019, Lima-Perú,

Signature on behalf of BIO LATINA/ Firma en nombre de BIO LATINA :

Reynaldo Chapilliquen Abad
General Manager

Apéndice 5. Panel Fotográfico de la investigación



Realización de análisis de calidad a la leche fresca: Densidad, pH y acidez titulable



Pasteurización e incubación del yogur base.



Evaluación del pH y acidez titulable del yogur probiótico tipo batido edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico.



Medición de la sinéresis y % de retención de agua del yogur tipo batido.



Muestreo y diluciones microbiológicas del yogur.



Análisis microbiológicos: recuento de coliformes totales y mohos & levaduras del yogur tipo batido edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico.



Servido de muestras de yogur codificadas y aleatorizadas.



Consumidores evaluando las formulaciones de yogur de panela y concentrado de café.



Consumidores evaluando las formulaciones de yogur de panela y concentrado de café.



Consumidores evaluando las formulaciones de yogur de panela y concentrado de café.