



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD INGENIERIA**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores, en la calidad del yogurt (*Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en producción a escala semi-industrial del CETTEPS

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

Balseca Zambrano, Nicole

**Tutor:**

Ing. Guerrero Luzuriaga, Sebastián Alberto MsC.

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Nicole Balseca Zambrano, con cédula de ciudadanía 1724418841, autora del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores, en la calidad del yogurt (*Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en producción a escala semi-industrial del CETTEPS, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 28 días del mes de mayo de 2025.



---

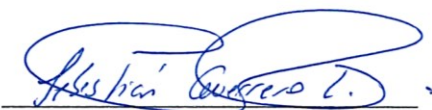
Nicole Balseca Zambrano

C.I: 1724418841

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Sebastián Alberto Guerrero Luzuriaga catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores, en la calidad del yogurt (*Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en producción a escala semi-industrial del CETTEPS, bajo la autoría de Nicole Balseca Zambrano; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 28 días del mes de mayo de 2025.



Sebastián Alberto Guerrero Luzuriaga

C.I: 0603950577

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

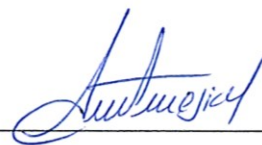
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores, en la calidad del yogurt (*Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en producción a escala semi-industrial del CETTEPS”, presentado por Nicole Balseca Zambrano, con cédula de identidad número 1724418841, bajo la tutoría de MsC. Sebastián Alberto Guerrero Luzuriaga; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 28 días del mes de mayo de 2025.

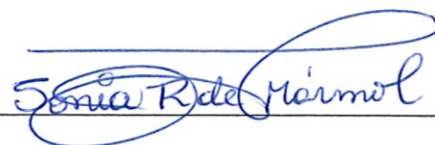
José Miranda, PhD.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ana Mejía López, Mgs.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Sonia Rodas, Dra.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **BALSECA ZAMBRANO NICOLE** con CC: **1724418841**, estudiante de la Carrera de **AGROINDUSTRIA**, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores, en la calidad del yogurt (*Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en producción a escala semi-industrial del CETEPS."**, cumple con el 8%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATION MAGISTER+**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 13 de MAYO de 2025



Mgs. Sebastián Guerrero L.  
**TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por sus bendiciones infinitas y por haber sido mi guía a lo largo de este arduo camino. Gracias por darme la fortaleza para superar cada obstáculo y la sabiduría para aprender de cada experiencia. Sin tu presencia constante en mi vida, este logro no habría sido posible.

A mis padres, Vicente Balseca mi querido padre y Cruz Zambrano mi bella madre cuyos sacrificios y amor incondicional han sido la cumbre de mis éxitos. Desde mis primeros pasos hasta este momento culminante, ustedes han sido mi fuente de inspiración y mi más grande apoyo. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Sus consejos y su ejemplo han sido fundamentales para formar la persona que soy hoy.

A mis queridos familiares más cercanos, quienes me han acompañado en cada paso de esta travesía. Su apoyo incondicional y sus palabras de ánimo han sido un pilar esencial en mi vida. A mi hermana, abuelos y tíos, gracias por estar siempre a mi lado, celebrando cada logro y brindándome consuelo en los momentos difíciles. Cada uno de ustedes ha aportado de manera única y especial, haciendo de este camino algo más llevadero y significativo.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, el MgS. Sebastián Guerrero, por su guía, paciencia y conocimiento a lo largo de este proyecto. Su apoyo y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

A mis profesores de carrera, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias, y por ser una fuente constante de inspiración y motivación durante estos años de estudio. Su enseñanza ha dejado una huella imborrable en mi formación profesional.

A mis compañeros más cercanos, agradezco sinceramente la amistad, el apoyo y los momentos compartidos. Su presencia ha sido un pilar importante durante esta etapa universitaria.

Finalmente, a esa persona especial en mi vida, que ha estado a mi lado en todo mi recorrido universitario, quiero dedicar unas palabras especiales de agradecimiento. Tu amor, comprensión y constante apoyo me han dado la fuerza necesaria para superar cada desafío.

## ÍNDICE GENERAL

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| DECLARATORIA DE AUTORÍA                  |  |
| DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR    |  |
| CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL |  |
| CERTIFICADO ANTIPLAGIO                   |  |
| DEDICATORIA                              |  |
| AGRADECIMIENTO                           |  |
| ÍNDICE GENERAL                           |  |
| ÍNDICE DE TABLAS                         |  |
| ÍNDICE DE FIGURAS                        |  |
| RESUMEN                                  |  |
| ABSTRACT                                 |  |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCION.</b>                                                   | 14 |
| 1.1 Antecedentes                                                                   | 14 |
| 1.2 Problema                                                                       | 15 |
| 1.3 Justificación                                                                  | 16 |
| 1.4 Objetivos                                                                      | 17 |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>                                                  | 18 |
| 2.1 Marco Referencial                                                              | 18 |
| 2.2 Marco Teórico                                                                  | 20 |
| 2.2.1 Niveles de escalado industrial                                               | 20 |
| 2.2.2 Cultivos iniciadores                                                         | 22 |
| 2.2.3 Inconvenientes en una escala semi-industrial                                 | 23 |
| 2.2.4 Requisitos para leches fermentadas INEN 2395:2011, Codex Alimentarius, HACCP | 23 |
| <b>CAPÍTULO III. METODOLOGIA.</b>                                                  | 25 |
| 3.1 Tipo de Investigación                                                          | 25 |
| 3.2 Diseño Experimental                                                            | 25 |
| 3.3 Procedimiento de la producción de yogurt                                       | 26 |
| 3.3.1 Diagrama de flujo                                                            | 28 |
| 3.4 Técnicas de recolección de datos                                               | 30 |
| 3.5 Población de Estudio y Tamaño de Muestra                                       | 30 |
| 3.6 Procesamiento de datos                                                         | 31 |
| 3.7 Métodos de Análisis de datos                                                   | 32 |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>                                         | 33 |



|                                                         |                                                                                                        |           |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1                                                     | Datos recolectados en el procesamiento del yogurt.....                                                 | 33        |
| 4.1.1                                                   | Colorimetría.....                                                                                      | 39        |
| 4.1.2                                                   | Acidez, pH, sinéresis.....                                                                             | 41        |
| 4.1.3                                                   | Densidad.....                                                                                          | 41        |
| 4.1.4                                                   | Viscosidad .....                                                                                       | 42        |
| 4.1.5                                                   | Curvas de pH y acidez durante el proceso de fermentación del yogurt. ....                              | 42        |
| 4.2                                                     | Análisis y discusión de los datos recolectados en el procesamiento del yogurt.....                     | 46        |
| 4.3                                                     | Análisis resultados de catas a consumidores frecuentes de yogurt.....                                  | 54        |
| 4.4                                                     | Análisis comparativo de pruebas de degustación de escala de laboratorio a escala semi-industrial. .... | 60        |
| 4.5                                                     | Análisis de resultados estadísticos (ANOVA).....                                                       | 64        |
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....</b> |                                                                                                        | <b>68</b> |
| 5.1                                                     | CONCLUSIONES .....                                                                                     | 68        |
| 5.2                                                     | RECOMENDACIONES .....                                                                                  | 69        |
| 6.                                                      | BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                     | 70        |
| 7.                                                      | ANEXOS.....                                                                                            | 74        |

## ÍNDICE DE TABLAS.

|                 |                                                                                                                          |           |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabla 1</b>  | <b> Materiales y equipos para la producción de yogurt .....</b>                                                          | <b>26</b> |
| <b>Tabla 2</b>  | <b> Parámetros control de calidad de la leche cruda.....</b>                                                             | <b>26</b> |
| <b>Tabla 3</b>  | <b> Parámetros a determinar, métodos y normativa.....</b>                                                                | <b>30</b> |
| <b>Tabla 4</b>  | <b> Tratamiento para la estandarización del yogurt con el cultivo 1.....</b>                                             | <b>33</b> |
| <b>Tabla 5</b>  | <b> Tratamiento para la estandarización del yogurt con el cultivo 2.....</b>                                             | <b>33</b> |
| <b>Tabla 6</b>  | <b> Parámetros físico-químicos producción (cultivo 1).....</b>                                                           | <b>34</b> |
| <b>Tabla 7</b>  | <b> Parámetros físico-químicos cultivo 2.....</b>                                                                        | <b>35</b> |
| <b>Tabla 8</b>  | <b> Tiempos y temperatura del proceso de producción del yogurt cultivo 1 .....</b>                                       | <b>36</b> |
| <b>Tabla 9</b>  | <b> Tiempos y temperatura del proceso de producción del yogurt cultivo 2 .....</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>Tabla 10</b> | <b> Tiempos de pH y acidez en la incubación del cultivo 1.....</b>                                                       | <b>38</b> |
| <b>Tabla 11</b> | <b> Tiempos de pH y acidez en la incubación del cultivo 2.....</b>                                                       | <b>39</b> |
| <b>Tabla 12</b> | <b> Análisis de colorimetría en el yogurt con el cultivo 1.....</b>                                                      | <b>40</b> |
| <b>Tabla 13</b> | <b> Análisis de colorimetría en el yogurt con el cultivo 2.....</b>                                                      | <b>40</b> |
| <b>Tabla 14</b> | <b> Evolución pH y acidez (Primer cultivo) .....</b>                                                                     | <b>41</b> |
| <b>Tabla 15</b> | <b> Evolución pH y acidez (Segundo cultivo) .....</b>                                                                    | <b>41</b> |
| <b>Tabla 16</b> | <b> Densidad de yogurt comparación .....</b>                                                                             | <b>42</b> |
| <b>Tabla 17</b> | <b> Viscosidad Yogurt.....</b>                                                                                           | <b>42</b> |
| <b>Tabla 18</b> | <b> Cuadro comparativo de parámetros en el proceso de yogurt de escala de laboratorio a escala semi-industrial .....</b> | <b>46</b> |
| <b>Tabla 19</b> | <b> Test Anova (pH).....</b>                                                                                             | <b>64</b> |
| <b>Tabla 20</b> | <b> Test Anova (Acidez).....</b>                                                                                         | <b>65</b> |
| <b>Tabla 21</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 1 (cultivo 1).....</b>                                                       | <b>54</b> |
| <b>Tabla 22</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 7 (cultivo 1).....</b>                                                       | <b>55</b> |
| <b>Tabla 23</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 14 (cultivo 1).....</b>                                                      | <b>55</b> |
| <b>Tabla 24</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 21 (cultivo 1).....</b>                                                      | <b>56</b> |
| <b>Tabla 25</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 28 (cultivo 1).....</b>                                                      | <b>56</b> |
| <b>Tabla 26</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 1 (cultivo 2).....</b>                                                       | <b>57</b> |
| <b>Tabla 27</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 7 (cultivo 2).....</b>                                                       | <b>58</b> |
| <b>Tabla 28</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 14 (cultivo 2).....</b>                                                      | <b>58</b> |
| <b>Tabla 29</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 21 (cultivo 2).....</b>                                                      | <b>59</b> |
| <b>Tabla 30</b> | <b> Tabulación de resultados del yogurt día 28 (cultivo 2).....</b>                                                      | <b>59</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                  |                                                                     |    |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b>  | <i>Proceso Estandarizado de yogurt</i> .....                        | 29 |
| <b>Figura 2</b>  | <i>Curva pH 2da producción- 1er cultivo</i> .....                   | 43 |
| <b>Figura 3</b>  | <i>Curva pH 2da producción- 2do cultivo</i> .....                   | 43 |
| <b>Figura 4</b>  | <i>Curva pH 3 era producción- 1er cultivo</i> .....                 | 43 |
| <b>Figura 5</b>  | <i>Curva pH 3era producción- 2do cultivo</i> .....                  | 43 |
| <b>Figura 6</b>  | <i>Curva pH final 1er cultivo</i> .....                             | 44 |
| <b>Figura 7</b>  | <i>Curva pH final 2do cultivo</i> .....                             | 44 |
| <b>Figura 8</b>  | <i>Curva acidez 1era producción-1er cultivo</i> .....               | 45 |
| <b>Figura 9</b>  | <i>Curva acidez 1era producción-2do cultivo</i> .....               | 45 |
| <b>Figura 10</b> | <i>Curva acidez 2da producción -1er cultivo</i> .....               | 45 |
| <b>Figura 11</b> | <i>Curva acidez 2da producción- 2do cultivo</i> .....               | 45 |
| <b>Figura 12</b> | <i>Curva acidez 3era producción- 1er cultivo</i> .....              | 45 |
| <b>Figura 13</b> | <i>Curva acidez 3era producción-2do cultivo</i> .....               | 45 |
| <b>Figura 14</b> | <i>Curva acidez final 1er cultivo</i> .....                         | 46 |
| <b>Figura 15</b> | <i>Curva acidez final 2do cultivo</i> .....                         | 46 |
| <b>Figura 16</b> | <i>Acidez cultivo 1 del yogurt en 28 días</i> .....                 | 48 |
| <b>Figura 17</b> | <i>Acidez cultivo 2 del yogurt en 28 días</i> .....                 | 48 |
| <b>Figura 18</b> | <i>Cultivo 1 del yogurt en 28 días</i> .....                        | 49 |
| <b>Figura 19</b> | <i>Cultivo 2 del yogurt en 28 días</i> .....                        | 49 |
| <b>Figura 20</b> | <i>Sinéresis cultivo 1 del yogurt en 28 días</i> .....              | 50 |
| <b>Figura 21</b> | <i>Sinéresis cultivo 2 del yogurt en 28 días</i> .....              | 50 |
| <b>Figura 22</b> | <i>Curva pH proceso fermentación cultivo 1</i> .....                | 51 |
| <b>Figura 23</b> | <i>Curva pH proceso fermentación cultivo 2</i> .....                | 51 |
| <b>Figura 24</b> | <i>Curva acidez fermentación cultivo 1</i> .....                    | 52 |
| <b>Figura 25</b> | <i>Curva acidez fermentación cultivo 2</i> .....                    | 52 |
| <b>Figura 26</b> | <i>Curva de temperatura proceso de fermentación cultivo 1</i> ..... | 53 |
| <b>Figura 27</b> | <i>Curva de temperatura proceso de fermentación cultivo 2</i> ..... | 53 |
| <b>Figura 28</b> | <i>Independencia pH</i> .....                                       | 66 |
| <b>Figura 29</b> | <i>Independencia Acidez</i> .....                                   | 66 |

## RESUMEN

El yogurt, un producto lácteo fermentado ampliamente consumido, presenta desafíos particulares al escalar su producción desde el laboratorio a niveles semi-industriales. Este proyecto tiene como objetivo principal medir la variación en el proceso de dos tipos diferentes de cultivos iniciadores al pasar de una escala de laboratorio a una escala semi-industrial. Además, se busca estandarizar el procedimiento de elaboración del yogurt conforme a las especificaciones y puntos críticos de control (PCC) establecidos para la maquinaria disponible en el CETTEPS. La metodología incluyó revisiones bibliográficas sobre la producción de yogurt a diferentes escalas, así como la implementación de ensayos experimentales por triplicado para asegurar la reproducibilidad de los resultados. La precisión se evaluó mediante la consistencia de los resultados obtenidos en las repeticiones del experimento, y se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar la significación estadística de los resultados. Para el procesamiento de datos se aplicó el análisis de la varianza (ANOVA). Se compararon los dos cultivos iniciadores mencionados, monitoreando parámetros como temperatura durante el proceso de pasteurización y los cambios en pH, acidez y sinéresis durante la fermentación y el almacenamiento. El análisis del producto final incluyó pruebas fisicoquímicas y una prueba de degustación comparativa con consumidores frecuentes de yogurt. Los resultados mostraron que, si bien no se encontraron diferencias significativas entre los cultivos en términos de calidad general del producto, sí hubo diferencias importantes relacionadas con el tiempo de fermentación. La temperatura de pasteurización en escala semi-industrial (85°C) mejoró la estabilidad del yogurt en comparación con la escala de laboratorio (80°C), y los tiempos de incubación fueron más cortos en la producción semi-industrial (4h 15 min - 4h 50 min) en comparación con el laboratorio (5h), lo que indica una mayor eficiencia en la producción a gran escala. La investigación concluyó que el cultivo de mostró una acidez ligeramente superior y un menor tiempo de incubación. En términos de características sensoriales, el yogurt propio (YP) producido con ambos cultivos fue percibido con mejores propiedades en comparación con el yogurt comercial (YC).

**Palabras claves:** Yogurt, cultivos iniciadores, fermentación, proceso semi-industrial.

## ABSTRACT

Yogurt, a widely consumed fermented dairy product, presents particular challenges when scaling up its production from laboratory to semi-industrial levels. The main aim of this project is to measure the process variation of two different types of starter cultures when moving from a laboratory scale to a semi-industrial scale. In addition, it seeks to standardize the yogurt production procedure according to the specifications and critical control points (CCPs) established for the machinery available at CETTEPS. The methodology included literature reviews on yogurt production at different scales, as well as the implementation of experimental trials in triplicate to ensure the reproducibility of the results. Accuracy was evaluated by the consistency of the results obtained in the experimental replicates, and analysis of variance (ANOVA) was used to evaluate the statistical significance of the results. Analysis of variance (ANOVA) was applied for data processing. The two starter cultures were compared, monitoring parameters such as temperature during the pasteurization process and changes in pH, acidity and syneresis during fermentation and storage. Analysis of the final product included physicochemical tests and a comparative taste test with frequent yogurt consumers. The results showed that, although no significant differences were found between cultures in terms of overall product quality, there were important differences related to fermentation time. The pasteurization temperature at semi-industrial scale (85°C) improved yogurt stability compared to laboratory scale (80°C), and incubation times were shorter in semi-industrial production (4h 15 min - 4h 50 min) compared to laboratory (5h), indicating higher efficiency in large-scale production. The research concluded that the cultivation of showed slightly higher acidity and shorter incubation time. In terms of sensory characteristics, the proprietary yogurt (PY) produced with both cultures was perceived to have better properties compared to commercial yogurt (CY).

**Keywords:** Yogurt, starter cultures, fermentation, semi-industrial process.



Reviewed by:  
Mgs. Edison Salazar Calderón  
**ENGLISH PROFESSOR**  
I.D. 0603184698

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

### 1.1 Antecedentes

Escobar (2015) da a conocer cuáles son aquellos métodos y tecnologías usados en la producción del yogurt a una escala semi-industrial, debido a que este conocimiento es clave para lograr optimizar los procesos, así mismo, mejorar la eficiencia operativa y reducir sus costos. Por otro lado, comprender como funciona la maquinaria no solamente garantiza altos estándares de calidad, sino que también facilita la implementación de aquellos programas de mantenimiento preventivo, minimizando el riesgo de fallas y asegurando que se cumplan las normativas sanitarias. También se debe tomar en cuenta la capacitación continua que debe tener el personal ya que garantiza un trabajo seguro y eficiente, reduciendo la cantidad de errores y manteniendo la consistencia del producto. Por último, el dominio de la tecnología que se emplea en la producción permite identificar aquellas oportunidades innovadoras y mejorar sus procesos (Escobar, 2015).

Es importante analizar detalladamente aquellos ingredientes y sus formulaciones en la producción del yogurt, debido a que la selección adecuada de cultivos probióticos, aditivos y estabilizantes garantizan la consistencia en cuanto a sabor, textura y calidad del producto. También es fundamental conocer y saber optimizar las formulaciones que nos permite tener un mejor control de costos, además de ayudar en la adaptación de las tendencias del mercado, favoreciendo la introducción de nuevas variedades y sabores del producto.

Asimismo, el cumplimiento de las normativas alimentarias es esencial para asegurar la calidad y seguridad del producto; en Ecuador, la normativa **INEN 2395:2011** establece los requisitos clave para la producción de yogurt a escala semi-industrial (Jaén, 2016).

Un control de calidad riguroso en la producción de yogurt es otro aspecto para tomar en cuenta debido a que examinar cada parte del procedimiento y realizar pruebas microbiológicas, en cuanto a textura y análisis sensoriales asegura la consistencia en todos los aspectos de cada uno de los lotes producidos de yogurt. El control eficiente no solamente previene riesgos para la salud del consumidor, también optimiza los procesos de producción y ayuda a fortalecer la reputación de la marca, favoreciendo la fidelidad el cliente. Además, permite la detección temprano de aquellos posibles problemas técnicos (Burga, 2021).

Marcalla & Almache (2018) señalan también que la optimización de procesos es una escala mayor como la semi-industrial es importante para lograr mejorar la eficiencia productiva, automatizar procesos y lograr reducir residuos. La optimización contribuye a realizar prácticas más sostenibles, para minimizar el impacto ambiental y favorecer el uso eficiente de los recursos. Así mismo, implementar estrategias de optimización permite mantener la competitividad del producto en el mercado.

Es crucial abordar los desafíos comunes en la replicación del yogurt a escala semi-industrial, como el mantenimiento de la calidad, la consistencia en sabor y textura, y la

distribución homogénea de la formulación. Para ello, se recomienda implementar controles de calidad estrictos, realizar ajustes progresivos en los procesos y utilizar equipos que aseguren mezclas uniformes. La anticipación y resolución de estos problemas mediante prácticas de control de calidad y mejoras tecnológicas son fundamentales para garantizar una replicación exitosa del proceso (Leal, 2022).

La aplicación de las prácticas sostenibles en la producción de un producto como el yogurt es primordial para reducir el impacto ambiental, optimizar el uso de los recursos y lograr mejorar la rentabilidad a largo plazo. Por otro lado, la eficiencia energética y la gestión adecuada de residuos son aspectos clave en este proceso. Según la FAO (2019) la adopción de medidas de eficiencia energética en la industria de alimentos puede disminuir de manera significativa el consumo de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero. Además, la gestión de residuos incluyendo el aprovechamiento de subproductos lácteos, es promovida por diversas regulaciones ambientales (INEN 2641:2019, Ecuador) la cual busca minimizar el desperdicio y fomentar la reutilización de la cadena de producción. Implementar un enfoque sostenible no solamente garantiza también el cumplimiento normativo, también mejorar la imagen de una empresa y atrae a consumidores comprometidos con la responsabilidad ambiental.

## 1.2 Problema

El yogurt es un producto lácteo ampliamente consumido y apreciado por sus diferentes sabores, texturas y beneficios para la salud. Su producción se basa en un proceso de fermentación láctica en el cual intervienen cultivos iniciadores, la elección de estos cultivos iniciadores es esencial para la obtención de un yogurt de calidad y su diversidad puede influir significativamente en la producción del yogurt.

El problema radicó en el uso de diferentes cultivos iniciadores, esto puede afectar en múltiples aspectos. Por un lado, la variabilidad en las cepas de bacterias utilizadas puede tener un impacto en la consistencia y textura del yogurt. Se conoce que algunas cepas producen exopolisacáridos los cuales contribuyen a una textura más firme y cremosa, mientras que otras pueden resultar en yogures más líquidos o gelatinosos. Los cultivos productores de exopolisacáridos (EPS) como *Streptococcus thermophilus* BGKMJ1-36, generan yogures con viscosidad superior al 35% (7.716 mPa/s vs 5.710 mPa/s) y sinéresis reducida (<10% vs 22% de separación de suero) comparados con cepas de EPS. Esta variación puede llevar a inconsistencias en la calidad del producto final, lo que representa un gran desafío para los productores en cuanto a estandarización y satisfacción del cliente (García, 2017)

Además, diferentes cultivos iniciadores generaron perfiles de sabor únicos. Algunas cepas producen compuestos aromáticos que influyen en el aroma y el sabor del yogurt. Esto es crucial ya que los consumidores tienen preferencias individuales en cuanto al sabor del yogurt, y la elección de los cultivos puede marcar la diferencia en la aceptación del producto en el mercado (Coronel, 2018).

Por otro lado, la salud y la nutrición también son factores clave. Algunas cepas de bacterias lácticas utilizadas en cultivos iniciadores tienen propiedades probióticas beneficiosas para la salud intestinal. Se comprendió cómo diferentes cultivos afectan la carga probiótica del yogurt es esencial en un momento en que los consumidores buscan productos que mejoren su bienestar (Coronel, 2018).

Al momento de escala la producción de yogurt de una escala de laboratorio a una escala semi-industrial, se observaron varios cambios significativos en cuanto a la estabilidad térmica y los tiempos de fermentación. En la pasteurización semi-industrial a 85°C incrementa la estabilidad térmica en un 15 por ciento, por otro lado, el tiempo de fermentación se reduce al 17 por ciento. Estos factores al actuar en conjunto contribuyen a pérdidas anuales del 7-12 por ciento en la industria láctea debido a los reprocesos y mermas (García, 2017).

Por lo tanto, el uso de diferentes cultivos iniciadores en la producción de yogurt es un problema significativo para estudiar debido a que afecta la calidad, textura, sabor, valor nutricional y la satisfacción al cliente. La necesidad de comprender cómo estas variaciones influyen en la producción del yogurt es crucial para la industria láctea y la satisfacción del consumidor. Esta investigación lo que busca es abordar esta problemática y proporcionar la información necesaria para la optimización de la producción del yogurt y la satisfacción de los consumidores.

### **1.3 Justificación**

La justificación para llevar a cabo una tesis centrada en encontrar el mejor cultivo iniciador para la elaboración de yogurt radica en la importancia crítica de este producto lácteo en la dieta global y su influencia en la salud. Con la creciente demanda de yogures de alta calidad y valor nutricional, así como la diversificación del mercado, es esencial investigar y optimizar la selección de cultivos iniciadores. Esto permitirá mejorar la consistencia, textura y sabor del yogurt, además de potenciar su contenido probiótico. Una elección más precisa de cultivos también puede impulsar la innovación en productos lácteos. Esta tesis contribuirá a la mejora de la industria láctea y al bienestar de los consumidores al proporcionar información valiosa sobre la selección óptima de cultivos iniciadores.

El yogurt se lo conoce por sus propiedades probióticas las cuales contribuyen positivamente a la salud intestinal y sistema inmunológico del consumidor. Además, es una buena fuente de proteínas, calcio y otros nutrientes esenciales. Sin embargo, para que estos beneficios sean óptimos es importante que mantenga su calidad durante todo el proceso de producción y almacenamiento.

Al momento de replicar de una escala menor a una mayor, existen varios factores que pueden afectar la calidad del producto, por ejemplo, la temperatura de pasteurización, el tiempo de fermentación y la estabilidad del producto final. Así mismo, al momento de incorporar *Bifidobacterium lactis* logra mejorar las propiedades probióticas del yogurt, aunque requiera de condiciones específicas para el crecimiento óptimo de los mismos.



Se conoce que la industria láctea es un sector importante en la economía de un país, por el hecho de generar empleo y contribuir al PIB. Además, mejorar la eficiencia y la calidad en la producción del yogurt no solo beneficia a los productores, también beneficia a los consumidores con productos saludables y de calidad.

El presente estudio ayudará de manera significativa a contribuir conocimiento sobre el escalamiento en la producción de yogurt, al ofrecer una mejor visión de los cultivos iniciadores usados, además, los resultados pueden ser aplicados en la industria para mejorar la eficiencia en sus procesos de producción del yogurt.

## **1.4 Objetivos**

### **General**

Evaluar el efecto del uso de cultivos iniciadores (*Streptococcus Thermophilus**Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis*), en la calidad del yogurt en producción a escala semi-industrial del CETTEPS.

### **Específicos**

- Medir la variación en el proceso de dos tipos diferentes de cultivos iniciadores en el cambio de escala de laboratorio a semi-industrial.
- Estandarizar el procedimiento del yogurt con las especificaciones y PCC establecidos para la capacidad de las maquinarias que contiene la planta del CETTEPS (Centro de transferencia tecnológica, saberes, producción y servicios).
- Analizar las curvas de acidificación y descenso de pH, analizando su efecto en el tiempo de inoculación y cambios producidos en diferentes atributos del yogurt.
- Examinar la eficiencia en el proceso de elaboración de yogurt al aplicar los dos diferentes tipos de cultivos iniciadores y la variabilidad que estos generan en los atributos del yogurt de una escala de laboratorio a semi-industrial.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Marco Referencial**

El proceso de optimización en la producción de yogurt a escala semi-industrial requiere de comprender su tecnología y métodos empleados en su totalidad, sobre todo en la eficiencia operativa y la calidad del producto. La implementación de sistemas de pasteurización HTST es un ejemplo de este, operan a una temperatura de entre 72-75°C por un tiempo de 15-20 segundos, demostrando ser eficaz para la eliminación de microorganismos patógenos y mejorando la textura del producto al reducir la desnaturalización de proteínas séricas. También, el uso de fermentadores con control preciso de temperatura y pH ayuda en la producción de este (Miles, 2025).

El riesgo de fallas en las maquinarias también se puede reducir y anticiparse gracias al proceso de optimización, garantizando una operación continua y sin interrupciones. Por lo tanto, conocer la maquinaria asegura cumplir con los requisitos, evitando problemas legales a futuro (Escobar, 2015).

Por otro lado, García (2017) comenta sobre la importancia de tener capacitación continua del personal en cuanto al uso de equipos y maquinarias, esta información permite a los empleados trabajar de manera más segura y eficiente, aparte de, ayudar a minimizar errores en el proceso de producción. Por lo tanto, ser amigable con la tecnología utilizada permite identificar aquellas oportunidades de innovación y mejora en los procesos.

Tener el análisis detallado en cuanto a formulaciones e ingredientes en la producción de yogurt garantiza la consistencia en cuanto a sabor, calidad y textura, aspectos claves en el producto final. También, se debe seleccionar cultivos que influyan directamente en las propiedades sensoriales y nutricionales del producto. Los autores Marinaki & Dimitrellou (2016) en su estudio sobre la incorporación de *Lactobacillus casei* en el yogurt demostraron que la presencia de estos mejora la estabilidad del producto y mantiene la viabilidad de los probióticos durante el almacenamiento. También comentan que el uso de estabilizantes aporta en la calidad del yogurt, así como la pectina y goma guar previenen la separación del suero y mejorar la textura del producto.

Además, comprender las formulaciones del yogurt facilita el control de costos y la adaptación a las tendencias del mercado. La incorporación de prebióticos como la inulina ha ganado popularidad debido a sus beneficios para la salud digestiva y su capacidad para mejorar la textura del yogurt. Esto demuestra cómo la innovación en formulaciones puede influir en la aceptación del producto y en la rentabilidad de la empresa (Douglas & Kayanush, 2022).

El cumplimiento de normativas es otro aspecto crucial en la producción de yogurt. En Ecuador, la normativa INEN 2395:2011 para leches fermentadas, que incluye el yogurt, especifica ciertos requisitos como el contenido de grasa, proteína y la presencia de adulterantes,

pero no detalla aspectos como el contenido de azúcar, acidez, tipo de fermento o cultivo a usar, viscosidad o color. Estas especificaciones son fundamentales para desarrollar un producto a escala semi-industrial (Jaén, 2016).

Burga (2021) recalcó que un control de calidad riguroso en la producción de yogurt a escala mayor es primordial para garantizar la uniformidad en sabor, textura y apariencia de cada lote, cumpliendo con las expectativas de los consumidores y asegurando una calidad constante. Según su estudio la implementación de controles en cada etapa del proceso, desde la pasteurización hasta el proceso de fermentación, permite reducir variaciones en la calidad del producto y mejorar su estabilidad durante el almacenamiento. Además, el control de calidad es clave para prevenir contaminaciones que podrían afectar la salud el consumidor. El mantenimiento de la leche a temperaturas bajas a 8°C antes de su procesamiento y el proceso de pasteurización a 85°C durante 10 minutos es un ejemplo de cómo estas medidas efectivas garantizan la inocuidad del yogurt.

Así mismo, se ha estudiado que la optimización de temperaturas en el proceso de fermentación de entre 42-45°C y la regulación del pH entre 4.3-4.5 mejoran la textura y reducen el porcentaje de sinéresis del yogurt. En otro aspecto, se debe saber que un sistema de control de calidad eficiente respalda totalmente la reputación de una marca, además de construir confianza del consumidor y fomentar la lealtad a largo plazo hacia la marca, logrando asegurar la competitividad en el mercado (Burga, 2021).

Camacho (2016) destacó la importancia de la optimización de procesos en la producción de yogurt a escala semi-industrial, resaltando su impacto en la eficiencia operativa, la automatización de procesos y la reducción de residuos. Su estudio en la empresa CoolacTame LTDA mostró que la implementación de un fermentador lento tipo batch permitió mejorar la estabilidad del producto y reducir la variabilidad en la fermentación. Además, la optimización del proceso mediante ajustes en la temperatura de pasteurización (85°C) y el control de sinéresis mejoró la calidad del yogurt, reduciendo pérdidas en la producción. Otro aspecto clave es la gestión de la cadena de suministros, donde la automatización de procesos ha demostrado reducir costos y mejorar la eficiencia. Según Camacho (2016), el uso de sistemas de filtrado continuo con diferentes tamaños de malla optimizó la eliminación de impurezas, mejorando la calidad del producto final. En términos de sostenibilidad, la reducción del consumo innecesario de recursos minimiza el impacto ambiental. Camacho (2016) identificó que la implementación de materiales como acero inoxidable 316L en los equipos de producción disminuye la formación de biofilms bacterianos, asegurando la calidad microbiológica del yogurt y reduciendo el uso de productos químicos para limpieza.

Por otro lado, Leal (2022) resaltó lo importante que son abordar los desafíos comunes que surgen al momento de replicar la producción de yogurt a escala semi-industrial y proponer soluciones para problemas como la calidad, contaminación y consistencia del producto. Entre los problemas señalados se destacan la variación en la calidad del yogurt al aumentar la escala de producción y los retos para mantener la consistencia en sabor y textura. Entre los problemas señalados, destaca la variación en la calidad del yogurt al aumentar la escala de producción y

los retos para mantener la consistencia en cuanto a sabor y textura. El autor también menciona las dificultades para lograr una distribución homogénea de la formulación a gran escala así como las desviaciones en temperatura y tiempo del proceso que pueden impactar negativamente la calidad del producto. Además, Leal identifica problemas técnicos que están relacionados con la correcta dosificación y sellado del producto final, los cuales pueden afectar en los resultados.

En su estudio Pardo (2022) implementa controles de calidad con un sistema altamente estricto el cual identifica y corrige variaciones dentro de un proceso. Recomienda realizar pruebas y ajustes para el aumento en la escala de producción no afectar la consistencia del producto. Un aspecto clave es el uso de equipos avanzados que aseguren mezclas homogéneas y consistentes.

Vilcapoma (2023) argumentó cómo la sostenibilidad en la producción de yogurt a escala semi-industrial trae múltiples beneficios, como la reducción de costos operativos. Un enfoque sostenible no solo mejora la imagen y responsabilidad social de la empresa, sino que también atrae a consumidores comprometidos con la sostenibilidad. Adoptar prácticas sostenibles en la producción a gran escala también asegura el cumplimiento de las regulaciones ambientales, evitando problemas legales y satisfaciendo a los consumidores que valoran los productos ecológicos.

Conocer las regulaciones y normativas en la producción de alimentos a escala semi-industrial es un también otro dato importante, señalando que estas establecen los requisitos indispensables de seguridad y calidad alimentaria. Estas normativas aseguran que se mantengan los estándares necesarios en las plantas de producción, garantizando que el yogurt producido sea seguro para el consumo humano y no represente riesgos para la salud. Además, los autores destacan que adherirse a estas normativas no solo asegura la calidad del producto, sino que también refleja la ética empresarial de la compañía. Cumplir con las normativas establecidas es esencial para acceder a mercados internacionales, ya que muchos países exigen que los productos cumplan con sus estándares antes de permitir su importación (Jaén, 2016).

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Niveles de escalado industrial**

En el escalado industrial, existen cinco niveles, escalas o etapas que pueden diferenciarse en función de distintos parámetros. En campos como la biotecnología, estas variabilidades de escala se determinan por el volumen, donde la magnitud establece el tipo de escala utilizada. En ingeniería, este concepto es más simplificado, considerando varios factores que pueden variar en importancia. Las escalas también se pueden clasificar según el objetivo para el cual fueron creadas (Pedroza & Anaya, 2017).

#### **Escala de Laboratorio**

Esta etapa es fundamental para obtener información sistematizada que servirá de base para escalas mayores. En específico en la agroindustria esta escala cumple varios objetivos

claves: la investigación y desarrollo, la cual realiza pruebas y experimentos necesarios para desarrollar nuevos productos, mejorar procesos y encontrar soluciones innovadoras. El control de calidad, que evalúa la calidad de materias primas, productos intermedios y finales, asegurando el cumplimiento de estándares y normativas. La optimización de procesos, que identifica y analiza variables en procesos agroindustriales para mejorar la eficiencia, reducir costos y minimizar desperdicios. El análisis nutricional, que determina la composición nutricional de productos agrícolas y alimentos procesados, proporcionando información necesaria para el etiquetado y comercializado (Urbano, 2016).

Por lo tanto, esta escala es importante ya que su objetivo principal es verificar las teorías y obtener los datos suficientes para formular los modelos teóricos necesarios. Así mismo, permite comprobar si una hipótesis se confirma o se rechaza, basándose en los conocimientos dados y su literatura científica (Urbano, 2016).

### **Escala de Banco**

La escala de banco en la agroindustria permite realizar pruebas y experimentos a un nivel intermedio, situándose entre el laboratorio y la producción a gran escala. Su aplicación es clave para la validación de procesos, asegurando la viabilidad y eficiencia antes de su implementación industrial. En algunos estudios se ha demostrado que la optimización de la fermentación en escala de banco permite ajustar la temperatura y el tiempo de incubación para mejorar la textura y estabilidad del producto.

### **Escala Piloto**

Para el campo agroindustrial esta escala es clave en el diseño de proceso antes de su implementación a un nivel mayor (industrial). A pesar de ser más costosa que las escalas anteriormente mencionadas, su uso se justifica en la necesidad de validar toda tecnología, optimizar parámetros y obtener datos representativos para la producción a gran escala (Muñoz, 2016). El desarrollo de sistemas de secado de granos es una aplicación debido a la implementación de secadores de lecho fluido en plantas piloto lo cual ha permitido mejorar la eficiencia del proceso, esto logró reducir el consumo energético en un 25% y optimizando la calidad del producto final (Teresi & Stewart, 2022).

### **Escala Semi-Industrial**

La escala semi-industrial en la agroindustria es utilizada principalmente para la demostración de procesos, la validación de prácticas específicas y como paso intermedio hacia la producción industrial. Aunque su uso es menos frecuente debido a los costos asociados, su implementación es clave en el desarrollo de procesos innovadores y en la integración de maquinaria avanzada (Muñoz, 2016). Un ejemplo de su aplicación es la producción de yogurt probiótico, donde estudios han demostrado que la fermentación en escala semi-industrial permite ajustar la temperatura y el tiempo de incubación para mejorar la estabilidad del producto antes de su producción a gran escala. Estas plantas están diseñadas de manera similar a las industriales, pero con una capacidad de producción menor, generalmente un décimo de la

escala industrial. Esta reducción permite acumular experiencia en su funcionamiento y sirve como modelo para futuras plantas de mayor capacidad.

## **Escala Industrial**

Por otro lado, la escala industrial representa el último paso del proceso en el escalado agroindustrial, permitiendo la producción masiva con máxima eficiencia y rentabilidad. Su implementación es clave para la optimización de procesos, el control de calidad y la competitividad en el mercado global (Urbano, 2016). La producción de lácteos a gran escala, donde la adopción de sistemas de pasteurización UHT (Ultra High Temperature) ha permitido extender la vida útil del producto hasta 90 días, reduciendo costos logísticos y mejorando la distribución es un ejemplo de su impacto. También en la industria de harinas y cereales la automatización de procesos mediante molinos de alta capacidad ha incrementado la eficiencia productiva en un 40%, optimizando el uso de la materia prima. Otro aspecto, es la reducción de costos mediante economías de escala. En la producción de aceites esenciales se ha demostrado que el escalado industrial permite disminuir el costo por litro en un 30%, gracias a la optimización de extracción y filtrado (Urbano, 2016).

### **2.2.2 Cultivos iniciadores**

#### ***Streptococcus thermophilus-Lactobacillus bulgaricus***

Se conocen que estos cultivos iniciadores presentan un comportamiento colaborativo lo cual permite que la fermentación de la leche produzca el ácido láctico, contribuyendo a las características sensoriales del yogurt. Esta combinación de cultivos es habitualmente usada en la industria láctea, gracias a su eficacia en la acidificación y su capacidad para mejorar la estabilidad del producto final (Ramírez, 2019).

La ventaja principal que de estos cultivos es la estabilidad que generan al yogurt en cuanto a calidad, con una textura uniforme y un perfil sensorial distintivo en los consumidores. Obviamente también existen limitaciones en cuanto a la diversidad en los beneficios probióticos que pueden derivarse de estos cultivos en particular. Se conoce que los cultivos *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* son altamente eficaces en cuanto a la producción de este producto, pero sus propiedades funcionales adicionales como la producción de bacteriocinas o mejorar la salud intestinal son más limitadas en comparación con otros cultivos probióticos (Myra et al., 2024).

Por esta razón, en varios estudios realizados la incorporación de cepas adicionales, como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, para mejorar el perfil probiótico del yogurt y ampliar sus beneficios para la salud. La combinación de diferentes bacterias lácticas puede influir en las características sensoriales del yogurt y su estabilidad, permitiendo una mayor diversidad en la formulación de yogures funcionales (Myra et al., 2024).

#### ***Streptococcus thermophilus-Lactobacillus bulgaricus-Bifidobacterium lactis:***

Existen cultivos iniciadores que combinan *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Bifidobacterium lactis* presentan un comportamiento sinérgico, permitiendo la

fermentación de la leche y la producción de ácido láctico, lo cual contribuye en la textura y el sabor característico del yogurt. Se debe conocer también que la incorporación de *Bifidobacterium Lactis* añade beneficios probióticos adicionales como la mejora en la digestión de la lactosa y reduce los síntomas de intolerancia, mejorando la salud intestinal y favoreciendo el sistema inmunológico del consumidor (Güerchia, 2015).

Sin embargo, la adición de *Bifidobacterium lactis* también representa algunos desafíos técnicos y económicos. Estos microorganismos son más sensibles a condiciones de producción y almacenamiento, lo que puede afectar su viabilidad en productos comerciales. Ejemplo de esto, es un estudio que confirmó que la temperatura de almacenamiento superior a 4°C puede reducir la cantidad de bifidobacterias presentes en el yogurt, afectando su contenido probiótico (Gil, 2022).

A pesar de estos desafíos, el desarrollo y la aplicación de esta combinación de cultivos pueden abrir nuevas oportunidades en la industria de productos lácteos, proporcionando productos que no solo mantienen la calidad tradicional del yogurt, sino que también ofrecen beneficios probióticos adicionales (Ramírez, 2019).

### **2.2.3 Inconvenientes en una escala semi-industrial**

Existen varios desafíos a ser considerados, uno de estos es la viabilidad y estabilidad de las bifidobacterias, como *Bifidobacterium lactis* la cual es más sensible a condiciones industriales. Por esta razón, en el proceso de fermentación a gran escala factores como temperatura, pH y condiciones de almacenamiento pueden afectar a la supervivencia de estas. Se conoce que la exposición prolongada a temperaturas mayores a 4°C reduce altamente la viabilidad de las bifidobacterias en los productos fermentados (Güerchia, 2015).

El aumento de costos que van asociados a la producción a gran escala es un factor determinante. Introducir y mantener cepas de bifidobacterias requiere tecnologías avanzadas como la microencapsulación, la cual ha demostrado mejorar la estabilidad de los probióticos en productos lácteos. Pero, este proceso aumenta los costos de producción en un 15-20%, lo cual presenta desafíos económicos para los fabricantes (Rokka, 2010).

### **2.2.4 Requisitos para leches fermentadas INEN 2395:2011, Codex Alimentarius, HACCP.**

Para la producción de yogurt a escala semi-industrial en Ecuador la normativa INEN 2395:2011 establece los requisitos para leches fermentadas (yogurt). Esta normativa asegura que el producto cumpla con los estándares de calidad y seguridad alimentaria exigidos en el país, asimismo, la norma especifica parámetros como el contenido de grasa, la ausencia de adulterantes que puedan alterar su composición natural. Sin embargo, no determina ciertos aspectos específicos como contenido de azúcar, nivel de acidez, tipo de fermento, viscosidad o color del yogurt.

Además de la normativa INEN 2395:2011 existen otros estándares internacionales que aseguran el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad, como el Codex Alimentarius desarrollado por la FAO y la OMS. Este código establece parámetros globales sobre productos fermentados, límites microbiológicos, requisitos de etiquetado y prácticas de manufactura seguras. Un ejemplo es el Codex STAN 243-2003 el cual define la composición de yogures y establece límites microbiológicos para garantizar su inocuidad.

Se considera la implementación de HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) como una estrategia para la producción segura de yogurt a nivel industrial. Aplicar este sistema en la industria láctea permite identificar y controlar PCC, reduciendo el riesgo de contaminación de producto final. Además, la regulación ISO 22000:2018 también establece algunos requisitos específicos para los sistemas de gestión de seguridad alimentaria, asegurando que se mantengan las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) en toda la cadena de producción.

En resumen, la normativa INEN 2395:2011, junto con el Codex Alimentarius, HACCP e ISO 22000, proporciona un marco esencial para la producción de yogurt a escala semi-industrial, garantizando calidad, seguridad y posibilidades de mejora continua. En resumen, la normativa INEN 2395:2011 ofrece un marco esencial para la producción de yogurt a escala semi-industrial, y al mismo tiempo, la flexibilidad en ciertos parámetros permite la adaptación y mejora continua del producto para satisfacer las necesidades del consumidor (INEN, 2011).



## CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

### 3.1 Tipo de Investigación.

Esta investigación es considerada cuantitativa y experimental, ya que busca evaluar y comparar el efecto de distintos cultivos iniciadores en la calidad del yogurt producido a escala semi-industrial. El enfoque experimental permite la observación y análisis directo de las variables en estudio, como pH, temperatura y porcentaje de sinéresis a lo largo del proceso de producción, así como la evaluación sensorial del producto final. Finalmente, al ser una investigación cuantitativa se enfoca en medir y comparar los resultados del efecto de los cultivos iniciadores.

### 3.2 Diseño Experimental

Se revisaron bibliografías sobre la producción de yogurt a diferentes escalas, logrando identificar los métodos usados y procesos profundizando en el escalamiento semi-industrial y a nivel de laboratorio. Así mismo para establecer los insumos y condiciones óptimas se analizó la información sobre aspectos claves como tiempo, temperatura, cantidades de ingredientes. También se realizaron pruebas en distintas condiciones para evaluar las características del producto final.

Desde un enfoque experimental se realizaron ensayos por triplicado para garantizar la precisión y reproductibilidad de los datos obtenidos. Se compararon dos tipos de cultivos iniciadores los cuales resultaron ganadores en el estudio a escala de laboratorio como óptimos para usarlos en una escala semi-industrial.

- *Streptococcus thermophilus-Lactobacillus bulgaricus*
- *Streptococcus thermophilus-Lactobacillus bulgaricus- bifidobacterium lactis*

El proceso de producción comenzó con la preparación de la leche cruda, midiendo parámetros físico-químicos como grasa, SNF, densidad, proteínas, lactosa, sales y agua agregada. Así mismo se registraron datos de temperatura, pH, acidez antes y después de la pasteurización, monitoreando estos parámetros cada 15-20 minutos para garantizar la calidad y seguridad del producto.

Posteriormente, la leche pasteurizada fue inoculada con los cultivos iniciadores y se procedió a monitorear la fermentación, registrando los datos en temperatura, pH y acidez hasta alcanzar un pH de 4.6. Además, se evaluó el proceso de sinéresis de la cuajada antes del batido del yogurt.

Para analizar el producto final se realizaron mediciones de pH, acidez y sinéresis en varios momentos del almacenamiento del día 1,7,14,21 y 28. Además se realizó una cata sensorial con consumidores frecuentes de yogurt, comparando el producto propio elaborado con otro del mismo sabor, pero comercial. Los parámetros que se evaluaron fueron viscosidad, acidez, color, olor y cremosidad.

Con los datos recolectados se realizó un análisis estadístico para determinar diferencia significativa o no entre los cultivos iniciadores en términos de tiempo, temperatura, pH y porcentaje de sinéresis para analizar cual logró mejor adaptación a una escala semi-industrial. El diseño experimental usado de medidas repetidas se analizó los efectos de factor cultivo y tiempo sobre las variables pH y acidez.

### 3.3 Procedimiento de la producción de yogurt

Los Materiales y equipos para la producción de yogurt se indican en la tabla 1

**Tabla 1**

*Materiales y equipos para la producción de yogurt*

| Equipos             | Marca        | Modelo y Origen          | Materiales                                                                | Reactivos                   |
|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| pHmetro             | HACH         | EEUU                     | Vasos de precipitado (0.5L)                                               | Solución buffer de 4,7 y 10 |
| Bureta              | Schilling    | 10ml Graduada (Alemania) | Probeta de vidrio (1L)                                                    | Hidróxido de sodio 0,4 N    |
| Viscosímetro        | Elicrom      | NDJ-S (EEUU)             | Termómetro                                                                | Fenoltaleina                |
| Analizador de leche | MilkoTester  | Eco (Alemania)           | Pipetas                                                                   |                             |
| Centrifuga          | Funke Gerber | Super Vario N (Alemania) | Agua destilada                                                            |                             |
| Yogurtera (100) L   | -            | -                        | Tubos de ensayo<br>Termómetro<br>pHmetro<br>Bureta<br>Analizador de leche |                             |

1. **Control de Calidad:** Se inicia con un control de calidad para asegurar que la leche cruda cumpla con la norma INEN 09:2012, que regula los estándares técnicos y sanitarios para productos lácteos. Para lo cual la leche cruda debe cumplir los requisitos establecidos en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Parámetros control de calidad de la leche cruda*

| Parámetro         | Unidad            | Mínimo | Máximo |
|-------------------|-------------------|--------|--------|
| Densidad Relativa | -                 |        |        |
| A 15°C            |                   | 1.029  | 1.033  |
| A 20°C            |                   | 1.028  | 1.032  |
| Materia grasa     | % (Fracción masa) | 3.0    | -      |

|                      |                   |        |        |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Acidez titulable     | % (Fracción masa) | 0.13   | 0.17   |
| como ácido láctico   |                   |        |        |
| Sólidos Totales      | % (Fracción masa) | 11.2   | -      |
| Sólidos no grasos    | % (Fracción masa) | 8.2    |        |
| Punto de congelación | °C                | -0.536 | -0.512 |
|                      | °H                | -0.555 | -0.530 |
| Proteínas            | % (Fracción masa) | 2.9    | -      |

*Nota.* Adaptado de Leche Cruda. Requisitos, INEN, 2012

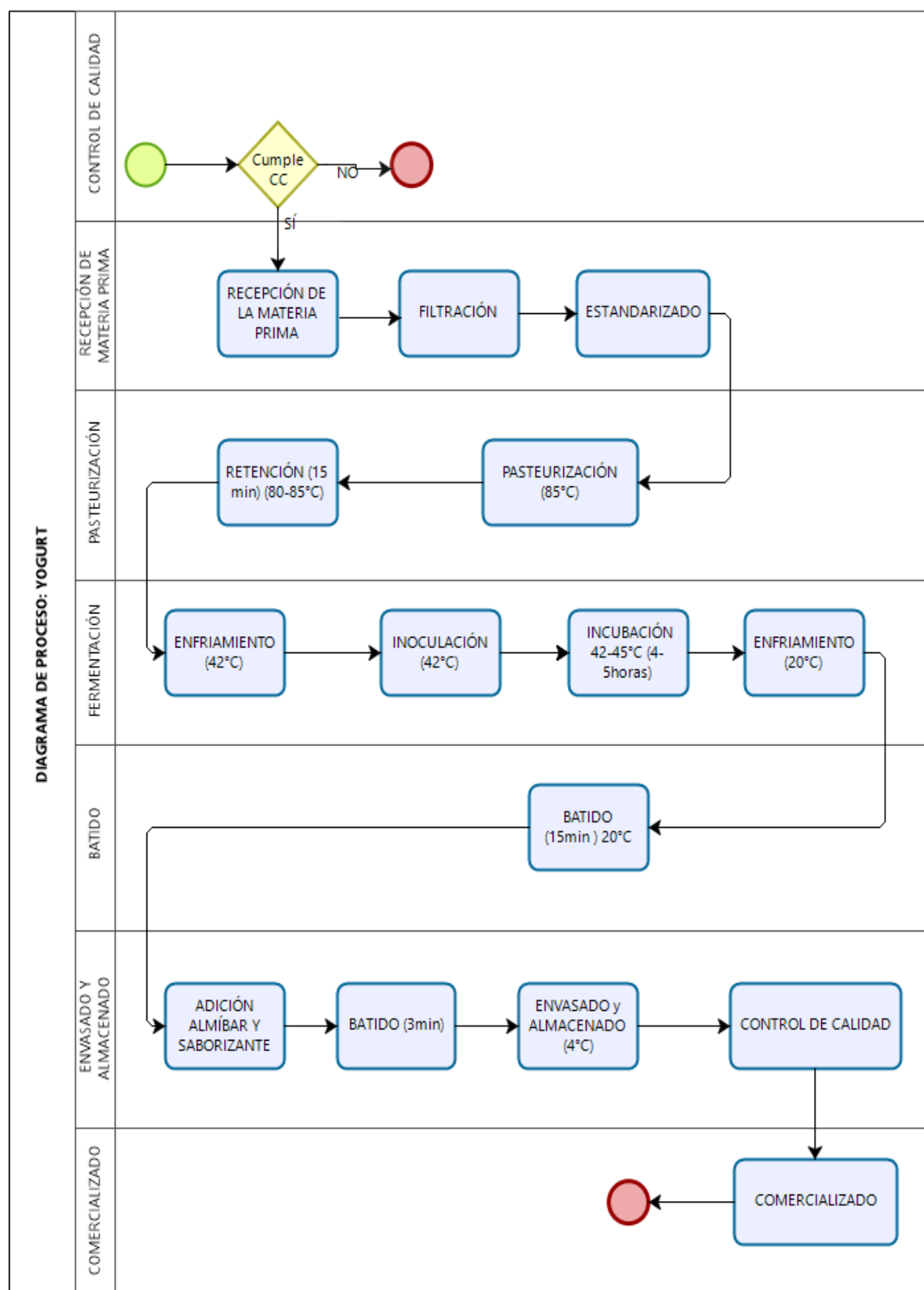
2. **Recepción de la Materia Prima (leche):** La leche y otros ingredientes son recibidos en la planta. Se realizan pruebas adicionales para verificar que cumplen con los requisitos establecidos antes de proceder al procesamiento.
3. **Filtración:** La leche debe ser filtrada en mallas o sistema de filtros para eliminar las impurezas y partículas no deseadas.
4. **Estandarización:** Se debe ajustar el contenido de grasa para lograr las características óptimas del yogurt. (Este paso es opcional) según las características nutricionales finales que se desee.
5. **Pasteurización:** Se debe calentar la leche hasta llegar a una temperatura de 85°C.
6. **Retención:** La temperatura de 85°C se debe mantener por un lapso de 15 minutos, asegurándose que no exceda la temperatura en un rango de 80-85°C
7. **Enfriamiento:** Después de la pasteurización, gradualmente la temperatura bajara 2 grados cada minuto hasta llegar a un rango de temperatura de 42°C, preparándola para la inoculación del fermento.
8. **Inoculación del Fermento:** Se debe mantener a una temperatura de 42°C para realizar la inoculación del fermento ya sea YF-L811 o ABY-3, se debe considerar que este tipo de fermento está diseñado para 250 litros y viene en presentaciones de 15 gramos, para esto se emplean solamente 6 gramos para una proporción adecuada. Para homogenizar, se extrae 1 litro de la leche previamente pasteurizada, se mezcla el fermento y se incorpora a la totalidad de 100 litros.
9. **Incubación del fermento:** La mezcla se mantiene entre 38-45°C durante 4 a 5 horas permitiendo la fermentación hasta alcanzar un pH de 4.6 y una acidez mínima de 0.80%. Durante el proceso los cultivos bacterianos transforman la lactosa en ácido láctico otorgando al yogurt mejores características en sabor y textura.
10. **Enfriamiento Post-Incubación:** Cuando se completó la incubación el yogurt con cuajada sólida se debe enfriar hasta alcanzar una temperatura de 20°C en un tiempo de 25 a 35 minutos deteniendo la fermentación y estabilizando el producto.

11. **Batido:** Se debe batir la cuajada a 30 RPM (revoluciones por minuto) por un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos a una temperatura de 20°C. Se considera completo el proceso cuando no se observan partículas de cuajada, solamente una mezcla uniforme.
12. **Adición del almíbar y el saborizante:** Se combinan 5 litros de agua y 8.5 kg de azúcar por cada 100 litros de yogurt, se calienta la mezcla hasta llegar al punto de ebullición y se deja hervir por 1 minuto más y se deja enfriar a temperatura ambiente para posteriormente incorporarlo a la mezcla del yogurt.
13. **Batir Nuevamente:** Se bate nuevamente por 3 minutos para integrar bien los ingredientes añadidos y asegurar una distribución uniforme del sabor.
14. **Envasado:** El yogurt debe ser envasado en recipientes adecuados para su almacenamiento.
15. **Almacenamiento:** Se debe almacenar en condiciones controladas de refrigeración a temperaturas de 4°C.
16. **Control de calidad:** Previo a la comercialización se debe verificar que el producto cumpla con los estándares establecidos en la normativa y el etiquetado.

### 3.3.1 Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo establecido para la elaboración de yogurt a escala semi-industrial en el CETTEPS.

**Figura 1**  
Proceso Estandarizado de yogurt



### 3.4 Técnicas de recolección de datos

Los datos fueron recolectados de los análisis indicados en la tabla 3 tomados de la norma INEN 2395:2011, que establece los métodos y parámetros para la evaluación de leches fermentadas.

**Tabla 3**

Parámetros a determinar, métodos y normativa

| PARÁMETROS A DETERMINAR | MÉTODOS                      | NORMATIVA          |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|
| pH                      | Potenciométrico              | NTE INEN 1431:2010 |
| Acidez                  | Titulación ácido-base        | NTE INEN 1684:2014 |
| Densidad                | Picnómetro                   | NTE INEN 2390      |
| Color                   | Colorímetro (Escala Cie-Lab) | ISO 11664-1:2007   |
| Viscosidad              | Viscosímetro                 | ISO 3104:2021      |
| Sensorial               | Consumidores frecuentes      | NTE INEN 1333      |
| Sinéresis               | Centrifugación forzada       | ISO 6731:2010      |

En la recolección de datos en el control de calidad y producción de yogurt, se utilizaron varios instrumentos especializados: el analizador de leche Mikoltester modelo Eco se empleó para el análisis de los parámetros físico-químicos de la leche cruda, el pH-metro marca HACH se utilizó para medir el pH tanto de la leche como del yogurt calibrado previamente con soluciones buffer estándar (pH 4.0 y pH 7.0), vital para mantener condiciones óptimas de fermentación; durante los procesos de pasteurización y fermentación, un termómetro digital TP-101 monitoreó constantemente la temperatura, garantizando que se mantuvieran dentro de los rangos necesarios para la seguridad y eficacia del proceso; La acidez fue determinada mediante titulaciones volumétricas utilizando una bureta schilling de 10 ml graduada , junto con una solución de NaOH 0.1 N como titulante para determinar la acidez en porcentaje, un parámetro crucial para seguir el desarrollo de la fermentación; la centrifuga FUNKE GERBER modelo Super Vario N se empleó para analizar el porcentaje de sinéresis de la cuajada del yogurt, determinando la estabilidad del producto; además, se utilizó un picnómetro para evaluar la densidad del producto final y un colorímetro marca CR-400 para determinar el color del yogurt, asegurando que se cumplieran con las expectativas sensoriales.

Se midió la viscosidad con un viscosímetro Elicrom modelo NDJ-S para la verificación de su textura, para la degustación se realizaron hojas de pruebas de degustación para registrar las respuestas del panel de cata que son los consumidores frecuentes de yogurt.

### 3.5 Población de Estudio y Tamaño de Muestra

La población de estudio para esta investigación está compuesta por un panel de consumidores frecuentes de yogurt, cuidadosamente seleccionados para asegurar que cumplieran con los requisitos necesarios para evaluar las características sensoriales del producto. Este panel está compuesto por personas que suelen consumir yogurt al menos tres

veces a la semana, lo que garantiza que estén familiarizadas con el producto y sean capaces de identificar sus atributos sensoriales. Además, se tomó en cuenta su experiencia previa en pruebas de degustación y su habilidad para describir aspectos como el sabor, la textura, el aroma y el color. El panel está formado por 15 personas que cumplen estos criterios y tienen las capacidades necesarias para evaluar productos lácteos, contribuyendo así a la precisión y calidad de los resultados.

Para el tamaño de muestra se seleccionaron en función que los resultados esperados, para obtener resultados representativos y confiables en la evaluación sensorial, en este estudio seleccionó un panel de 15 jueces adecuados para las pruebas sensoriales realizadas. La literatura especializada comenta que un análisis sensorial consta de un panel de entre 10 a 15 jueces entrenados, estos serían suficientes para captar la variedad de percepciones sensoriales y asegurar la validez en los datos recolectados. Cada miembro del panel participará en las pruebas de degustación realizadas en diferentes momentos del almacenamiento del yogurt (días 1,7,14,21,28), permitiendo así una evaluación completa y detallada de las características sensoriales del producto a lo largo del tiempo.

Además, la participación de este panel de consumidores frecuentes de yogurt garantizará que las evaluaciones sensoriales sean realizadas de manera consistente y siguiendo las directrices establecidas en la norma ISO 8586 y 6658 para pruebas sensoriales en productos lácteos, proporcionando datos comparativos valiosos entre los yogures producidos con diferentes cultivos iniciadores.

### **3.6 Procesamiento de datos**

Para procesar los datos se realizó un análisis principalmente de los datos recolectados en el proceso de producción y en el almacenamiento de este. Se monitoreó su temperatura, pH y acidez durante su fermentación, para los datos de volumetría se procesaron en porcentaje de acidez, mientras que, los valores de colorimetría se usaron para analizar el índice de color total. También, se midió viscosidad, pH y porcentaje de sinéresis en un tiempo de 28 días de almacenamiento para evaluar la estabilidad del producto. Cada uno de los parámetros analizados se midieron mediante repeticiones por triplicado.

Además, se realizaron pruebas de degustación con consumidores frecuentes de yogurt donde se comparó el yogurt desarrollado en la investigación con uno comercial. En dichas evaluaciones se analizaron parámetros como viscosidad, acidez, color, olor y cremosidad, utilizando una escala de calificación de -5 a 5, siendo -5 el valor más bajo y 5 el más alto en cada parámetro. Estos parámetros se evaluaron utilizando los dos diferentes cultivos y se realizaron las pruebas de degustación al primer día de elaboración del yogurt, así como a los 7, 14, 21 y 28 días, quienes compararon los yogures producidos con cada cultivo iniciador frente a un yogurt comercial.

Después de recolectar los datos se organizaron en tablas para posteriormente ser analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si

existe o no diferencia significativa entre los cultivos. Para la presentación visual de los resultados se realizaron curvas de fermentación en cada una de sus producciones, curvas de tiempo de fermentación de igual manera. También se elaboraron curvas de descenso de pH y ascenso del porcentaje de acidez para estudiar su comportamiento. Los datos resultantes se compararon con los resultados del estudio de escala de laboratorio para evaluar la diferencia de comportamiento de cada cultivo en los diferentes entornos de producción.

### **3.7 Métodos de Análisis de datos**

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software Rstudio, como el análisis de varianza ANOVA, para evaluar las diferencias entre los grupos. En este caso se aplicó un ANOVA de dos factores (Cultivo y Tiempo) con su interacción para determinar si el Cultivo y Tiempo tienen efectos significativos sobre las variables de interés (pH y Acidez).



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Datos recolectados en el procesamiento del yogurt

En la tabla 4 se presenta el procedimiento completo del yogurt con los cultivos de *Streptococcus thermophilus*-*Lactobacillus bulgaricus* (Cultivo1) y (*Streptococcus Thermophilus*-*L. Bulgaricus* - *B. lactis* (Cultivo2).

**Tabla 4**

*Tratamiento para la estandarización del yogurt con el cultivo 1*

| Pasteurización | Retención               | Enfriado                   | Fermentación            | Enfriado                   | Batido                                      |
|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|
| 85°C           | 15 minutos<br>(80-85°C) | Hasta llegar<br>a los 42°C | 40°C<br>Durante 5 horas | Hasta llegar<br>a los 20°C | Durante 15<br>minutos a<br>30 RPM y<br>20°C |

**Tabla 5**

*Tratamiento para la estandarización del yogurt con el cultivo 2*

| Pasteurización | Retención               | Enfriado                   | Fermentación                          | Enfriado                   | Batido                                        |
|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| 85°C           | 15 minutos<br>(80-85°C) | Hasta llegar<br>a los 42°C | 40°C<br>Durante 4 horas<br>15 minutos | Hasta llegar<br>a los 20°C | Durante<br>15<br>minutos a<br>30rcp y<br>20°C |

Las tablas 6 y 7 muestran los resultados del análisis de la leche cruda y pasteurizada, se recolectaron diversos datos para evaluar la calidad del producto en diferentes etapas de procesamiento. Estos datos incluyen mediciones de pH, acidez, contenido de grasa, sólidos no grasos (SNF), densidad, proteínas, lactosa, sales y otros parámetros relevantes.

**Tabla 6***Parámetros físico-químicos producción (cultivo 1)*

| <b>LECHE CRUDA</b>        |                         |               |               |               |              |                            |
|---------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|
| <b>Parámetro</b>          | <b>Unidad de Medida</b> | <b>N-03-1</b> | <b>N-03-2</b> | <b>N-03-3</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| Alcohol                   | -                       | Negativo      | Negativo      | Negativo      | Negativo     | -                          |
| °T                        | °T                      | 30.55         | 29.7          | 28.85         | 29.70        | 0.85                       |
| pH                        | -                       | 6.55          | 6.85          | 6.75          | 6.72         | 0.15                       |
| Acidez                    | % ácido láctico         | 0.17          | 0.18          | 0.17          | 0.17         | 0.01                       |
| Grasa                     | %                       | 3.685         | 3.715         | 3.72          | 3.71         | 0.02                       |
| SNF                       | %                       | 8.63          | 8.875         | 8.9           | 8.80         | 0.15                       |
| Densidad                  | kg/m <sup>3</sup>       | 29.345        | 30.455        | 30.59         | 30.13        | 0.68                       |
| Proteínas                 | %                       | 3.175         | 3.26          | 3.27          | 3.24         | 0.05                       |
| Lactosa                   | %                       | 4.64          | 4.75          | 4.84          | 4.74         | 0.10                       |
| Sales                     | %                       | 0.75          | 0.76          | 0.77          | 0.76         | 0.01                       |
| Agua                      | %                       | 0             | 0             | 0             | 0.00         | 0.00                       |
| Agregada                  |                         |               |               |               |              |                            |
| PC (Punto Crioscópico)    | -                       | 548           | 568           | 570           | 562.00       | 12.17                      |
| <b>LECHE PASTEURIZADA</b> |                         |               |               |               |              |                            |
| Alcohol                   | -                       | Negativo      | Negativo      | Negativo      | Negativo     | -                          |
| °T                        | °T                      | 34.25         | 33.875        | 33.435        | 33.85        | 0.41                       |
| pH                        | -                       | 6.73          | 6.75          | 6.72          | 6.73         | 0.02                       |
| Acidez                    | % ácido láctico         | 0.17          | 0.18          | 0.18          | 0.18         | 0.01                       |
| Grasa                     | %                       | 3.98          | 3.925         | 3.93          | 3.95         | 0.03                       |
| SNF                       | %                       | 8.73          | 8.8           | 8.805         | 8.78         | 0.04                       |
| Densidad                  | kg/m <sup>3</sup>       | 29.42         | 29.815        | 29.85         | 29.70        | 0.24                       |
| Proteínas                 | %                       | 3.21          | 3.235         | 3.235         | 3.23         | 0.01                       |
| Lactosa                   | %                       | 4.82          | 4.8           | 4.78          | 4.80         | 0.02                       |
| Sales                     | %                       | 0.74          | 0.75          | 0.76          | 0.75         | 0.01                       |
| Agua                      | %                       | 0             | 0             | 0             | 0.00         | 0.00                       |
| Agregada                  |                         |               |               |               |              |                            |
| PC (Punto Crioscópico)    | -                       | 555           | 569           | 570           | 565          | 8.39                       |

**Tabla 7***Parámetros físico-químicos cultivo 2*

| <b>LECHE CRUDA</b>        |                         |               |               |               |              |                            |
|---------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|
| <b>Parámetro</b>          | <b>Unidad de Medida</b> | <b>N-03-1</b> | <b>N-03-2</b> | <b>N-03-3</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| Alcohol                   | -                       | Negativo      | Negativo      | Negativo      | Negativo     | -                          |
| °T                        | °T                      | 24.1          | 23.15         | 23.7          | 23.65        | 0.48                       |
| pH                        | -                       | 6.945         | 6.975         | 6.96          | 6.96         | 0.01                       |
| Acidez                    | % ácido láctico         | 0.17          | 0.17          | 0.17          | 0.17         | 0.00                       |
| Grasa                     | %                       | 4.4           | 4.465         | 4.51          | 4.46         | 0.06                       |
| SNF                       | %                       | 8.88          | 8.985         | 9.59          | 9.15         | 0.38                       |
| Densidad                  | kg/m <sup>3</sup>       | 29.37         | 29.98         | 30.18         | 29.84        | 0.42                       |
| Proteínas                 | %                       | 3.305         | 3.375         | 3.395         | 3.36         | 0.05                       |
| Lactosa                   | %                       | 4.855         | 4.9           | 4.935         | 4.90         | 0.04                       |
| Sales                     | %                       | 0.745         | 0.765         | 0.765         | 0.76         | 0.01                       |
| Agua                      | %                       | 0             | 0             | 0             | 0.00         | 0.00                       |
| Agregada                  |                         |               |               |               |              |                            |
| PC                        | -                       | 567           | 581           | 576.5         | 575          | 7.15                       |
| <b>LECHE PASTEURIZADA</b> |                         |               |               |               |              |                            |
| Alcohol                   | -                       | Negativo      | Negativo      | Negativo      | Negativo     | -                          |
| °T                        | °T                      | 29.85         | 29.95         | 30.4          | 30.07        | 0.29                       |
| pH                        | -                       | 6.59          | 6.67          | 6.66          | 6.64         | 0.04                       |
| Acidez                    | % ácido láctico         | 0.24          | 0.23          | 0.23          | 0.23         | 0.01                       |
| Grasa                     | %                       | 4.74          | 4.56          | 4.435         | 4.58         | 0.15                       |
| SNF                       | %                       | 8.84          | 9.1           | 9.045         | 9.00         | 0.14                       |
| Densidad                  | kg/m <sup>3</sup>       | 28.215        | 29.39         | 30.465        | 29.36        | 1.13                       |
| Proteínas                 | %                       | 3.235         | 3.295         | 3.34          | 3.29         | 0.05                       |
| Lactosa                   | %                       | 4.87          | 4.905         | 4.96          | 4.91         | 0.05                       |
| Sales                     | %                       | 0.76          | 0.76          | 0.765         | 0.76         | 0.00                       |
| Agua                      | %                       | 0             | 0             | 0             | 0.00         | 0.00                       |
| Agregada                  |                         |               |               |               |              |                            |
| PC                        | -                       | 561.5         | 568.5         | 572           | 567          | 5.35                       |

Las tablas 8 y 9 muestran los tiempos y temperaturas registrados durante las diferentes etapas del proceso de elaboración de yogurt. Los datos se dividen en cuatro etapas principales: pasteurización, retención, incubación y enfriamiento. Cada etapa tiene sus propias temperaturas y tiempos específicos, los cuales son esenciales para asegurar la calidad y seguridad del yogurt final. En total, el proceso de incubación tomó aproximadamente 276 minutos para el cultivo 1 y para el cultivo 2 un total de 249 minutos, siendo un dato clave para esta investigación.

**Tabla 8***Tiempos y temperatura del proceso de producción del yogurt cultivo 1*

| TIEMPO              | TEMPERATURA | TIEMPO     | TEMPERATURA | TIEMPO          | TEMPERATURA |
|---------------------|-------------|------------|-------------|-----------------|-------------|
| PASTEURIZACIÓN      |             | 18         | 42.7        | 196             | 39.4        |
| 0                   | 35.8        | 19         | 41.8        | 200             | 39.3        |
| 1                   | 39.9        | 20         | 40.2        | 205             | 39.9        |
| 2                   | 45.7        | INCUBACIÓN |             | 210             | 39.2        |
| 3                   | 52.8        | 0          | 40.1        | 215             | 39.5        |
| 4                   | 56.64       | 1          | 40.1        | 221             | 36.1        |
| 5                   | 61.1        | 2          | 42.6        | 227             | 38.6        |
| 6                   | 64.8        | 3          | 39.3        | 232             | 38.8        |
| 7                   | 67.2        | 4          | 42.3        | 237             | 39.5        |
| 8                   | 70.5        | 5          | 39.2        | 242             | 40.3        |
| 9                   | 74.2        | 13         | 43.3        | 249             | 37.6        |
| 11                  | 75.8        | 21         | 42.3        | 254             | 40          |
| 12                  | 79.1        | 28         | 41.8        | 259             | 40.1        |
| 13                  | 81.5        | 34         | 41.9        | 264             | 40.2        |
| 15                  | 83.4        | 44         | 42.1        | 270             | 40.4        |
| 16                  | 85          | 51         | 41.9        | 276             | 40.8        |
| RETENCIÓN (15min)   |             | 56         | 41.6        | ENFRIADO (20°C) |             |
| 0                   | 85          | 61         | 41.1        | 0               | 39.6        |
| 1                   | 94.9        | 67         | 41.1        | 4               | 39.3        |
| 2                   | 83.5        | 74         | 40.3        | 12              | 39.4        |
| 3                   | 82.9        | 81         | 40.5        | 19              | 41.2        |
| 6                   | 83.6        | 86         | 40.3        | 25              | 20.6        |
| 10                  | 83.3        | 91         | 39.5        |                 |             |
| 12                  | 83.64       | 96         | 40.5        |                 |             |
| 15                  | 83.92       | 102        | 39.8        |                 |             |
| ENFRIAMIENTO (40°C) |             | 107        | 40.1        |                 |             |
| 0                   | 80.2        | 115        | 40.9        |                 |             |
| 1                   | 76.5        | 120        | 39.9        |                 |             |
| 2                   | 72.9        | 125        | 39.2        |                 |             |
| 4                   | 64..3       | 130        | 39.5        |                 |             |
| 8                   | 60.2        | 139        | 39.9        |                 |             |
| 10                  | 55.8        | 140        | 40.1        |                 |             |
| 11                  | 53.4        | 146        | 39.1        |                 |             |
| 12                  | 51.2        | 152        | 39.4        |                 |             |
| 13                  | 49.2        | 157        | 38.1        |                 |             |
| 14                  | 47.6        | 162        | 38.8        |                 |             |
| 15                  | 45.3        | 168        | 41.9        |                 |             |
| 16                  | 44.1        | 184        | 41.9        |                 |             |
| 17                  | 43.9        | 190        | 41.6        |                 |             |

**Tabla 9***Tiempos y temperatura del proceso de producción del yogurt cultivo 2*

| <b>TIEMPO</b>            | <b>TEMPERATURA</b> | <b>ENFRIAMIENTO</b><br>(40°C) |       |                 |       |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------|-------|-----------------|-------|
| <b>PASTEURIZACIÓN</b>    |                    | 0                             | 81.30 | 180             | 40.5  |
| 0                        | 35.23              | 1                             | 74.85 | 195             | 40.8  |
| 1                        | 40.03              | 2                             | 67.90 | 210             | 40.5  |
| 2                        | 47.10              | 4                             | 62.45 | 225             | 40.3  |
| 3                        | 53.20              | 8                             | 57.25 | 240             | 40.15 |
| 4                        | 57.80              | 10                            | 51.20 | 249             | 39.9  |
| 5                        | 59.63              | 11                            | 50.75 | <b>ENFRIADO</b> |       |
| 6                        | 66.47              | 12                            | 48.35 | 0               | 38.3  |
| 7                        | 69.93              | 13                            | 46.52 | 4               | 35.5  |
| 8                        | 47.13              | 14                            | 43.85 | 10              | 32.05 |
| 9                        | 77.83              | 15                            | 41.90 | 15              | 27.75 |
| 11                       | 79.30              | 16                            | 40.25 | 20              | 24.55 |
| 12                       | 80.33              | <b>INCUBACIÓN</b>             |       | 25              | 20.25 |
| 13                       | 81.93              | 0                             | 39.9  |                 |       |
| 15                       | 83.47              | 15                            | 39.6  |                 |       |
| <b>RETENCIÓN (15min)</b> |                    | 30                            | 40.35 |                 |       |
| 0                        | 81.37              | 45                            | 38.35 |                 |       |
| 1                        | 82.13              | 60                            | 40.1  |                 |       |
| 2                        | 82.37              | 75                            | 38.9  |                 |       |
| 3                        | 83.00              | 90                            | 41.1  |                 |       |
| 6                        | 83.63              | 105                           | 40.65 |                 |       |
| 10                       | 55.60              | 120                           | 41.3  |                 |       |
| 12                       | 55.70              | 135                           | 41.2  |                 |       |
| 15                       | 84.37              | 150                           | 41.2  |                 |       |
|                          |                    | 165                           | 41.05 |                 |       |

La tabla 10 y 11 muestran los valores de pH y acidez medidos en diferentes tiempos durante la incubación de las tres producciones del yogurt con los dos cultivos iniciadores. También se presentan los promedios de acidez y pH calculados para cada tiempo. Se presenció que, a lo largo del proceso de 276 minutos, la acidez aumentó progresivamente de 0.17% a 0.82%, mientras que el pH disminuyó de 6.77 a 4.64. Para el proceso de 249 minutos, la acidez aumentó de 0.17% a 0.82% y el pH descendió de 6.69 a 4.59 en promedio.

**Tabla 10**

*Tiempos de pH y acidez en la incubación del cultivo 1*

| TIEMPO | 1era Producción |      | 2da Producción |      | 3era Producción |      | Promedio | Promedio |
|--------|-----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------|----------|
|        | Acidez          | pH   | Acidez         | pH   | Acidez          | pH   | (Acidez) | (pH)     |
| 0      | 0.17            | 6.77 | 0.18           | 6.58 | 0.18            | 6.68 | 0.18     | 6.68     |
| 15     | 0.18            | 6.82 | 0.2            | 6.53 | 0.19            | 6.68 | 0.19     | 6.68     |
| 30     | 0.19            | 6.77 | 0.21           | 6.34 | 0.2             | 6.56 | 0.2      | 6.56     |
| 45     | 0.2             | 6.71 | 0.21           | 6.28 | 0.21            | 6.50 | 0.21     | 6.5      |
| 60     | 0.23            | 6.55 | 0.21           | 6.19 | 0.22            | 6.37 | 0.22     | 6.37     |
| 75     | 0.26            | 6.33 | 0.25           | 6    | 0.26            | 6.17 | 0.26     | 6.17     |
| 90     | 0.34            | 6.12 | 0.27           | 5.74 | 0.31            | 5.93 | 0.31     | 5.93     |
| 105    | 0.41            | 5.9  | 0.35           | 5.45 | 0.38            | 5.68 | 0.38     | 5.68     |
| 120    | 0.56            | 5.69 | 0.42           | 5.28 | 0.49            | 5.49 | 0.49     | 5.49     |
| 135    | 0.57            | 5.62 | 0.51           | 5.06 | 0.54            | 5.34 | 0.54     | 5.34     |
| 150    | 0.58            | 5.47 | 0.54           | 5.04 | 0.56            | 5.26 | 0.56     | 5.26     |
| 165    | 0.67            | 5.41 | 0.6            | 4.95 | 0.64            | 5.18 | 0.64     | 5.18     |
| 180    | 0.66            | 5.31 | 0.63           | 4.93 | 0.65            | 5.12 | 0.65     | 5.12     |
| 195    | 0.71            | 5.24 | 0.68           | 4.88 | 0.7             | 5.06 | 0.7      | 5.06     |
| 200    | 0.74            | 5.18 | 0.7            | 4.85 | 0.72            | 5.02 | 0.72     | 5.02     |
| 210    | 0.75            | 5.11 | 0.72           | 4.83 | 0.74            | 4.97 | 0.74     | 4.97     |
| 226    | 0.76            | 5    | 0.76           | 4.83 | 0.76            | 4.92 | 0.76     | 4.92     |
| 257    | 0.78            | 4.83 | 0.78           | 4.76 | 0.78            | 4.80 | 0.78     | 4.8      |
| 271    | 0.8             | 4.76 | 0.8            | 4.73 | 0.8             | 4.71 | 0.8      | 4.75     |
| 276    | 0.82            | 4.6  | 0.82           | 4.62 | 0.82            | 4.61 | 0.82     | 4.64     |

|                            |             |             |
|----------------------------|-------------|-------------|
| <b>Desviación Estándar</b> | <b>0.24</b> | <b>0.70</b> |
|----------------------------|-------------|-------------|

**Tabla 11**

*Tiempos de pH y acidez en la incubación del cultivo 2*

| TIEMPO                     | 1era Producción |      | 2da Producción |      | 3era Producción |      | Promedio (Acidez) | Promedio (pH) |
|----------------------------|-----------------|------|----------------|------|-----------------|------|-------------------|---------------|
|                            | Acidez          | pH   | Acidez         | pH   | Acidez          | pH   |                   |               |
| 0                          | 0.17            | 6.69 | 0.20           | 6.36 | 0.19            | 6.53 | 0.19              | 6.53          |
| 15                         | 0.18            | 6.67 | 0.21           | 6.15 | 0.20            | 6.41 | 0.20              | 6.41          |
| 30                         | 0.20            | 6.44 | 0.23           | 6.06 | 0.22            | 6.25 | 0.22              | 6.25          |
| 45                         | 0.22            | 6.42 | 0.25           | 5.99 | 0.24            | 6.21 | 0.24              | 6.21          |
| 60                         | 0.22            | 6.37 | 0.26           | 5.96 | 0.24            | 6.17 | 0.24              | 6.17          |
| 75                         | 0.23            | 6.28 | 0.28           | 5.82 | 0.26            | 6.05 | 0.26              | 6.05          |
| 90                         | 0.24            | 6.19 | 0.37           | 5.80 | 0.31            | 6.00 | 0.31              | 6.00          |
| 105                        | 0.27            | 6.00 | 0.45           | 5.71 | 0.36            | 5.86 | 0.36              | 5.86          |
| 120                        | 0.30            | 5.89 | 0.55           | 5.64 | 0.43            | 5.77 | 0.43              | 5.77          |
| 135                        | 0.36            | 5.78 | 0.60           | 5.46 | 0.48            | 5.62 | 0.48              | 5.62          |
| 150                        | 0.42            | 5.60 | 0.63           | 5.28 | 0.53            | 5.44 | 0.53              | 5.44          |
| 165                        | 0.47            | 5.25 | 0.64           | 5.09 | 0.56            | 5.17 | 0.56              | 5.17          |
| 180                        | 0.52            | 4.98 | 0.64           | 4.85 | 0.58            | 4.92 | 0.58              | 4.92          |
| 195                        | 0.56            | 4.95 | 0.68           | 4.75 | 0.62            | 4.85 | 0.62              | 4.85          |
| 200                        | 0.60            | 4.85 | 0.70           | 4.70 | 0.65            | 4.78 | 0.65              | 4.78          |
| 210                        | 0.65            | 4.70 | 0.73           | 4.65 | 0.69            | 4.68 | 0.69              | 4.68          |
| 228                        | 0.69            | 4.65 | 0.76           | 4.61 | 0.73            | 4.63 | 0.73              | 4.63          |
| 238                        | 0.75            | 4.62 | 0.78           | 4.60 | 0.77            | 4.61 | 0.77              | 4.61          |
| 249                        | 0.82            | 4.59 | 0.81           | 4.58 | 0.82            | 4.59 | 0.82              | 4.59          |
| <b>Desviación Estándar</b> |                 |      |                |      |                 |      | <b>0.21</b>       | <b>0.69</b>   |

#### 4.1.1 Colorimetría

Las tablas 12 y 13 presentan los valores de L (luminosidad), a (posición en la escala de colores entre el verde y el rojo), y b\* (posición en la escala de colores entre el azul y el amarillo) para las diferentes etapas de la primera, segunda y tercera producción de yogurt, incluyendo la leche cruda, pasteurizada y el yogurt final. Se observa que, en ambos casos, la *luminosidad (L)\** aumentó en el yogurt final respecto a la leche cruda y pasteurizada, indicando que el proceso de fermentación mejora la claridad visual del producto. Se observa que, en ambos casos, la *luminosidad (L)\** aumentó en el yogurt final respecto a la leche cruda

y pasteurizada, indicando que el proceso de fermentación mejora la claridad visual del producto. En el parámetro *b* se evidenció un aumento en los tonos amarillos, pasando de ambos cultivos, lo que sugiere una diferencia en la percepción cromática entre los cultivos utilizados.

**Tabla 12**

*Análisis de colorimetría en el yogurt con el cultivo 1*

|                            | L*    | a *   | b*   |
|----------------------------|-------|-------|------|
| LECHE CRUDA                |       |       |      |
| 1era Producción            | 86.84 | -4.16 | 9.26 |
| 2da Producción             | 86.62 | -4.14 | 9.69 |
| 3era Producción            | 86.19 | -4.1  | 9.6  |
| <b>Media</b>               | 86.55 | -4.13 | 9.52 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.33  | 0.03  | 0.23 |
| LECHE PASTEURIZADA         |       |       |      |
| 1era Producción            | 85.39 | -4.5  | 9.88 |
| 2da Producción             | 85.77 | -4.2  | 9.79 |
| 3era Producción            | 85.46 | -4.51 | 9.8  |
| <b>Media</b>               | 85.54 | -4.40 | 9.82 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.20  | 0.18  | 0.05 |
| YOGURT                     |       |       |      |
| 1era Producción            | 86.99 | -3.71 | 9.8  |
| 2da Producción             | 87.34 | -3.74 | 9.99 |
| 3era Producción            | 85.86 | -3.41 | 9.7  |
| <b>Media</b>               | 86.73 | -3.62 | 9.83 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.77  | 0.18  | 0.15 |

**Tabla 13**

*Análisis de colorimetría en el yogurt con el cultivo 2*

|                            | L*    | a *   | b*   |
|----------------------------|-------|-------|------|
| LECHE CRUDA                |       |       |      |
| 1era Producción            | 83.65 | -4.05 | 8.5  |
| 2da Producción             | 84.54 | -4.1  | 8.4  |
| 3era Producción            | 84.35 | -3.95 | 7.8  |
| <b>Media</b>               | 84.18 | -4.03 | 8.23 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.47  | 0.08  | 0.38 |
| LECHE PASTEURIZADA         |       |       |      |
| 1era Producción            | 85.32 | -4.35 | 8.96 |
| 2da Producción             | 86.66 | -4.13 | 8.12 |
| 3era Producción            | 86.25 | -4.4  | 9.15 |
| <b>Media</b>               | 86.08 | -4.29 | 8.74 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.69  | 0.14  | 0.55 |



|                            | YOGURT |       |       |
|----------------------------|--------|-------|-------|
| 1era Producción            | 89.24  | -3.87 | 11.19 |
| 2da Producción             | 89.43  | -3.86 | 11.08 |
| 3era Producción            | 89.3   | -3.9  | 11.75 |
| <b>Media</b>               | 89.32  | -3.88 | 11.34 |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.10   | 0.02  | 0.36  |

#### 4.1.2 Acidez, pH, sinéresis

Las tablas siguientes 14 y 15 indican la evolución de la acidez, el pH y la sinéresis del yogurt en distintos días a lo largo del tiempo. Los datos obtenidos fueron recolectados en intervalos de tiempo (días 1,7,14,21,28) para evaluar los cambios en estos parámetros durante el periodo del almacenamiento. Se presencia como la acidez aumenta más en el segundo cultivo, mientras que el pH desciende más en este mismo grupo. La sinéresis creció igual en ambos casos, aunque fue ligeramente mayor en el segundo cultivo.

**Tabla 14**

*Evolución pH y acidez (Primer cultivo)*

|                            | ACIDEZ | pH    | SINÉRESIS |
|----------------------------|--------|-------|-----------|
| DÍA 1                      | 0.82%  | 4.55  | 0.24%     |
| DÍA 7                      | 0.88%  | 4.40  | 1.50%     |
| DÍA 14                     | 1.10%  | 4.20  | 3.00%     |
| DÍA 21                     | 1.20%  | 4.60  | 5.50%     |
| DÍA 28                     | 1.40%  | 3.80  | 7.50%     |
| <b>Media</b>               | 1.08%  | 4.31  | 3.55%     |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.002  | 0.325 | 0.030     |

**Tabla 15**

*Evolución pH y acidez (Segundo cultivo)*

|                            | ACIDEZ | pH     | SINÉRESIS |
|----------------------------|--------|--------|-----------|
| DÍA 1                      | 0.86%  | 4.40   | 0.15%     |
| DÍA 7                      | 0.92%  | 4.20   | 1.35%     |
| DÍA 14                     | 1.12%  | 4.00   | 3.20%     |
| DÍA 21                     | 1.25%  | 3.75   | 5.60%     |
| DÍA 28                     | 1.45%  | 3.71   | 7.60%     |
| <b>Media</b>               | 1.12%  | 4.01   | 3.58%     |
| <b>Desviación Estándar</b> | 0.0024 | 0.2941 | 0.0272    |

#### 4.1.3 Densidad

La tabla 13 compara las densidades del yogurt producido con dos diferentes cultivos iniciadores en tres producciones distintas.

**Tabla 16**  
*Densidad de yogurt comparación*

| <b>DENSIDAD DEL YOGURT</b>                                                                                   |                |                 |              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| <b>Primer Cultivo</b> ( <i>Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus</i> )                         |                |                 |              |                            |
| 1era Producción                                                                                              | 2da producción | 3era Producción | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| 1.042 g/mL                                                                                                   | 1.039 g/mL     | 1.038 g/mL      | 1.040 g/ml   | 0.0021                     |
| <b>Segundo Cultivo</b> ( <i>Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis</i> ) |                |                 |              |                            |
| 1era Producción                                                                                              | 2da producción | 3era Producción | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| 1.031 g/mL                                                                                                   | 1.034g/mL      | 1.032 g/mL      | 1.0323 g/ml  | 0.0015                     |

#### 4.1.4 Viscosidad

La tabla presenta las viscosidades medidas del yogurt producido con dos diferentes cultivos iniciadores en tres producciones distintas.

**Tabla 17**  
*Viscosidad Yogurt*

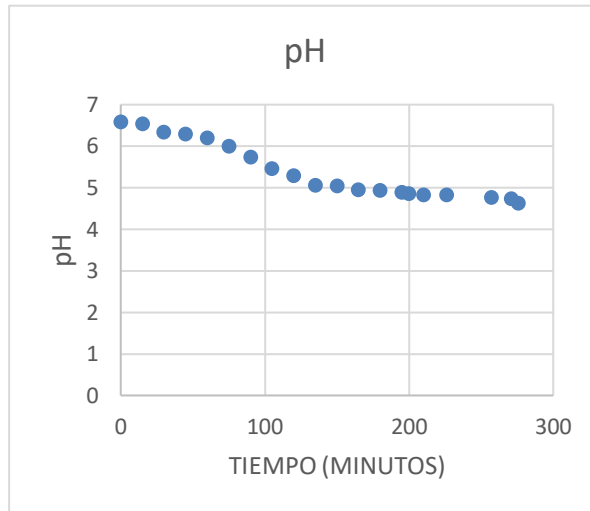
| <b>VISCOSIDAD YOGURT</b>                                                                                     |                |                 |              |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| <b>Primer Cultivo</b> ( <i>Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus</i> )                         |                |                 |              |                            |
| 1era Producción                                                                                              | 2da producción | 3era Producción | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| 200cP                                                                                                        | 190 cP         | 185 cP          | 191.67 cP    | 7.64                       |
| <b>Segundo Cultivo</b> ( <i>Streptococcus Thermophilus-Lactobacillus Bulgaricus-Bifidobacterium lactis</i> ) |                |                 |              |                            |
| 1era Producción                                                                                              | 2da producción | 3era Producción | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> |
| 175 cP                                                                                                       | 180 cP         | 170 cP          | 175 cP       | 5.00                       |

#### 4.1.5 Curvas de pH y acidez durante el proceso de fermentación del yogurt.

Las presentes figuras 2,3,4,5,6,7 comparan las diferentes curvas de pH resultantes del proceso de fermentación del yogurt en cada una de sus producciones con cada uno de los cultivos iniciadores.

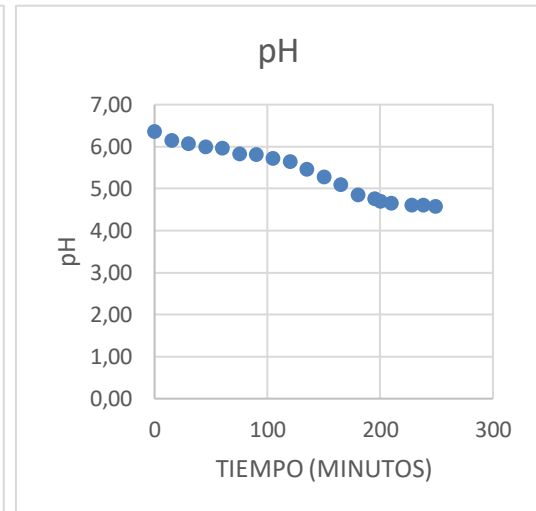
**Figura 2**

*Curva pH 2da producción- 1er cultivo*



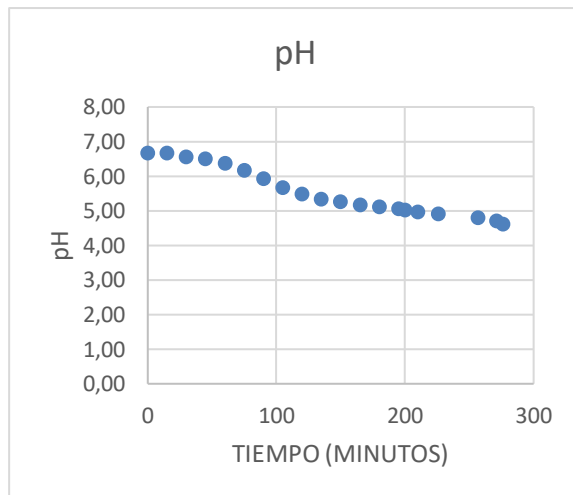
**Figura 3**

*Curva pH 2da producción- 2do cultivo*



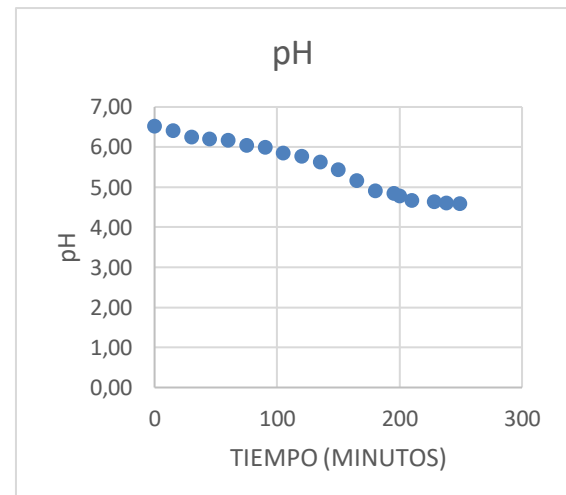
**Figura 4**

*Curva pH 3era producción- 1er cultivo*



**Figura 5**

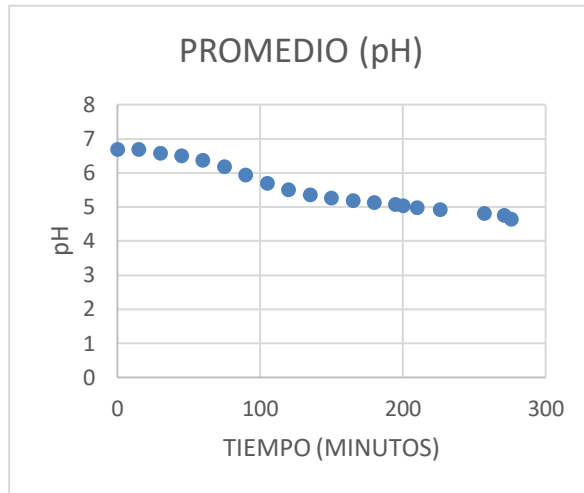
*Curva pH 3era producción- 2do cultivo*



**PROMEDIO pH**

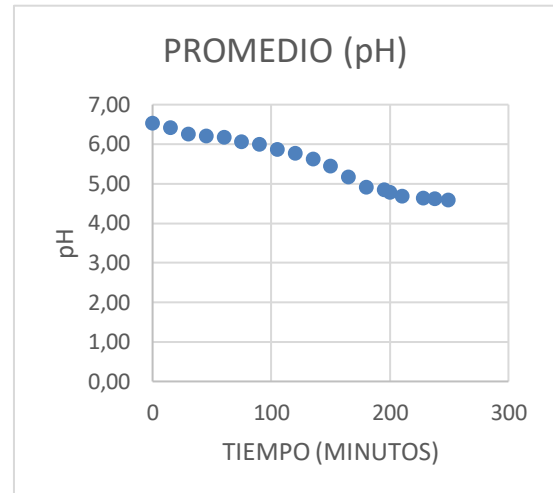
**Figura 6**

*Curva pH final 1er cultivo*



**Figura 7**

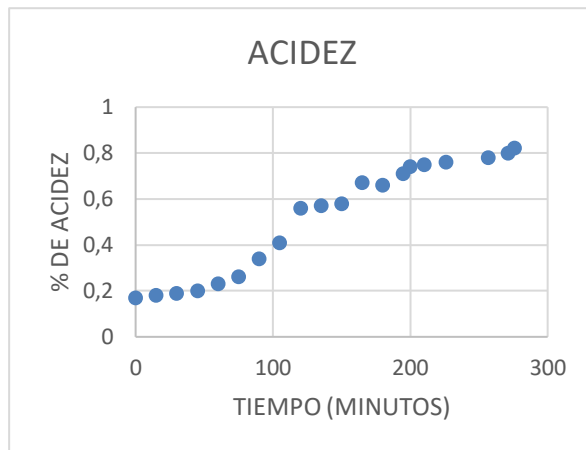
*Curva pH final 2do cultivo*



Las figuras 8,9,10,11,12,13,14,15 comparan las curvas de acidez durante el proceso de incubación de yogurt en varias producciones. Se incluyen las curvas de acidez de la primera producción utilizando el primer cultivo iniciador y el segundo cultivo iniciador, así como las curvas de acidez de la segunda producción con ambos cultivos. De igual forma, se comparan las curvas de acidez de la tercera producción utilizando el primer y segundo cultivo iniciador. Este análisis permite evaluar las diferencias en el comportamiento de la acidez durante la incubación dependiendo del tipo de cultivo utilizado en cada producción.

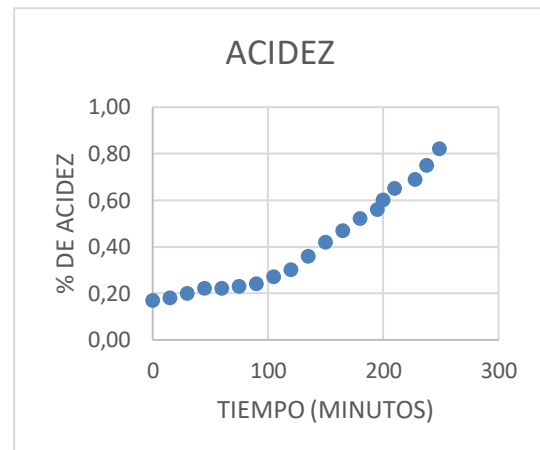
**Figura 8**

*Curva acidez 1era producción-1er cultivo*



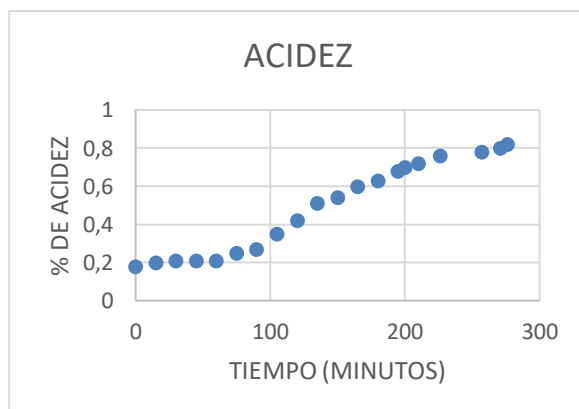
**Figura 9**

*Curva acidez 1era producción-2do cultivo*



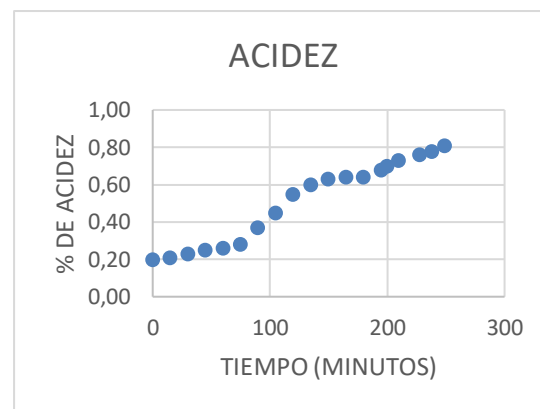
**Figura 10**

*Curva acidez 2da producción -1er cultivo*



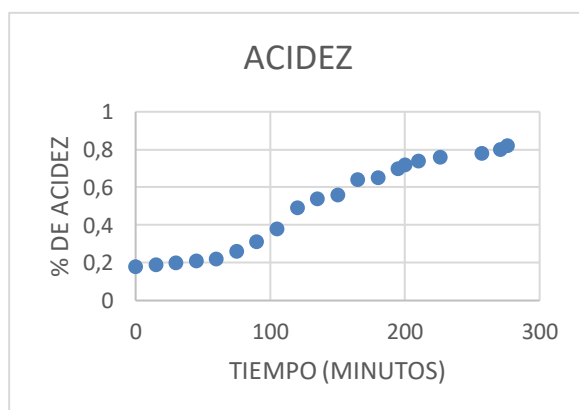
**Figura 11**

*Curva acidez 2da producción- 2do cultivo*



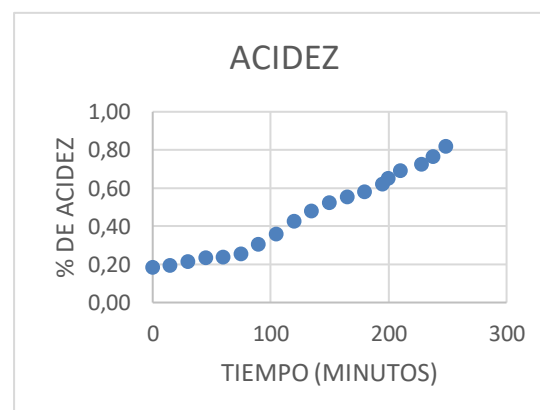
**Figura 12**

*Curva acidez 3era producción- 1er cultivo*



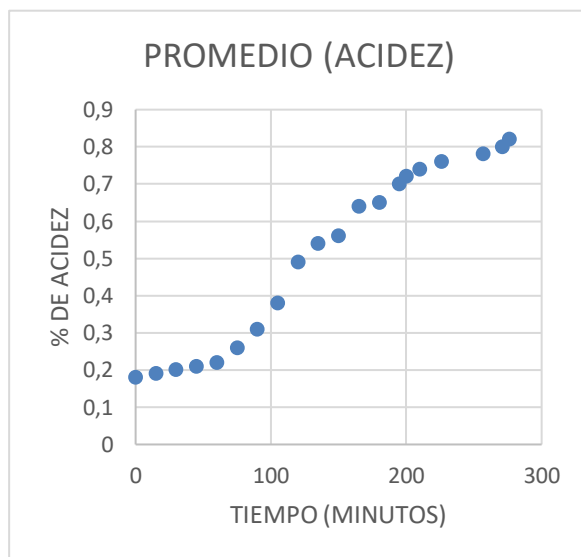
**Figura 13**

*Curva acidez 3era producción-2do cultivo*

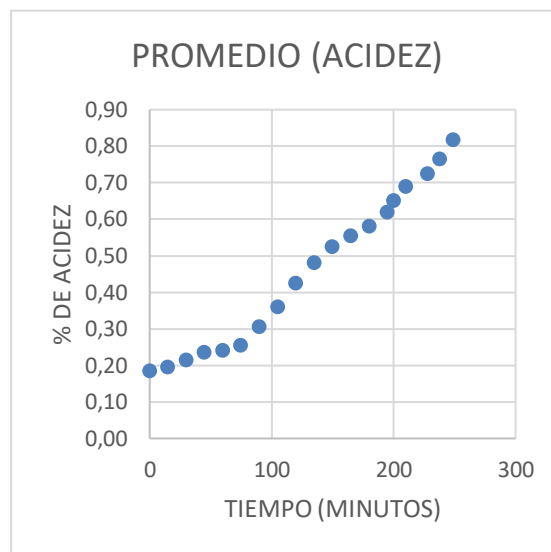


**PROMEDIO ACIDEZ**

**Figura 14**  
*Curva acidez final 1er cultivo*



**Figura 15**  
*Curva acidez final 2do cultivo*



En cuanto a las tendencias observadas, los gráficos muestran que las curvas de acidez para ambos cultivos iniciadores son bastante similares. Tanto el cultivo uno como el cultivo dos presentan rangos de acidez que van desde 0.18-0.20% hasta 0.80-0.82% durante el proceso de incubación. Esta similitud sugiere que no existe una variación significativa en el comportamiento de la acidez entre los dos cultivos. Ambas curvas siguen un patrón ascendente, lo que indica un incremento gradual de la acidez a medida que avanza la incubación. Este comportamiento es consistente en las tres producciones analizadas, lo que refuerza la conclusión de que el tipo de cultivo iniciador no afecta notablemente el perfil de acidez del yogurt.

#### 4.2 Análisis y discusión de los datos recolectados en el procesamiento del yogurt

La presente tabla 18, muestra el estudio comparativo del análisis detallado de los parámetros críticos involucrados en el proceso de producción de yogurt utilizando dos enfoques distintos: la escala semi-industrial y la escala de laboratorio.

**Tabla 18**  
*Cuadro comparativo de parámetros en el proceso de yogurt de escala de laboratorio a escala semi-industrial*

| PARÁMETRO                     | ESCALA SEMI-INDUSTRIAL               | ESCALA DE LABORATORIO                |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN | Cultivo 1: 85°C<br>Cultivo 2: 85°C   | Cultivo 1: 80°C<br>Cultivo 2: 80°C   |
| TIEMPOS DE RETENCIÓN          | Cultivo 1: 15min<br>Cultivo 2: 15min | Cultivo 1: 15min<br>Cultivo 2: 15min |

|                   |                           |                    |
|-------------------|---------------------------|--------------------|
| TEMPERATURA DE    | Cultivo 1: 40°C           | Cultivo 1: 40°C    |
| ENFRIAMIENTO      | Cultivo 2: 40°C           | Cultivo 2: 40°C    |
| TIEMPOS DE        | Cultivo 1: 5 horas        | Cultivo 1: 5horas  |
| INCUBACIÓN        | Cultivo 2: 4horas y 15min | Cultivo 2: 5horas  |
| TEMPERATURAS DE   | Cultivo 1: 36-43°C        | Cultivo 1: 35-45°C |
| INCUBACIÓN:       | Cultivo 2: 38-41°C        | Cultivo 2: 35-45°C |
| TIEMPOS DE BATIDO | Cultivo 1: 15min          | Cultivo 1: 10min   |
|                   | Cultivo 2:15min           | Cultivo 2: 10min   |

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la temperatura de pasteurización en la escala semi-industrial fue más alta (85°C) que en la escala de laboratorio (80°C), lo que concuerda con los hallazgos de Sánchez et al. (2024), quienes indican que temperaturas mayores aseguran una mayor eliminación de microorganismos, pero también pueden alterar la textura del yogurt debido a modificaciones en las proteínas de la leche.

En lo que respecta a los periodos de incubación, los datos recopilados demuestran que, en la escala semiindustrial, dichos intervalos fueron notablemente menores, en el Cultivo 2, teniendo un tiempo de 4h15 minutos, a diferencia de las 5 horas observadas en el laboratorio. Este hallazgo coincide con las observaciones efectuadas por Sánchez et al. (2024) quienes indican que la reducción en los tiempos de incubación puede contribuir a la optimización de la eficiencia del proceso productivo, aunque, no obstante, puede impactar negativamente en el desarrollo de las características sensoriales, tales como el sabor y la textura del producto lácteo, en particular, del yogurt.

Así mismo, las temperaturas de fermentación en la escala semi-industrial se caracterizaron por estar más controladas, es decir, que se mantuvieron en una temperatura de 36°C a 43°C y 38°C a 41°C. En cuanto al ámbito de laboratorio los intervalos de temperatura fueron de 35°C a 45°C. Según Sánchez et al. (2024), esta mayor flexibilidad permite mejor adaptación en los cultivos utilizados, no obstante, presenta mayores dificultades para su implementación en procesos de escala a mayor volumen.

Los tiempos de batido por su parte resultaron estar más prolongados en la escala semi-industrial, alcanzando tiempos de 15 minutos, en comparación con la de laboratorio que empleó solo 10 minutos. Este ajuste se encuentra en concordancia con estudios anteriores que sugieren que periodos de batidos más largos garantizan una mejor homogenización en el producto final.

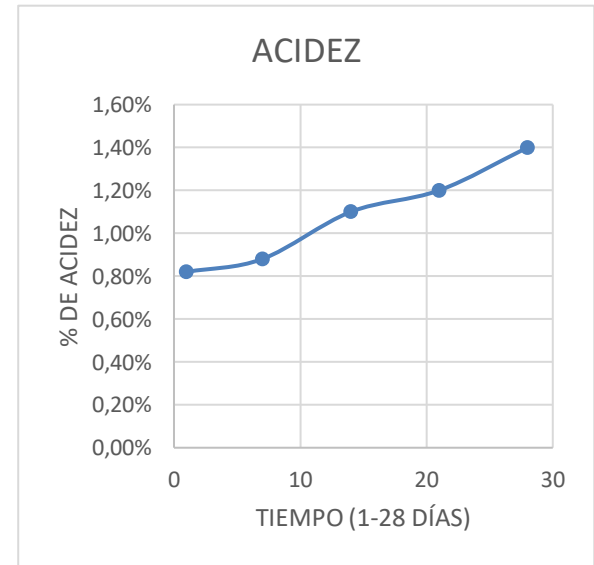
En cuanto a la temperatura de enfriamiento Sánchez comenta sobre la consistencia en ambos entornos para lo cual expone que enfriar la leche a 40°C antes de la fermentación es crítico para preparar un ambiente adecuado para las bacterias lácticas. Esta temperatura es óptima para iniciar el proceso de fermentación sin causar un choque térmico a las bacterias. Posteriormente comenta sobre los tiempos de incubación dados en las diferentes escalas, por un lado, en la escala semi-industrial los tiempos de incubación son ligeramente

más cortos, pueden ser una estrategia para optimizar la eficiencia del proceso y aumentar la producción. Sin embargo, los tiempos más cortos pueden resultar en un menor desarrollo de los sabores y texturas complejas del yogurt. Mientras que, en la escala de laboratorio los tiempos de incubación son más largos, por lo que permiten una fermentación más completa y un mejor desarrollo de las características sensoriales del yogurt. Esto es posible debido a la precisión y el control más estricto sobre las condiciones de incubación (Sánchez et al., 2024).

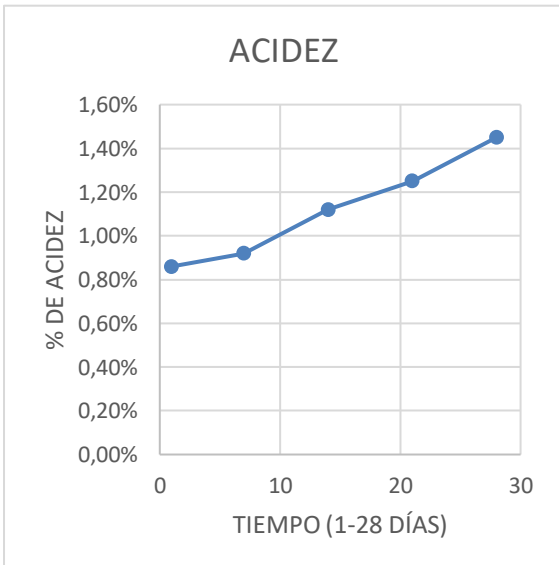
El autor también expone sobre las temperaturas de incubación, para un proceso semi-industrial las temperaturas deben ser específicas y controladas para asegurar una fermentación más estable, reduciendo la variabilidad y mejorando la consistencia del producto final. También expone como en la escala de laboratorio existe un rango más amplio de temperaturas, lo cual permite buena flexibilidad y puede ser ajustado en tiempo real según las necesidades del cultivo. Esta flexibilidad es más difícil de mantener en una producción a gran escala. Finalmente, Sánchez cuenta sobre qué pasa en los tiempos de batido en escala mayor, ya que un tiempo de batido más largo asegura una homogeneización adecuada del yogurt, lo que es crucial en la producción a gran escala para evitar inconsistencias. En cuanto a la escala de laboratorio nos dice que los tiempos de batido más cortos son suficientes para pequeños volúmenes, y se puede controlar mejor la uniformidad del producto (Sánchez et al., 2024).

Las figuras 16 y 17 de a continuación muestran la evolución de la acidez de los dos cultivos iniciadores de yogurt durante un período de 28 días.

**Figura 16**  
*Acidez cultivo 1 del yogurt en 28 días*



**Figura 17**  
*Acidez cultivo 2 del yogurt en 28 días*



**Nota.** Cultivo 1 (*Streptococcus Thermophilus*- *Lactobacillus Bulgaricus*). Cultivo 2 (*Streptococcus Thermophilus*- *Lactobacillus Bulgaricus*-*Bifidobacterium lactis*)



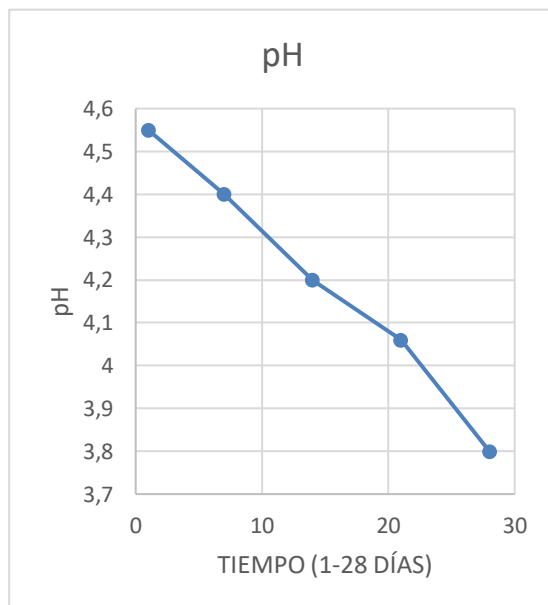
En el presente estudio, se observó un incremento progresivo de la acidez en ambos cultivos de yogurt durante los 28 días de almacenamiento. Sin embargo, el Cultivo 2 (que incluye *Bifidobacterium lactis*) presentó valores de acidez ligeramente superiores en comparación con el Cultivo 1 en cada punto de medición. Al finalizar el almacenamiento, el Cultivo 1 alcanzó una acidez de 1.40%, mientras que el Cultivo 2 llegó a 1.45%, lo que sugiere que la actividad metabólica de *Bifidobacterium lactis* favoreció una acidificación más rápida y sostenida del producto.

Comparando los resultados del estudio de Parra (2015) sobre el yogurt con chocolate, se determina que el nivel de acidez es menor en todas las etapas de su almacenamiento desde un 0.64% hasta un 0.90% al día 28. Este resultado puede atribuirse a las variaciones en las condiciones experimentales, como el uso de diferentes cultivos, las diferentes formulaciones y el tiempo de ingredientes usados. Al incorporar *Bifidobacterium lactis* aumenta el desarrollo de ácidos orgánicos y favorece la estabilidad del producto final mejorando así sus características sensoriales (Parra R. , 2015).

Las figuras 18 y 19 a continuación muestran la evolución del pH de los dos cultivos iniciadores de yogurt durante un período de 28 días.

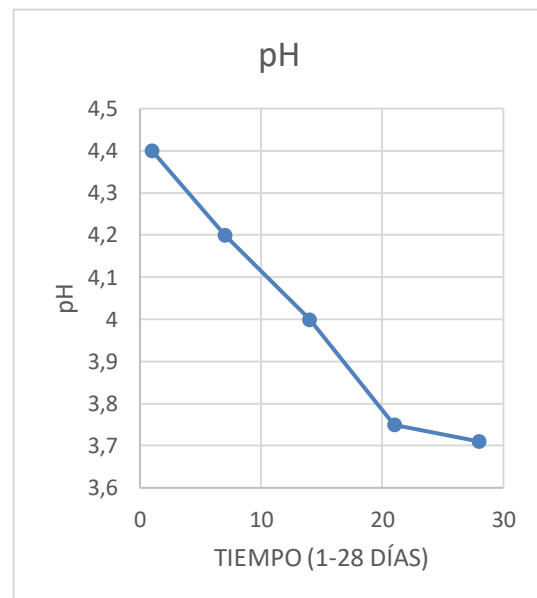
**Figura 18**

*Cultivo 1 del yogurt en 28 días*



**Figura 19**

*Cultivo 2 del yogurt en 28 días*



El análisis de los datos de pH del yogurt a lo largo de 28 días, se observó una reducción progresiva del pH en ambos cultivos con el Cultivo 2 (que incluye *Bifidobacterium lactis*) mostrando valores consistentemente más bajos que el Cultivo 1. Al finalizar el almacenamiento, el pH del Cultivo 1 descendió hasta 3.80, mientras que el

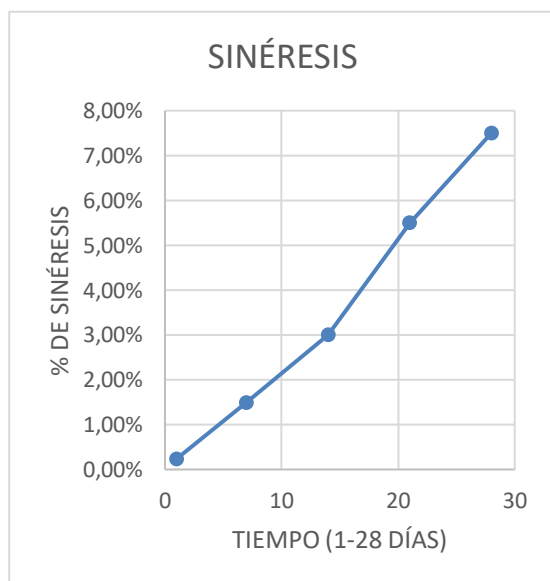
Cultivo 2 alcanzó 3.71, lo que indica una mayor acidificación en el segundo cultivo debido a la producción adicional de ácidos orgánicos por *Bifidobacterium lactis*.

En semejanza al estudio realizado por Parra (2015) donde el pH de su yogurt control comenzó con un rango de 4.5 y descendió a un rango de 4.2 en un periodo de 30 días, mis resultados indican un descenso más marcado en el pH ya que los rangos comienzan en un 4.6 y al finalizar el periodo de 28 días el rango es de 3.7. Esta diferencia de resultados sugiere que los cultivos usados en mi investigación experimentan mayor acidificación en comparación a los cultivos de Parra. Así mismo, la diferencia en formulaciones, metodologías usadas y concentraciones de BAL son factores que explican las variaciones del pH observado (Parra, 2015).

Las figuras a continuación 20 y 21 presentan la evolución del porcentaje de sinéresis de ambos cultivos iniciadores en un tiempo de 28 días

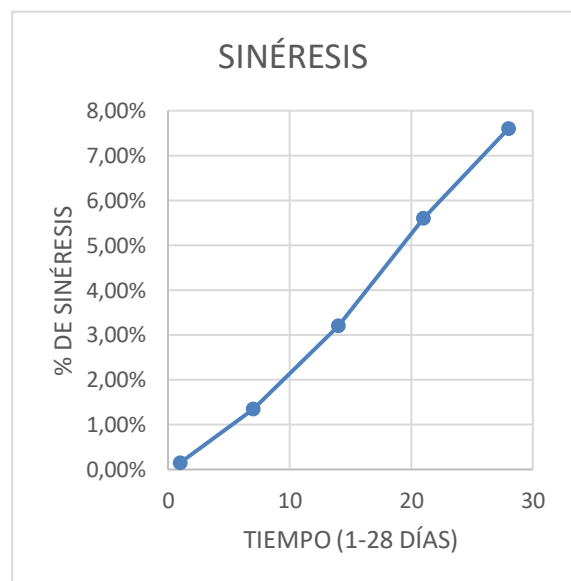
**Figura 20**

*Sinéresis cultivo 1 del yogurt en 28 días*



**Figura 21**

*Sinéresis cultivo 2 del yogurt en 28 días*



Para el análisis del presente estudio, se comparó la evolución del porcentaje de sinéresis en dos cultivos diferentes de yogurt durante un periodo de 28 días. El Cultivo 1 mostró un aumento del porcentaje de sinéresis desde un 0.24% en el día 1 hasta un 7.50% en el día 28. De manera similar, el Cultivo 2 presentó un incremento de sinéresis desde un 0.15% en el día 1 hasta un 7.60% en el día 28. Estos resultados indican una tendencia clara de aumento de sinéresis a medida que avanza el periodo de almacenamiento, lo cual es consistente con los estudios realizados previamente.

Comparando los resultados de este estudio y los de Parra (2025), se nota que la incidencia de sinéresis en la investigación experimentó un incremento del 0.1% al 13% en

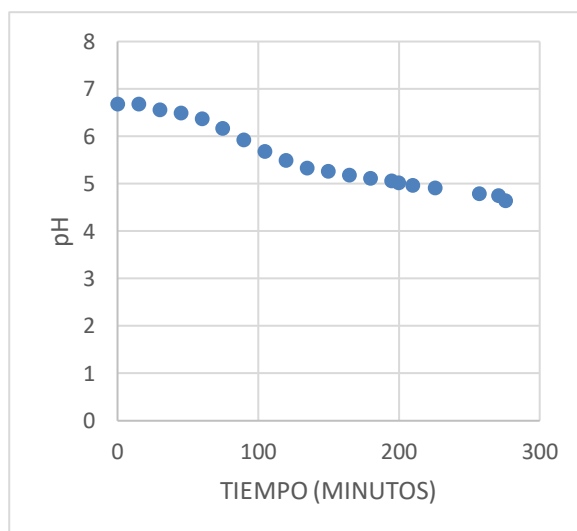
un tiempo de 30 días, mostrando un aumento significativo en comparación con los datos analizados en el presente estudio. Estos resultados se deben a la variación de formulaciones, tipo de insumos empleados y la composición microbiológica.

Según Parra (2015), el aumento de sinéresis se atribuye a la pérdida de estabilidad y retención de agua de los componentes del yogurt, lo cual está en línea con las observaciones realizadas en el presente estudio, donde ambos cultivos mostraron incrementos similares. Por lo tanto, se concluye que el porcentaje de sinéresis es un fenómeno esperado en el almacenamiento prolongado del yogurt, que tiene su influencia en la actividad metabólica de los cultivos, así mismo la concentración de bacterias ácido-lácticas y las condiciones de producción (Parra R. , 2015).

Las siguientes figuras 22 y 23 presentan los valores de pH y acidez registrados durante el proceso de fermentación de dos cultivos iniciadores diferentes.

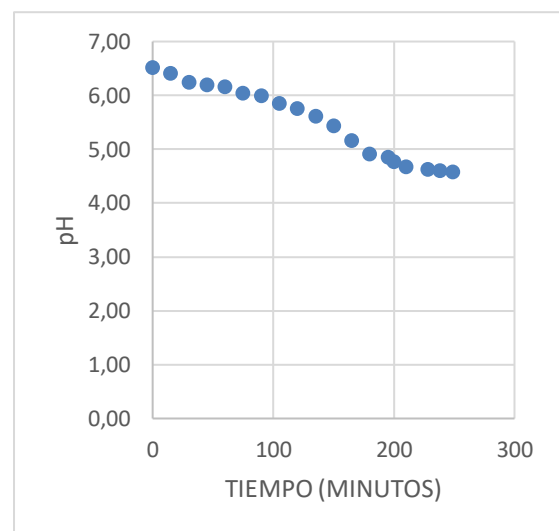
**Figura 22**

*Curva pH proceso fermentación cultivo 1*



**Figura 23**

*Curva pH proceso fermentación cultivo 2*



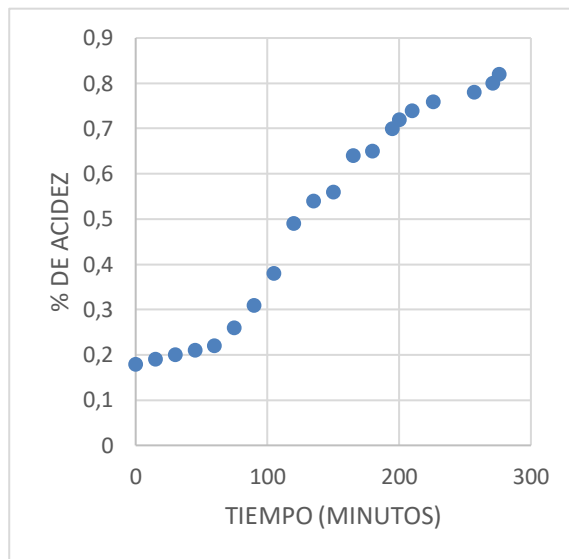
En ambos cultivos se observó una disminución progresiva del pH durante el proceso de fermentación del yogurt, con ambos cultivos mostrando una acidificación adecuada. Sin embargo, el Cultivo 2 (que incluye *Bifidobacterium lactis*) alcanzó un pH final más bajo que el Cultivo 1, lo que indica una mayor eficiencia en la acidificación.

El estudio realizado por Bustamante et al., (2024) indican que la presencia de *bifidobacterium lactis* favorece la fermentación de azúcares, logrando acelerar la producción de ácido láctico. Entonces al combinar tres bacterias como en el cultivo 2 generó un entorno microbiano más activo, permitiendo un descenso más pronunciado del pH en menor tiempo, optimizando la fermentación del yogurt.

Además, la actividad combinada de las tres bacterias en el Cultivo 2 podría haber creado un entorno microbiano más activo y eficiente para la producción de ácido láctico. Esto no solo mejora la velocidad de acidificación sino también la calidad y estabilidad del yogurt final (Bustamante et al., 2024).

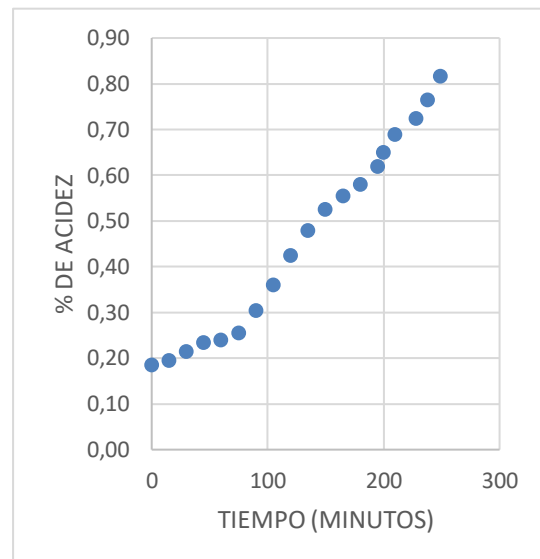
**Figura 24**

*Curva acidez fermentación cultivo 1*



**Figura 25**

*Curva acidez fermentación cultivo 2*



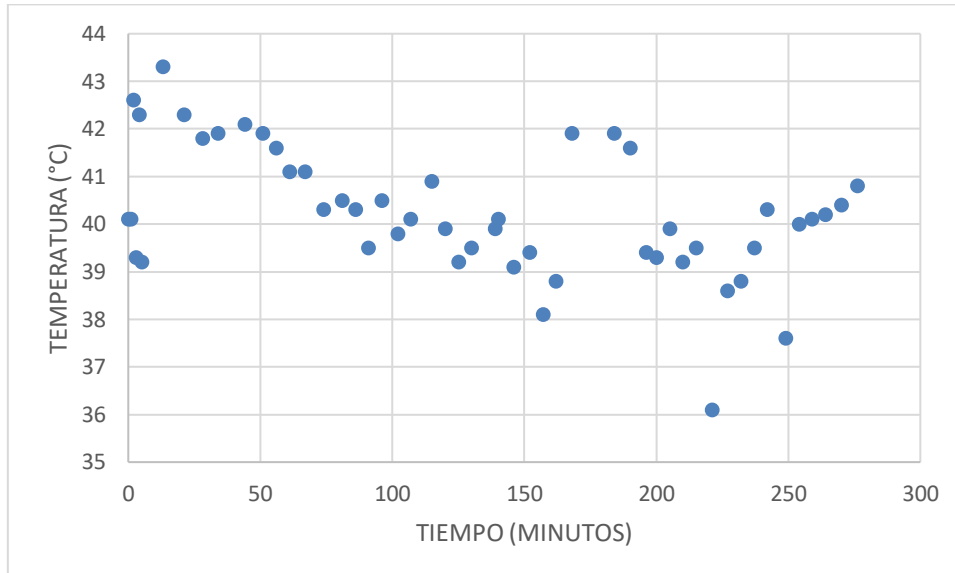
Los resultados del estudio muestran que la acidez aumentó de manera similar en ambos cultivos a lo largo del proceso de fermentación, indicando que ambos son adecuados para la producción de yogurt. Sin embargo, a pesar del menor tiempo de incubación, el Cultivo 2 alcanzó una acidez final comparable a la del Cultivo 1, lo que sugiere que este cultivo es igual de eficiente en el proceso de acidificación.

En estudios anteriores, se ha constatado que utilizar diversos cultivos bacterianos puede ejercer una influencia significativa tanto en la rapidez como en el nivel de acidez en el producto lácteo conocido como yogurt. Un referente destacado en este campo de investigación es el Dr. Fernández Vallejo (2016), quien explicó que la combinación de los cultivos bacterianos *Bifidobacterium lactis* y *Streptococcus thermophilus*, en conjunto con *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, puede propiciar una aceleración en el proceso de acidificación debido a la interacción sinérgica que se establece entre dichas cepas. En particular, *Bifidobacterium lactis* posee la capacidad de generar ácido láctico de manera más rápida durante las etapas iniciales de fermentación, lo cual resulta en una curva de acidez notablemente más pronunciada en comparación con las formulaciones que emplean únicamente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Vallejo, 2016).

Las figuras 26 y 27 presentan la diferencia de temperaturas en el proceso de fermentación de ambos cultivos.

**Figura 26**

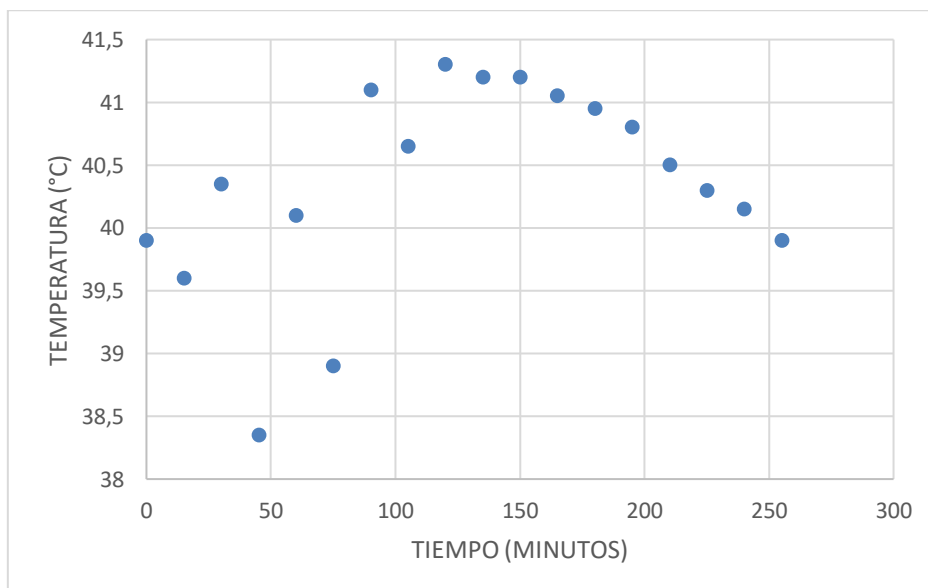
Curva de temperatura proceso de fermentación cultivo 1



En la figura 26 se muestra el proceso de incubación del yogurt, destacando la evolución de la temperatura durante el período de fermentación. A lo largo de las horas de incubación, la temperatura se mantuvo dentro del rango óptimo de 38-43°C, asegurando un ambiente adecuado para el crecimiento de las bacterias lácticas.

**Figura 27**

Curva de temperatura proceso de fermentación cultivo 2



La figura 27 presenta el proceso de incubación del yogurt, enfocándose en el cambio de temperatura durante la fermentación. Durante las horas de incubación, la temperatura se

mantuvo estable dentro del rango ideal de 38.5-41.5°C, lo que favoreció el desarrollo de las bacterias lácticas.

La diferencia en los tiempos de incubación observados en los procedimientos de cultivo fue; primer cultivo con un tiempo de 5 horas, segundo cultivo de 4 horas y 15 minutos, esta variación podría darse por una influencia en la velocidad y eficacia del proceso de fermentación que se llevó a cabo. El cultivo que incorpora la cepa de *Bifidobacterium lactis*, mostró una fermentación completa en un tiempo menor, logrando una optimización del proceso sin afectar las propiedades físicoquímicas del producto final. Este hallazgo es principalmente en la producción industrial, teniendo la posibilidad de optimizar tiempos de producción sin afectar la calidad del yogurt.

Asimismo, conforme a los hallazgos presentados en el artículo del International Food Research Journal (Henrique-Bana et al., 2019), la cepa de *Bifidobacterium lactis* HN019 ha demostrado una elevada capacidad de producción de ácidos orgánicos, tales como el ácido láctico y el ácido acético, durante las etapas de fermentación del suero de leche. Este aumento en la generación de ácidos contribuye a una disminución rápida del pH, factor que puede acelerar el proceso fermentativo en comparación con otros cultivos, que generan menores cantidades de estos compuestos. Además, se observó que la viabilidad del cultivo permaneció en niveles elevados a lo largo del proceso, sugiriendo que *Bifidobacterium lactis* resulta ser eficiente en la conversión de la lactosa en ácidos y otros subproductos fermentativos. La capacidad de esta cepa para producir ácidos de manera rápida y mantener una alta viabilidad en el cultivo permite que *Bifidobacterium lactis* complete su proceso fermentativo en un intervalo temporal más reducido, lo cual fundamenta la razón por la cual el segundo cultivo, que incluye dicha bacteria, exhibe un período de incubación más breve en comparación con el primer cultivo (Bana et al., 2019).

#### 4.3 Análisis resultados de catas a consumidores frecuentes de yogurt.

Las tablas ubicadas en el anexo 3 presentan los resultados de las evaluaciones realizadas a 15 consumidores frecuentes de yogurt, donde se comparó el yogurt desarrollado en la investigación con uno comercial. En dichas evaluaciones se analizaron parámetros como viscosidad, acidez, color, olor y cremosidad, utilizando una escala de calificación de -5 a 5, siendo -5 el valor más bajo y 5 el más alto en cada parámetro. Estos parámetros se evaluaron utilizando los dos diferentes cultivos y se realizaron las catas al primer día de elaboración del yogurt, así como a los 7, 14, 21 y 28 días.

**Tabla 19**

*Tabulación de resultados del yogurt día 1 (cultivo 1)*

| RANGO DE VISCOSIDAD | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | TOTAL |
|---------------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|
| TOTAL (YP1)         |    | 2  | 1  | 5  | 3  | 1 |   | 3 |   |   |   | 15    |
| TOTAL (YC1)         |    | 1  | 1  | 1  | 1  |   | 2 | 3 | 1 | 5 |   | 15    |
| RANGO DE ACIDEZ     | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |       |
| TOTAL (YP1)         |    |    | 1  | 1  | 6  |   | 4 | 2 |   |   | 1 | 15    |

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |    |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| TOTAL (YC1)                |           |           |           | 2         | 2         |          | 1        | 5        | 2        | 1        | 2        | 15 |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |    |
| TOTAL (YP1)                | 3         | 3         | 1         | 2         | 5         |          |          | 1        |          |          |          | 15 |
| TOTAL (YC1)                |           |           |           |           |           |          |          | 2        | 4        | 3        | 6        | 15 |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |    |
| TOTAL (YP1)                | 2         |           | 1         | 3         |           |          | 4        | 1        | 2        | 2        |          | 15 |
| TOTAL (YC1)                |           | 5         | 2         | 2         |           |          | 1        | 1        | 2        | 1        | 1        | 15 |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |    |
| TOTAL (YP1)                |           | 2         |           | 4         | 1         | 1        | 1        | 2        | 2        | 2        |          | 15 |
| TOTAL (YC1)                |           |           | 2         | 2         | 2         | 1        | 3        | 1        |          | 2        | 2        | 15 |

El yogurt propio (YP) se destaca por tener una mayor viscosidad, acidez, blancura y cremosidad en comparación con el yogurt comercial (YC), además de un olor más intenso, especialmente perceptibles en el primer día.

**Tabla 20**

*Tabulación de resultados del yogurt día 7 (cultivo 1)*

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |              |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
| TOTAL (YP7)                | 1         | 1         | 2         | 6         | 1         |          | 2        |          | 1        | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC7)                |           |           |           | 1         | 1         |          | 3        | 2        | 5        | 3        |          | 15           |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                |           |           | 3         | 1         | 5         |          | 2        | 2        |          |          | 2        | 15           |
| TOTAL (YC7)                |           | 1         | 1         | 5         | 1         | 2        |          | 3        | 1        |          | 1        | 15           |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                | 1         | 4         | 6         | 2         | 1         |          |          |          |          |          | 1        | 15           |
| TOTAL (YC7)                |           |           |           |           |           |          |          | 2        | 6        | 5        | 2        | 15           |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                | 1         |           | 1         | 4         | 1         |          | 2        | 1        | 2        | 1        | 2        | 15           |
| TOTAL (YC7)                | 1         | 2         | 4         | 2         |           |          | 2        | 1        | 1        | 1        | 1        | 15           |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                | 1         | 1         |           |           | 6         | 1        | 1        | 2        | 2        | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC7)                |           | 1         |           | 1         | 5         | 1        | 2        | 1        | 1        | 2        | 1        | 15           |

En el séptimo día, el yogurt propio (YP) se distingue del yogurt comercial (YC) por su mayor viscosidad, acidez, blancura y cremosidad, además de un olor más intenso.

**Tabla 21**

*Tabulación de resultados del yogurt día 14 (cultivo 1)*

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |              |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
| TOTAL (YP14)               | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         |          | 4        | 1        |          | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC14)               | 1         |           | 1         | 1         | 2         |          | 1        | 4        | 3        | 1        | 1        | 15           |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP14)               |           | 1         | 1         | 5         | 2         |          | 2        | 2        | 1        |          | 1        | 15           |
| TOTAL (YC14)               |           |           | 2         | 4         |           |          | 3        | 2        | 1        | 2        | 1        | 15           |

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |           |
| TOTAL (YP14)               | 3         | 2         | 5         | 2         | 1         |          |          | 1        | 1        |          |          | <b>15</b> |
| TOTAL (YC14)               |           |           |           | 1         |           |          |          | 3        | 4        | 1        | 6        | <b>15</b> |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |           |
| TOTAL (YP14)               |           |           | 6         | 2         | 2         |          |          | 2        |          | 3        |          | <b>15</b> |
| TOTAL (YC14)               | 2         | 4         | 1         | 1         | 1         |          | 2        | 2        | 1        | 1        |          | <b>15</b> |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |           |
| TOTAL (YP14)               | 1         | 1         |           | 2         |           | 1        | 1        | 6        | 1        | 2        |          | <b>15</b> |
| TOTAL (YC14)               |           |           | 1         | 2         | 1         | 2        | 1        | 1        | 5        | 2        |          | <b>15</b> |

En el décimo cuarto día, el yogurt propio (YP) presenta una mayor viscosidad, acidez, blancura y cremosidad en comparación con el yogurt comercial (YC). Además, el olor del yogurt propio es más intenso.

**Tabla 22**

*Tabulación de resultados del yogurt día 21 (cultivo 1)*

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |              |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
| TOTAL (YP21)               | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         |          | 1        | 4        |          | 1        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC21)               | 1         |           | 1         | 1         | 2         |          | 1        | 4        | 3        | 1        | 1        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           | 1         | 1         | 2         | 5         |          | 2        | 2        | 1        |          | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC21)               |           | 1         | 1         | 4         |           |          | 3        | 2        | 1        | 2        | 1        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               | 3         | 2         | 5         | 2         | 1         |          |          | 1        | 1        |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC21)               |           |           |           | 1         |           |          |          | 3        | 4        | 5        | 2        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           |           | 1         | 2         | 2         |          | 5        | 2        |          | 3        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC21)               | 2         | 4         | 1         | 1         | 1         |          | 2        | 2        | 1        | 1        |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           | 1         |           | 2         |           | 1        | 1        | 7        | 1        | 2        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC21)               |           |           | 1         | 2         | 1         | 2        | 1        | 1        | 5        | 2        |          | <b>15</b>    |

El yogurt propio (YP21) es percibido como más viscoso y ácido que el yogurt comercial (YC21). En términos de color, el YP21 es más blanco, mientras que el YC21 es más amarillo. El YC21 tiene un olor más intenso que el YP21. Tanto en YP21 como en YC21, el YP21 es visto como más cremoso, aunque el YC21 también es considerado cremoso.

**Tabla 23**

*Tabulación de resultados del yogurt día 28 (cultivo 1)*

|                            |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |              |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
| TOTAL (YP28)               | 2         | 1         | 2         | 1         | 2         |          | 5        | 1        |          | 1        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC28)               |           |           |           | 1         | 2         |          | 6        | 1        | 3        | 1        | 1        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               |           | 1         | 1         | 2         | 5         |          | 2        | 2        | 1        |          | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC28)               |           | 1         | 1         | 4         |           |          | 3        | 2        | 1        | 2        | 1        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               | 3         | 2         | 1         | 2         | 5         |          |          | 1        | 1        |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC28)               |           |           |           | 1         |           |          |          | 3        | 3        | 6        | 2        | <b>15</b>    |



| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| TOTAL (YP28)               |           |           | 1         | 6         | 2         |          | 1        | 2        |          | 3        |          | <b>15</b> |
| TOTAL (YC28)               | 1         | 1         | 5         | 1         | 1         |          | 2        | 2        | 1        | 1        |          | <b>15</b> |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |           |
| TOTAL (YP28)               |           | 1         |           | 2         |           | 1        | 7        | 1        | 1        | 2        |          | <b>15</b> |
| TOTAL (YC28)               |           |           | 1         | 2         | 1         | 2        | 5        | 1        | 1        | 2        |          | <b>15</b> |

En el vigésimo octavo día, el yogurt propio (YP28) es considerado más viscoso que el yogurt comercial (YC28), el cual es considerado más fluido. La acidez del YP28 se percibe de moderada a alta, mientras que la del YC28 es más baja. En cuanto al color, el YP28 es más blanco, y el YC28 más amarillo, demostrando una clara diferencia de tonalidad. El olor del YP28 es más intenso comparado con el YC28, que presenta un olor más suave. Finalmente, el YP28 se percibe más cremoso, mientras que el YC28 tiene una percepción más variable de cremosidad, siendo considerado cremoso para la mayoría.

**Tabla 24**

*Tabulación de resultados del yogurt día 1 (cultivo 2)*

| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| TOTAL (YP1)                |           |           |           | 1         | 3         | 1        | 3        | 5        | 2        |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC1)                |           |           | 1         | 2         | 2         |          | 4        | 3        | 1        | 2        |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP1)                |           |           |           | 3         | 5         | 2        | 2        | 2        |          |          | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC1)                |           |           |           | 2         | 2         |          | 1        | 5        | 2        | 1        | 2        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP1)                | 1         | 2         | 2         | 2         | 5         | 2        |          | 1        |          |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC1)                |           |           |           |           |           | 1        | 2        | 3        | 4        | 3        | 2        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP1)                |           |           | 1         | 3         |           |          | 2        | 1        | 2        | 6        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC1)                |           |           | 2         | 2         |           |          | 1        | 2        | 5        | 2        | 1        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP1)                |           |           |           | 2         | 1         | 1        | 2        | 4        | 3        | 2        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC1)                |           |           | 2         | 2         | 2         | 1        | 3        | 1        |          | 2        | 2        | <b>15</b>    |

El yogurt propio (YP1) es captado más viscoso y cremoso que el yogurt comercial (YC1), que se considera más fluido y menos espeso. En términos de acidez, el YP1 es considerado más alto, mientras que la acidez del YC1 es más baja. Por otro lado, el YP1 se ve más blanco en comparación con el YC1, que es más amarillo. El olor del YP1 es más intenso, mientras que el YC1 tiene un olor más suave. Por último, aunque ambos son cremosos, el YP1 muestra una ligera variabilidad en la cremosidad, mientras que el YC1 tiene una percepción de cremosidad más variable.

**Tabla 25***Tabulación de resultados del yogurt día 7 (cultivo 2)*

| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| TOTAL (YP7)                |           |           |           |           |           |          | 2        | 3        | 6        | 3        | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC7)                |           |           |           |           |           |          | 4        | 3        | 3        | 1        |          | <b>11</b>    |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                |           |           |           | 1         | 1         | 3        | 3        | 4        | 2        | 1        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC7)                |           | 1         | 3         | 3         | 4         | 2        | 2        |          |          |          |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                |           |           |           | 2         | 3         | 5        | 4        | 1        |          |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC7)                |           |           | 3         | 2         | 4         | 6        |          |          |          |          |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                |           |           |           |           |           |          | 3        | 4        | 4        | 3        | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC7)                |           |           |           |           |           |          |          | 4        | 4        | 5        | 2        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP7)                |           | 1         | 2         | 1         | 1         | 2        | 5        | 2        | 1        |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC7)                |           |           | 1         | 2         | 2         | 6        | 2        | 2        |          |          |          | <b>15</b>    |

El yogurt propio (YP7) se considera más espeso, blanco, ácido y más cremoso, además de tener un olor más intenso comparado con el yogurt comercial (YC7), el cual lo percibieron más fluido, amarillo y con una acidez más baja. En cuanto a la cremosidad ambos yogures mostraron cremosidad semejante.

**Tabla 26***Tabulación de resultados del yogurt día 14 (cultivo 2)*

| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| TOTAL (YP14)               |           |           | 1         | 2         | 3         | 6        | 3        |          |          |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC14)               |           | 1         | 2         | 2         | 6         | 2        | 2        |          |          |          |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP14)               |           |           |           | 1         | 3         | 3        | 3        | 5        |          |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC14)               |           |           |           |           | 1         | 2        | 2        | 3        | 4        |          |          | <b>12</b>    |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP14)               |           |           |           | 1         | 2         | 2        | 2        | 5        | 2        | 1        |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC14)               |           |           | 1         |           | 2         | 2        | 3        | 7        |          |          |          | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP14)               |           |           |           |           |           |          |          | 4        | 6        | 4        | 1        | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC14)               |           |           |           |           |           |          | 2        | 4        | 4        | 3        | 2        | <b>15</b>    |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP14)               |           | 1         | 3         | 3         | 5         | 3        |          |          |          |          |          | <b>15</b>    |
| TOTAL (YC14)               |           | 1         | 4         | 6         | 3         | 1        |          |          |          |          |          | <b>15</b>    |

El yogurt propio (YP14) tiende a ser más viscoso, ácido y blanco comparado con el yogurt comercial (YC14). Además, el YP14 tiene un aroma más intenso y es considerado más

cremoso, a pesar de presentar una ligera variabilidad en cremosidad. Por otro lado, el yogurt comercial no es considerado como cremoso, pero sí con aroma u olor agradable.

**Tabla 27**

*Tabulación de resultados del yogurt día 21 (cultivo 2)*

| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| TOTAL (YP21)               |           |           | 1         | 1         | 3         |          | 1        | 5        | 3        |          | 1        | 15           |
| TOTAL (YC21)               |           | 1         |           | 2         | 3         |          | 3        | 4        | 1        | 1        |          | 15           |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           |           |           | 1         | 3         | 2        | 6        | 2        | 1        |          |          | 15           |
| TOTAL (YC21)               |           |           | 1         | 1         | 1         | 2        | 3        | 1        | 4        | 2        |          | 15           |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           | 1         | 5         | 4         | 2         | 1        | 1        | 1        |          |          |          | 15           |
| TOTAL (YC21)               | 3         | 2         | 5         | 2         | 1         | 2        |          |          |          |          |          | 15           |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               |           |           | 4         | 1         | 2         | 2        | 3        | 1        | 1        | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC21)               |           | 1         | 1         | 3         | 1         | 1        | 2        | 1        | 4        |          | 1        | 15           |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP21)               | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1        | 2        | 2        | 3        | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC21)               | 1         |           |           | 4         | 4         | 1        | 1        | 3        | 1        |          |          | 15           |

El yogurt propio (YP21) resultó más espeso, ácido, claro y con un olor más intenso, comparado con el yogurt comercial (YC21), que es visto como menos denso, con una acidez variable, una tonalidad más amarilla y un olor menos intenso. Por otro lado, el YP21 tiene una textura más consistente comparada con el comercial.

**Tabla 28**

*Tabulación de resultados del yogurt día 28 (cultivo 2)*

| <b>RANGO DE VISCOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| TOTAL (YP28)               |           |           |           | 2         | 1         | 2        | 2        | 5        | 2        | 1        |          | 15           |
| TOTAL (YC28)               |           | 1         | 1         | 1         | 2         | 2        | 6        | 2        |          |          |          | 15           |
| <b>RANGO DE ACIDEZ</b>     | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               |           |           | 1         | 3         | 4         | 3        | 3        | 1        |          |          |          | 15           |
| TOTAL (YC28)               |           |           |           | 1         | 2         | 3        | 5        | 4        |          |          |          | 15           |
| <b>RANGO DE COLOR</b>      | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               | 1         | 2         | 2         | 3         | 2         | 2        | 1        | 1        | 1        |          |          | 15           |
| TOTAL (YC28)               |           |           |           |           | 4         |          |          |          |          |          |          | 4            |
| <b>RANGO DE OLOR</b>       | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               |           |           |           | 1         | 2         | 3        | 5        | 3        | 1        |          |          | 15           |
| TOTAL (YC28)               |           |           |           |           | 1         | 3        | 6        | 4        | 1        |          |          | 15           |
| <b>RANGO DE CREMOSIDAD</b> | <b>-5</b> | <b>-4</b> | <b>-3</b> | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |              |
| TOTAL (YP28)               | 1         | 2         | 3         | 2         | 3         | 1        | 2        | 1        |          |          |          | 15           |
| TOTAL (YC28)               | 2         | 2         | 2         | 4         | 2         | 2        | 1        |          |          |          |          | 15           |

El yogurt propio (YP28) se percibe como más espeso y con una acidez más notable en comparación con el yogurt comercial (YC28), que tiende a ser más fluido. El YP28 también es considerado más claro, mientras que el YC28 tiene una tonalidad más amarilla. Además, el YP28 tiene un olor más intenso y una textura más consistente.

#### **4.4 Análisis comparativo de pruebas de degustación de escala de laboratorio a escala semi-industrial.**

##### **Acidez**

En el marco de las pruebas de degustación que se llevaron a cabo, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción de la acidez del producto lácteo yogurt a lo largo del periodo de almacenamiento, tanto en la presente investigación como en el estudio realizado en Loja (2025) en condiciones de laboratorio. En el primer día de evaluación, la investigación actual reveló que, de un total de quince participantes, seis manifestaron que el yogurt elaborado de manera propia (YP) presentaba un nivel de acidez superior en comparación con el yogurt comercial (YC). Este hallazgo contrasta con lo reportado por Loja (2025), quien indicó que el cincuenta por ciento de los encuestados percibió niveles de acidez similares a los del producto comercial, lo cual sugiere que, en escala de laboratorio, la acidez inicial del yogurt tiende a asemejarse en gran medida al producto de referencia. La percepción elevada de acidez en el YP al inicio del proceso de producción semi-industrial puede atribuirse a una mayor actividad de las bacterias lácticas en la etapa temprana del cultivo iniciador, o bien a diferencias en el proceso de fermentación que favorecen una mayor producción de ácido láctico en las fases iniciales del mismo.

La evaluación realizada en el día 14, tuvo cambios en la percepción de la acidez de los participantes, teniendo una distribución igualitaria, el 50 %, comentó que el YP y el YC, tienen niveles de acidez similares. Logrando deducir que la acidez del YP se estabiliza en el periodo de almacenamiento, acercándose a la del producto comercial, esto podría deberse a una estabilización en la actividad metabólica lácticas de las bacterias presentes en el proceso fermentativo. En relación con un estudio realizado por Loja (2025), indica que el 56,67% de los participantes de igual manera notaron que la acidez del yogurt era igual al producto comercial, notando que, en condiciones de laboratorio, la percepción de acidez se mantiene estable en el tiempo.

No obstante, en el día 28, la presente investigación evidenció que 5 de los 15 participantes consideraron que el yogurt elaborado de manera propia (YP) presentaba una acidez menor en comparación con el yogurt comercial (YC), señalando una inversión respecto a las observaciones realizadas en el primer día. Este resultado podría atribuirse a una disminución en la actividad de las bacterias lácticas durante el prolongado periodo de almacenamiento, o a la presencia de compuestos que enmascaran la percepción sensorial de la acidez en el producto propio. Dichos hallazgos contrastan con lo reportado por Loja (2025), quien indicó que la mayoría de los encuestados evaluaron que la acidez del yogurt era superior a la del producto comercial en el día veintisiete, sugiriendo que, en contextos de

laboratorio, la percepción de la acidez del yogurt tiende a incrementarse con el transcurso del tiempo de almacenamiento.

## **Viscosidad**

Al realizar la prueba de viscosidad en un lapso, se encontraron diferencias entre los resultados de este estudio, que se realizó en un entorno semi-industrial, y los datos publicados por Loja (2025), que fueron realizados en un laboratorio. En una revisión inicial, Loja (2025) encontró que, en el primer día, el 80 % de las personas que probaron el yogurt pensaron que tenía una textura similar al yogurt comercial que se vende en las tiendas, con solo pequeñas diferencias, ya sea un poco más espeso o un poco más líquido. Estos resultados muestran que, al empezar, el yogurt producido en el laboratorio tenía una textura consistente y de buena calidad, similar al producto comercial.

En contraste, en la presente investigación, se observó que en el día 1 la viscosidad fue percibida como más alta en el yogurt comercial que en el yogurt propio (YP) por un margen significativo (50% más alto). Esta diferencia inicial podría deberse a la presencia de estabilizantes y aditivos en el yogurt comercial, que contribuyen a aumentar su viscosidad desde el inicio del almacenamiento. Sin embargo, a medida que avanzaba el tiempo, se observó un cambio en la percepción de la viscosidad. En el día 14, la viscosidad del YP aumentó, igualándose con la del yogurt comercial. Este resultado sugiere que el proceso de fermentación y maduración a escala semi-industrial permitió el desarrollo de una estructura más densa y viscosa en el YP, similar a la del producto de referencia.

El día 28, se observó que el yogurt casero (YP) se volvió menos espeso. La mayoría de las personas que participaron en la evaluación mencionaron que el yogurt comercial seguía siendo más espeso que el (YP). La razón de que el YP pierda viscosidad con el tiempo puede ser por procesos de sinéresis y proteólisis, causando que su estructura se degrade y, por tanto, se vuelva menos espeso. Estos resultados son diferentes a lo que informó Loja (2025), quien mencionó que en el día 27, la mitad de las personas notaron que el yogurt casero era un poco menos espeso que el comercial, lo que indica que, con el paso del tiempo, el yogurt puede ir perdiendo consistencia.

## **Color**

Durante la evaluación del comportamiento del color del yogurt a lo largo del tiempo, se observaron diferencias significativas entre los resultados obtenidos en esta investigación, realizada en una escala semiindustrial, y los datos reportados por Loja (2025) en un entorno experimental de laboratorio. En el primer día de evaluación, el estudio de Loja (2025) reportó que el 40% de los participantes calificó el color del yogurt como moderadamente más intenso en comparación con el producto comercial, mientras que el 33.33% percibió el color con mayor intensidad. Solo una minoría de los evaluadores consideró que el color del yogurt era similar al del producto comercial. Obteniendo que, en el contexto de laboratorio, la percepción del color del yogurt es más intensa en comparación con la percepción del

producto comercial, teniendo una posible influencia del entorno experimental en la percepción de los evaluadores.

En la evaluación del comportamiento del color del yogurt a lo largo del tiempo, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos en la presente investigación llevada a cabo en una escala semiindustrial y los datos reportados por Loja (2025) en un contexto experimental de laboratorio. En concreto, en el primer día de evaluación, la investigación de Loja (2025) indicó que una proporción considerable de los participantes (40%) calificó el color del yogurt como moderadamente más intenso en comparación con el producto comercial de referencia, mientras que un porcentaje adicional (33.33%) percibió el color del producto en términos generales con mayor intensidad. Por otra parte, únicamente una minoría de los evaluadores consideró que el color del yogurt era similar al del producto comercial. Estos hallazgos sugieren que, en el contexto de laboratorio, la percepción del color del yogurt tiende a ser más intensa en comparación con la percepción del producto comercial, lo cual evidencia una posible influencia del entorno experimental sobre dicha percepción.

En contraste, en la presente investigación, se observó que en el día 1 el 60% de los participantes consideró que el yogurt comercial tenía mejor color que el yogurt propio (YP). Esta discrepancia inicial podría atribuirse a diversos factores, tales como la naturaleza del tipo de leche empleada, el procedimiento de pasteurización llevado a cabo, así como la incorporación de aditivos y colorantes en el producto lácteo comercializado. Es factible que el yogurt de carácter comercial contenga colorantes artificiales destinados a intensificar su tonalidad, con el fin de incrementar su atractivo visual para los consumidores.

A medida que avanzaba el tiempo de almacenamiento, se observó que la percepción del color se mantenía relativamente constante en la presente investigación, con la mayoría de los encuestados prefiriendo el color del yogurt comercial tanto en el día 14 como en el día 28. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Loja (2025), quien reportó que, en el día 15, el 50% de los encuestados encontró el color similar al producto comercial, lo que sugiere una mayor estabilidad en la percepción del color a lo largo del tiempo. Sin embargo, en el día 27, Loja (2025) observó que la percepción del color se dispersaba, con algunos encuestados encontrando el yogurt ligeramente menos intenso y otros ligeramente más intenso que el producto comercial.

## **Olor**

La forma en que las personas percibieron el olor del yogurt a lo largo del tiempo mostró diferencias entre esta investigación realizada a escala semiindustrial, y los resultados que reportó Loja (2025) en un laboratorio. Al principio, Loja (2025) encontró que, en el primer día, la mayoría de las personas (80%) pensaron que el olor del yogurt era similar al yogurt comercial, con solo pequeñas diferencias en la intensidad, un poco más fuerte o suave. Esto indica que, en general, el olor del yogurt producido en el laboratorio era bastante parecido al del producto comercial al comenzar.

En esta investigación los resultados en el primer día fueron que la mayoría de las personas prefirieron el olor del (YP) en lugar del comercial (YC). Esto puede deberse a que el yogur casero recién hecho tiene un olor más fresco y no tiene conservantes ni aditivos que puedan cambiar su aroma. Con el paso de los días, la preferencia por el olor del yogur casero seguía siendo mayor, aunque en el día 14 esa diferencia ya no era tan marcada. Esto muestra que el proceso de fermentación y maduración en esta escala ayudó a que el yogur adquiriera un olor característico y agradable, aunque con algunos cambios con el tiempo.

En el día 28, la preferencia por el olor del yogur casero todavía era fuerte, con más del 60% de las personas mencionaron que les gustaba ese olor. Esto indica que el olor del yogur se mantuvo estable durante todo el tiempo en que se almacenó, incluso aunque algunas otras cualidades del yogur pudieron haber cambiado. Estos resultados son diferentes a los de Loja (2025), quien encontró que en el día 27, solo el 43.33% de las personas pensaron que el olor del yogur era un poco más fuerte que el del producto comercial, lo que puede indicar que, en la escala de laboratorio, el aroma se concentraba más en ciertos compuestos aromáticos.

### **Cremosidad**

En el marco de la evaluación referente a la percepción de la cremosidad del producto lácteo yogur en cuestión, a lo largo de un período temporal determinado, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos en la presente investigación, llevada a cabo en una escala semi-industrial, y aquellos difundidos por Loja (2025), quienes realizaron sus análisis en un entorno de laboratorio. En un análisis preliminar, Loja (2025) reportó que, en el día número uno del estudio, la mayor proporción de los individuos consultados, porcentaje que alcanzó el 53.33%, percibieron la cremosidad del yogur como equivalente a la del producto de referencia comercial, mientras que una minoría presentó desviaciones hacia percepciones de cremosidad ligeramente superior o inferior a la referida. Tales hallazgos sugieren que la consistencia inicial de la cremosidad del yogur, producido en condiciones de laboratorio, presentó un nivel de estabilidad y fidelidad satisfactorio en comparación con el producto de referencia utilizado en el estudio de Loja (2025).

En esta investigación, se encontró que, en el primer día, el (YP) se percibió más cremoso, con una diferencia de +2 en comparación con el yogurt comercial. Esta diferencia al principio podría estar relacionada con el tipo de leche utilizada, la manera en que se fermentó y los ingredientes que se le añadieron, todos estos factores afectan la textura del yogurt. Es factible plantear que el (YP), al estar elaborado en una escala semi-industrial, conserve de manera más adecuada las características intrínsecas de la leche y de los cultivos iniciadores empleados, lo cual se traduce en una percepción aumentada de cremosidad.

A medida que pasaba el tiempo, las personas notaron cambios en la cremosidad de los productos analizados. En el día 14, el YP seguía pareciendo más cremoso en comparación con el yogurt comercial. En una escala de valoración, el YP tenía una puntuación de -2, mientras que la mayoría de los participantes (seis personas) le dieron al yogurt comercial una puntuación de -3. Esto demuestra que, con el tiempo, la cremosidad del YP tiende a mantenerse en niveles más altos que el yogurt comercial, aunque las opiniones de las personas todavía varían un poco.

Asimismo, al día 28, se observó que la percepción de la cremosidad de ambos productos oscilaba en torno a un rango de -1, con una distribución igualitaria del 50% de las votaciones para cada uno de ellos. Este resultado indica que, a medida que el período de almacenamiento se prolonga, la cremosidad del YP tiende a igualarse con la del yogurt comercial, probablemente como consecuencia de modificaciones en la estructura y en la composición de ambos productos durante el proceso de conservación prolongada.

#### 4.5 Análisis de resultados estadísticos (ANOVA)

**Tabla 29**

*Test Anova (pH)*

|                 | Df | Sum Sq    | Mean Sq | F value | Pr (>F) |       |
|-----------------|----|-----------|---------|---------|---------|-------|
| Cultivo         | 1  | 0.10      | 0.0986  | 3.523   | 0.06448 | .     |
| Tiempo          | 21 | 48.94     | 2.3305  | 83.289  | < 2e-16 | ***   |
| Cultivo: Tiempo | 14 | 1.01      | 0.0720  | 2.573   | 0.00455 | **    |
| Residuals       | 74 | 2.07      | 0.0280  |         |         |       |
| ---             |    |           |         |         |         |       |
| Signif.codes:   | 0  | ****0.001 | ***0.01 | **0.05  | ."0.1   | " " 1 |

**Nota. Residuals (Residuos):** Los residuos representan la variabilidad en los datos que no se puede explicar por los factores incluidos en el modelo. En decir, son las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo.

**Signif.codes (Códigos de Significancia):** Los códigos de significancia indican el nivel de significancia estadística de los resultados del análisis ANOVA. Los códigos utilizados son los siguientes:

\*\*\* (tres asteriscos) indica  $p < 0.001$ : el resultado es altamente significativo.

\*\* (dos asteriscos) indica  $p < 0.01$ : el resultado es muy significativo.

\* (un asterisco) indica  $p < 0.05$ : el resultado es significativo.

. (un punto) indica  $p < 0.1$ : el resultado es marginalmente significativo.

Sin símbolo indica  $p \geq 0.1$ : el resultado no es significativo.

El análisis estadístico indica que el factor "Cultivo" no presenta un efecto significativo sobre la variable dependiente, debido a que el valor  $p$  (0.06448) es superior al nivel de significancia 0.05. Esto demuestra que no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que el tipo de cultivo no influye directamente en la variable analizada.



Por otro lado, el factor “Tiempo”, presenta un efecto altamente significativo ( $p < 2e-16$ ), lo que evidencia que el transcurso del tiempo presenta un impacto considerable sobre la variable dependiente.

Finalmente, la interacción “Cultivo: Tiempo”, también mostró significancia estadística, presentando un valor de  $p$  de 0.00455, lo que reafirma que el efecto del tiempo sobre la variable dependiente varía según el tipo de cultivo. Sugiriendo que, aunque el cultivo por sí mismo no presenta un impacto directo, al momento de la combinación de ambos factores, si llegan a influir en el comportamiento a lo largo del tiempo

**Tabla 30**

*Test Anova (Acidez)*

|                 | Df | Sum Sq      | Mean Sq   | F value  | Pr(>F)   |       |
|-----------------|----|-------------|-----------|----------|----------|-------|
| Cultivo         | 1  | 0.044       | 0.04435   | 19.258   | 3.73e-05 | ***   |
| Tiempo          | 21 | 5.346       | 0.25457   | 110.552  | < 2e-16  | ***   |
| Cultivo: Tiempo | 14 | 0.034       | 0.00244   | 1.061    | 0.406    |       |
| Residuals       | 74 | 0.170       | 0.00230   |          |          |       |
| ---             |    |             |           |          |          |       |
| Signif.codes:   | 0  | “****”0.001 | “***”0.01 | “**”0.05 | “.”0.1   | “ “ 1 |

El análisis estadístico demuestra que el factor "Cultivo" tiene un efecto altamente significativo sobre la variable dependiente, con un valor  $p$  de  $3.73e-05$ , mucho menor que 0.001. Esto indica que el tipo de cultivo influye significativamente, evidenciando diferencias estadísticas relevantes entre ellos.

De la misma manera, el factor "Tiempo" presenta un impacto altamente significativo ( $p < 2e-16$ ), lo que confirma que las variaciones en el tiempo explican gran parte de la variabilidad de los datos y juegan un papel clave en la evolución de la variable dependiente.

Por lo que, la interacción "Cultivo: Tiempo" no arrojó significancia estadística, ya que su valor  $p$  (0.406) es mayor a 0.05. Esto demuestra que el efecto del tiempo sobre la variable dependiente es independiente del tipo de cultivo, sin presentar cambios relevantes entre ellos a lo largo del tiempo.

## Varianza Constante

**Tabla 31**

*Varianza Constante de cultivos*

| Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median) |    |        |       |        |
|-------------------------------------------------------------|----|--------|-------|--------|
|                                                             | Df | F      | value | Pr(>F) |
| Group                                                       | 21 | 1.0325 |       | 0.4349 |
|                                                             | 89 |        |       |        |

**Nota.** Los grados de libertad. En este caso, "Group" tiene 21 grados de libertad y el total (suma de los grados de libertad del grupo y de los residuos) es 89.

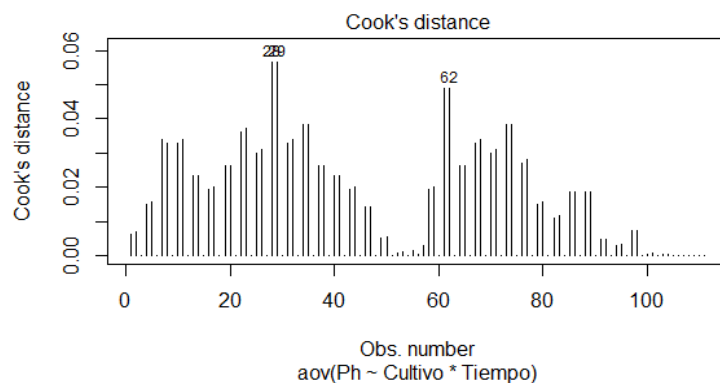
El valor p relacionado con el valor de F. Indica la probabilidad de observar un valor de F tan extremo como el calculado, bajo la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Aquí, el valor p es 0.4349.

El valor p (0.4349) es mayor que cualquier nivel de significancia 0.05. Esto indica que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Lo que demuestra que no hay evidencia suficiente para afirmar que las varianzas de los diferentes grupos son significativamente diferentes. Por consiguiente, se asume que las varianzas son homogéneas.

## Independencia (pH)

**Figura 28**

*Independencia pH*

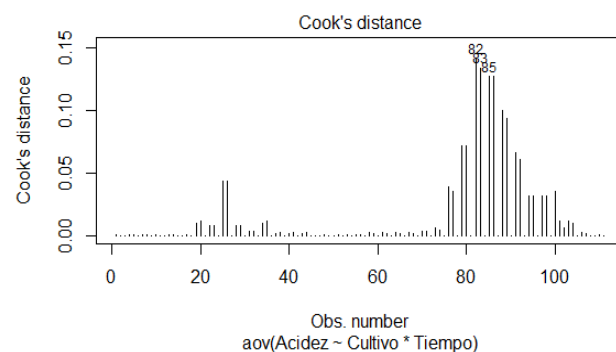


En la figura 28 se presenta un gráfico de independencia que fue generado para evaluar si los valores de pH cumplen con el supuesto de independencia en el análisis estadístico. En el gráfico se observa la distribución de los datos a lo largo de los diferentes niveles de factores “Cultivo y Tiempo”. El gráfico de independencia sugiere que los valores de pH son independientes entre las observaciones. Este comportamiento se refleja entre la dispersión aleatoria de los puntos en el gráfico, sin patrones sistemáticos o agrupaciones que indiquen dependencia entre los datos.

## Independencia (Acidez)

**Figura 29**

*Independencia Acidez*



En la figura 29 se presenta un gráfico de independencia que fue generado para evaluar si los valores de Acidez cumplen con el supuesto de independencia en el análisis estadístico. En el gráfico se demuestra la distribución de los datos a lo largo de los diferentes niveles de factores “Cultivo y Tiempo”. El gráfico de independencia refiere que los valores de Acidez son independientes entre las observaciones. Este comportamiento se manifiesta entre la dispersión aleatoria de los puntos en el gráfico, sin patrones sistemáticos o agrupaciones que indiquen dependencia entre los datos.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

La presente investigación demostró que el cambio de escala de laboratorio a semi-industrial afecta significativamente la variación en el proceso de fermentación de los cultivos iniciadores. Se observó que, a pesar de que ambos cultivos mostraron curvas de acidez y pH similares, el cultivo que contenía *Bifidobacterium lactis* presentó un incremento de acidez más rápido en menos tiempo. Este hallazgo sugiere que la escala de producción y la interacción entre los cultivos y el entorno de fermentación influyen en la eficiencia del proceso.

Se logró establecer un método más sencillo y uniforme para hacer yogurt, siguiendo las instrucciones y puntos importantes de control en la planta del CETTEPS. Aunque al principio se usaron parámetros de laboratorio, al realizarlos en escala semiindustrial se notaron algunas diferencias, por lo que fue necesario ajustar los tiempos y pasos para obtener un yogurt con buen nivel de acidez, pH adecuado y buena textura. Estos cambios ayudaron a producir yogurt de manera eficiente, segura y con buena calidad.

Al analizar cómo cambia la acidez y el pH durante la fermentación, se evidenció que el tiempo en que se añade el cultivo y el tipo de bacterias utilizadas afectan de manera significativa las características del yogurt. En particular, el cultivo que contiene las bacterias *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Bifidobacterium lactis* produce un yogurt más ácido en menos tiempo, lo que ayuda a que tenga mejor la estabilidad del producto. Además, medir regularmente el pH y la acidez permitió controlar y ajustar el proceso para obtener un yogurt de alta calidad.

La investigación demostró que ambos tipos de cultivos utilizados, tanto el con las bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, como el que también incluye *Bifidobacterium lactis*, mejoraron la calidad del yogurt en comparación con el yogurt comercial, en aspectos como viscosidad, sabor, color, olor y cremosidad. Sin embargo, el cultivo que tiene *Bifidobacterium lactis* fue más eficiente, ya que permitió obtener un yogurt con buenas características en menos tiempo. Esto se debe a que *Bifidobacterium* acelera la fermentación, produce más ácidos orgánicos y ayuda a que el yogurt tenga mejores propiedades físicas y sensoriales.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere evaluar la inclusión de otros cultivos probióticos, además de *Bifidobacterium lactis*, para analizar su impacto en la calidad y características sensoriales del yogurt, particularmente en cómo se comportan estos cultivos durante los cambios de escala de producción. Se recomienda específicamente probar la incorporación de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum* en futuras investigaciones, monitoreando parámetros como el tiempo de fermentación, la acidez y la estabilidad del producto, para determinar si mantienen sus propiedades beneficiosas y sensoriales al ser producidos a mayor escala.

Se recomienda la incorporación de ensayos experimentales en estudios futuros, centrándose en la monitorización de parámetros como el tiempo de fermentación, el pH, la estabilidad fisicoquímica y las propiedades texturales. Estos análisis permitirán evaluar la adaptabilidad de los cultivos a diferentes escalas de producción. Además, resulta esencial realizar estudios de viabilidad y supervivencia en condiciones industriales, asegurando la conservación de sus propiedades funcionales y beneficios para la salud, sin comprometer la eficiencia del proceso productivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anwar, Muhammad, Hussain, & Juncai. (2025). *Influence of Fermentation Time and Storage Conditions on the Physicochemical Properties of Different Yogurt Varieties Using Starter Cultures and Probiotic Lactobacillus rhamnosus GG*. Obtenido de Processes: <https://www.mdpi.com/2227-9717/13/3/759>
- Bana, H., Macedo, J., Oliveira, & Takihara. (2019). *Bifidobacterium lactis HN019: survival, acid production and impact on sensory acceptance of fermented milk*. Obtenido de International Food Research Journal: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193328840>
- Berdayes, A. (2017). *Yogurt: A food of indisputable value*. La Habana: Revista del Consumidor.
- Burga, M. (2021). *Control de calidad en el proceso de elaboración del yogurt*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN: <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d9107f4b-b1e0-4648-b999-eb6180cbca00/content>
- Bustamante, J., Catacora, L., & Ccalli, M. (2024). *Producción de yogur con bacterias ácido lácticas extraídas de yogur natural y comercial*. Perú: Universidad Nacional de Moquegua.
- Camacho, R. (2016). *Optimización y modelado cinético del proceso de producción de yogurt en el fermentador lento tipo batch en la empresa Coolactame*. Obtenido de Universidad de Pamplona: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/2289/1/Camacho\\_2016\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/2289/1/Camacho_2016_TG.pdf)
- Chinche. (2024). *Qué hacen las bacterias Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus*. Obtenido de [https://drchinche.com/que-hacen-las-bacterias-streptococcus-thermophilus-y-lactobacillus-bulgaricus#google\\_vignette](https://drchinche.com/que-hacen-las-bacterias-streptococcus-thermophilus-y-lactobacillus-bulgaricus#google_vignette)
- Coronel, M. (2018). *Estudio de las características físico-químicas y sensoriales del yogurt enriquecido con quinua*. Obtenido de Universidad de Extremadura: [https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/9273/1/TDUEX\\_2019\\_Coronel\\_Feijo.pdf](https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/9273/1/TDUEX_2019_Coronel_Feijo.pdf)
- Douglas, & Kayanush. (2022). *Probiotic Incorporation into Yogurt and Various Novel Yogurt-Based Products*. Obtenido de School of Nutrition and Food Sciences: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/24/12607>
- Escobar. (2015). *Maquinaria para procesamiento de lácteos*. Lima: Proyecto Energía, Desarrollo y Vida. Obtenido de [https://energypedia.info/images/c/c2/Maquinaria\\_para\\_L%C3%A1cteos.pdf](https://energypedia.info/images/c/c2/Maquinaria_para_L%C3%A1cteos.pdf)

- García, F. (2017). *Formulación de un yogurt aflado a partir de suero lácteo estandarizado y fortificado*. Obtenido de Universidad Galileo de Guatemala: <https://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/616>
- Gil, M. (2022). *Streptococcus thermophilus*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/streptococcus-thermophilus/>
- Güerchia, P. (2015). *Caracterización de bacterias Streptococcus thermophilus aisladas de leche cruda bovina, ovina y caprina*. Recuperado el 02 de Enero de 2024, de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8221/1/uy24-17716.pdf>
- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/409014254/Leche-Yogurt>
- Jaén, I. (2016). *La importancia de una buena formulación estratégica*. Obtenido de <https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/6ZRJeJ4OwulAvEbXJQXPFC/lists/5u1CqgqvnrNExZgEKBGXZ/fuentes/5gfKRFGZ7hnPQzh3dlnZwN/editar/>
- Kumar, V., Naik, B., & Khanduri, N. (2022). *Probiotics media: significance, challenges, and future perspective - a mini review*. Obtenido de Food Production, Processing and Nutrition: <https://fppn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43014-022-00098-w>
- Leal, C. (2022). *Propuesta de mejora para el proceso productivo del yogurt en la asociación de productores y procesadores de alimentos del municipio de fosca Cundinamarca (ASOPROPLACITAS)*. Obtenido de UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/45822>
- Loja, D. (2025). *Estandarización del proceso de producción a escala laboratorio del yogurt del Centro de Transferencia tecnológica, Saberes, Producción y Servicios (CETTEPS)*. Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14736>
- Marcalla, J., & Almache, J. (2018). ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL YOGURT PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*, 111.
- Marinaki, & Dimitrellou. (2016). *Probiotic Yogurt Production with Lactobacillus casei and Prebiotics*. Obtenido de Technological Educational Institute of Peloponnese: <https://www.foodandnutritionjournal.org/vol04nospl-issue-conf-october-2016/probiotic-yogurt-production-with-lactobacillus-casei-and-prebiotics/>
- Martínez, S. (2020). *Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (Caesalpinia spinosa) como estabilizante a diferentes concentraciones*. Perú: Universidad Nacional José María Arguedas.

- Mendoza, R., Guerrero, S., & Herrera, B. (2021). *Reología del yogur: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Miles. (2025). *Why is pasteurization important during yogurt production?* Obtenido de Yogurt Nerd: <https://yogurtnerd.com/why-is-pasteurization-important-during-yogurt-production/>
- Miranda, O., Espinoza, E., & Ponce, I. (2016). *Características físico-químicas y propiedades nutricionales del suero resultante del yogur griego*. Cuba: Revista Cubana de Alimentación y Nutrición.
- Muñoz, E. (2016). *ESCALAMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS A PARTIR DE JUGO DE CAÑA MEDIANTE SÍNTESIS ENZIMÁTICA CON CÉLULAS PERMEABILIZADAS DE Candida apicola*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/384/1/Eduardo%20Sharii%20Mu%C3%B1oz%20Equihua.pdf>
- Myra, Armin, & Zhen-Hao. (2024). *Phenotypic Differentiation of Streptococcus thermophilus and Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Isolates Found in Yogurt Starter Cultures*. Department of Nutritional Sciences.
- Páez, M. A. (2015). *Escalado de la producción industrial de levadura de panificación usando dos reactores modelo y un bio-reactor prototipo*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4061/1/CD-3799.pdf>
- Palacios, L. (2020). *Producción Sostenible de manjar y yogur*. Canada, 82.
- Parra, H., Barrera, R., & Rodríguez, D. (2012). *Adición de stevia y avena en la elaboración de yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino*. Medellín: Vitae.
- Parra, R. (2015). *CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, SENSORIALES, PROXIMALES Y MICROBIOLÓGICAS DE UN YOGUR CON CHOCOLATE EN REFRIGERACIÓN*. Obtenido de Revista Temas Agrarios: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5332041.pdf>
- Pedroza, H., & Anaya, A. (2017). *Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de <https://www.redalyc.org/pdf/482/48223105.pdf>
- Ramírez, J. (2019). *EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD SEGÚN ISO 7889/IDF 117 DE LOS CULTIVOS INICIADORES Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus EN YOGURT Y HELADO EN ALMACENAMIENTO Y VALIDACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA ENUMERACIÓN DEL PROBIÓTICO Bifidobacterium lactis*. Recuperado el 02 de Enero de 2024, de



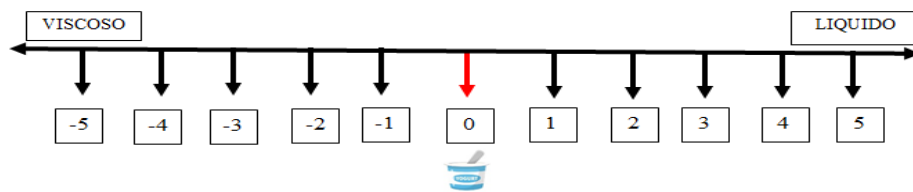
- [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/698/Informe\\_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/698/Informe_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rokka, S. (2010). *Protecting probiotic bacteria by microencapsulation: challenges for industrial applications*. Obtenido de Springer Nature: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-010-1246-2>
- Romero, A. (2022). *Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de yogurt*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/items/c6d3ac11-9d5d-4331-8712-e15ab4c35769>
- Sánchez, R., Lara, A., & García, L. (2024). *Optimización proceso de producción industrial yogurt artesanal*. Cundinamarca: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Teresi, J., & Stewart, A. (2022). *Guidelines for Designing and Evaluating*. Obtenido de <https://cadcf.ucsf.edu/sites/g/files/tkssra881/f/Teresi%20guidelines%20for%20designing%20and%20evaluating%20feasibility%20studies%202022.pdf>
- Urbano, F. J. (2016). *Escalado de una torre de Absorción*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/48894/772.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vallejo, F. (2016). *Microbiological analysis in yogourt with probiotics*. Chile: Universidad de Valparaíso.
- Vilcapoma, L. (2023). *Mejoramiento del desempeño ambiental del proceso de producción de yogurt natural a partir del análisis de ciclo de vida mediante el software openLCA*. Perú: Universidad Continental.

## ANEXOS

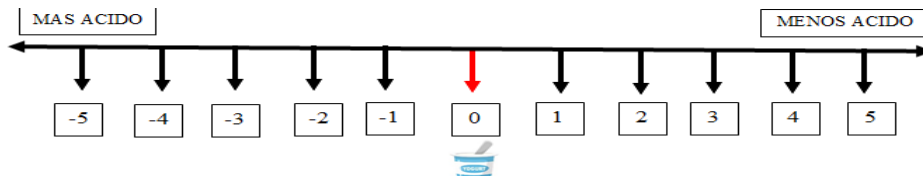
**Anexo 1** (Encuestas aplicadas a los consumidores frecuentes de yogurt cata al día 1, 7, 14, 21, y 28 con ambos cultivos iniciadores)

### MUESTRA DE YOGURT YP7

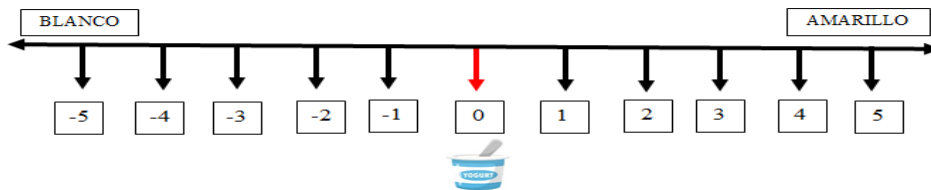
1.- Seleccione con una **X** el rango en términos de **viscosidad**.



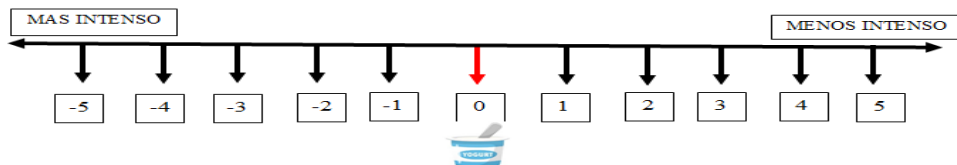
2.- Seleccione con una **X** el rango en términos de **acidez**.



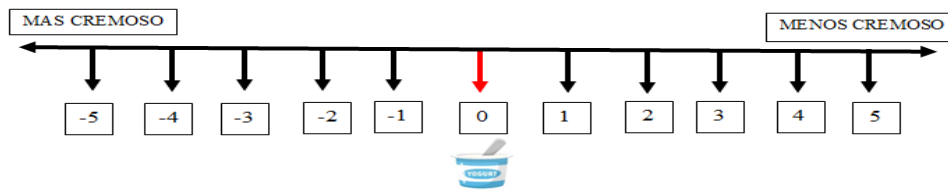
3.- Seleccione con una **X** el rango en términos de **color**.



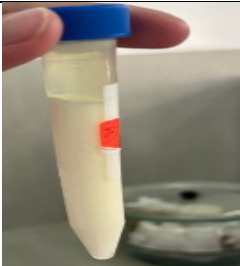
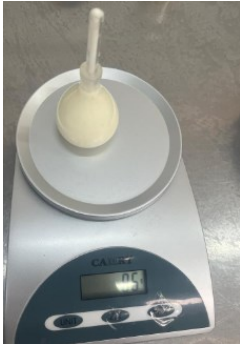
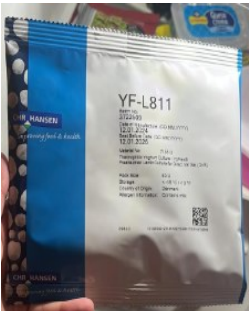
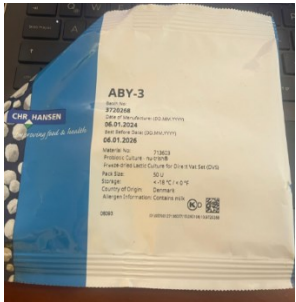
4.- Seleccione con una **X** el rango en términos de **olor**.



5.- Seleccione con una **X** el rango en términos de **cremosidad**.



Anexo 2 (Evidencias)

| EVIDENCIAS   |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sinéresis    |    |    |    |
| Densidad     |    |    |    |
| Producciones |   |   |   |
| Cultivos     |  |  |  |