

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD Y EL COLOR DEL YOGURT BATIDO CON
ADICIÓN DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) COMO ESTABILIZANTE A
DIFERENTES CONCENTRACIONES.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

AUTOR : Br. MARTINEZ RIVAS, Sarita
ASESOR : MSc. SICHEZ MUÑOZ, Julio César
CO-ASESOR : Ing. HUARACA APARCO, Rosa

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC– PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mí querida y estimada madre; Alejandra Rivas Loayza, por su eterna amabilidad y afecto.

A mí padre; Augusto Martínez Navarro, por el Cariño y comprensión que siempre puso en mí.

A mis hermanos.

A Dios, por guiarme y sostenerme durante todo el tiempo que me queda vivir...

AGRADECIMIENTO

- ❖ A mi alma mater, la Universidad Nacional José María Arguedas, quien me acogió y formó en sus aulas, hasta culminar mi más caro anhelo, el de ser profesional, con los principios más relevantes de la moral y la ética profesional.
- ❖ A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y a su plana docente, quienes con el sano propósito de contribuir en mi formación profesional, transmitieron sus conocimientos, sin limitación alguna.
- ❖ Al MSc. Julio César Sichez Muñoz, asesor de la presente tesis por su apoyo constante.
- ❖ A la Ing. Rosa Huaraca Aparco, Co asesora de la presente tesis por su apoyo constante y desinteresado.
- ❖ A la MSc. Fidelia Tapia Tadeo, al MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez y al Ing. Fredy Taipe Pardo, por su aporte al desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL ASESOR

FIRMAS DE APROBACIÓN DEL JURADO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

GLOSARIO

RESUMEN

ABSTRAC

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

CAPITULO I – MARCO TEORICO

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1. | La leche | 07 |
| 1.2. | Fermentación láctica | 08 |
| 1.3. | El yogurt | 09 |
| 1.3.1. | Clasificación del yogurt | 10 |
| 1.3.2. | Etapas de elaboración del yogurt | 10 |
| 1.4. | Propiedades fisicoquímicas relacionadas con el yogurt | 14 |
| 1.5. | Análisis sensorial del yogurt | 17 |
| 1.5.1. | Propiedades sensoriales | 18 |
| 1.5.2. | Tipos de jueces | 20 |
| 1.5.3. | Clasificación de las pruebas sensoriales | 21 |
| 1.6. | La tara | 23 |
| 1.6.1. | Estructura de la semilla | 24 |
| 1.7. | Estabilizantes en la industria láctea | 25 |
| 1.8. | La goma de tara | 26 |
| 1.8.1. | Propiedades de la goma de tara | 27 |
| 1.8.2. | Características físicas de la goma de tara | 28 |
| 1.8.3. | Características químicas de la goma de tara | 28 |
| 1.8.4. | Usos y aplicaciones de la goma de tara | 39 |
| 1.9. | Justificación | 30 |
| 1.10. | Objetivos | 31 |

CAPÍTULO II - MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1. | Lugar de ejecución | 32 |
| 2.2. | Materia prima | 32 |
| 2.3. | Material de estudio | 32 |
| | 2.3.1. Población | 32 |
| | 2.3.2. Muestra | 32 |
| | 2.3.3. Unidad de análisis | 33 |
| 2.4. | Diseño experimental | 33 |
| 2.5. | Materiales, equipos e insumos | 34 |
| | 2.5.1. Equipos | 34 |
| | 2.5.2. Instrumentos | 34 |
| | 2.5.3. Materiales | 35 |
| | 2.5.4. Insumos | 35 |
| | 2.5.5. Reactivos | 36 |
| 2.6. | Métodos y técnicas | 36 |
| | 2.6.1. Proceso de elaboración del yogurt sin goma de tara | 36 |
| | 2.6.2. Proceso de elaboración del yogurt con goma de tara | 38 |
| 2.7. | Análisis experimentales | 38 |
| | 2.7.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de la leche | 38 |
| | 2.7.2. Evaluación de las características fisicoquímicas del yogurt | 39 |
| 2.8. | Evaluación sensorial | 41 |
| | 2.8.1. Panelistas | 41 |
| | 2.8.2. Atributos de evaluación | 41 |
| | 2.8.3. Preparación de la muestra | 41 |
| 2.9. | Diseño de contrastación | 42 |
| 2.10. | Análisis estadístico | 42 |

CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIONES

| | | |
|------|--|----|
| 3.1. | Evaluación de las características fisicoquímicas | 44 |
| 3.2. | Evaluación sensorial | 63 |

| | |
|---------------------|----|
| CONCLUSIONES | 71 |
|---------------------|----|

| | |
|------------------------|----|
| RECOMENDACIONES | 72 |
|------------------------|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|---------------|----|
| ANEXOS | 78 |
|---------------|----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1: Composición general de la leche | 08 |
| Tabla 1.2: Impresiones que se perciben a través de los sentidos | 17 |
| Tabla 1.3: Análisis porcentual de los derivados de la tara | 24 |
| Tabla 1.4: descripción de la semilla de tara | 25 |
| Tabla 1.5: Propiedades químicas de la goma de tara | 28 |
| Tabla 2.1: Arreglo experimental – DBCA | 33 |
| Tabla 2.2: Escala hedónica de preferencia | 41 |
| Tabla 3.1: Evaluación fisicoquímicas de la materia prima | 44 |
| Tabla 3.2: Resultados de pH de las muestras de yogurt | 45 |
| Tabla 3.3: Factores inter-sujetos de pH del yogurt con goma | 45 |
| Tabla 3.4: Estadísticos descriptivos de los tratamientos | 46 |
| Tabla 3.5: Análisis de varianza para los tratamientos de pH | 46 |
| Tabla 3.6: Media de los tratamientos de pH | 46 |
| Tabla 3.7: Prueba de Dunnett – comparaciones múltiples de pH | 47 |
| Tabla 3.8: Resultados de acidez de las muestras de yogurt | 48 |
| Tabla 3.9: Factores inter-sujetos de acidez del yogurt con goma | 49 |
| Tabla 3.10: Estadísticos descriptivos de los tratamientos | 49 |
| Tabla 3.11: Análisis de varianza para los tratamientos de acidez | 49 |
| Tabla 3.12: Media de los tratamientos de acidez del yogurt con goma | 50 |
| Tabla 3.13: Prueba de Dunnett – comparaciones múltiples de acidez | 50 |
| Tabla 3.14: Resultados de la densidad de las muestras de yogurt | 52 |
| Tabla 3.15: Factores inter-sujetos de la densidad del yogurt con goma | 52 |
| Tabla 3.16: Estadísticos descriptivos de los tratamientos | 53 |
| Tabla 3.17: Análisis de varianza para los tratamientos de la densidad | 53 |
| Tabla 3.18: Media de los tratamientos de densidad del yogurt con goma | 53 |
| Tabla 3.19: Prueba de Dunnett – comparaciones múltiples de densidad | 54 |
| Tabla 3.20: Resultados de la viscosidad de las muestras de yogurt | 55 |
| Tabla 3.21: Factores inter-sujetos de la viscosidad del yogurt con goma | 56 |
| Tabla 3.22: Estadísticos descriptivos de los tratamientos | 56 |
| Tabla 3.23: Análisis de varianza para los tratamientos de la viscosidad | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabla 3.24: Media de los tratamientos de viscosidad del yogurt con goma | 57 |
| Tabla 3.25: Prueba de Dunnett – comparaciones múltiples de viscosidad | 57 |
| Tabla 3.26: Resultados del color de las muestras de yogurt | 59 |
| Tabla 3.27: Factores inter-sujetos del color del yogurt con goma | 59 |
| Tabla 3.28: Estadísticos descriptivos de los tratamientos | 60 |
| Tabla 3.29: Análisis de varianza para los tratamientos del color | 60 |
| Tabla 3.30: Media de los tratamientos del color del yogurt con goma | 60 |
| Tabla 3.31: Prueba de Dunnett – comparaciones múltiples del color | 61 |
| Tabla 3.32: Estadísticos para el color del yogurt con goma | 63 |
| Tabla 3.33: Rangos-promedios del color para el yogurt con goma | 64 |
| Tabla 3.34: Estadísticos de prueba | 64 |
| Tabla 3.35: Estadísticos para el olor del yogurt con goma | 65 |
| Tabla 3.36: Rangos-promedios del olor para el yogurt con goma | 65 |
| Tabla 3.37: Estadísticos de prueba | 66 |
| Tabla 3.38: Estadísticos para el sabor del yogurt con goma | 67 |
| Tabla 3.39: Rangos-promedios del olor para el yogurt con goma | 67 |
| Tabla 3.40: Estadísticos de prueba | 68 |
| Tabla 3.41: Estadísticos para la textura del yogurt con goma | 69 |
| Tabla 3.42: Rangos-promedios del olor para el yogurt con goma | 69 |
| Tabla 3.43: Estadísticos de prueba | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1: Semilla de la tara | 25 |
| Figura 1.2: Estructura de la goma de tara | 27 |
| Figura 2.1: Diagrama de contrastación y variables | 33 |
| Figura 3.1: Diagrama de medias para el pH del yogurt con goma | 47 |
| Figura 3.2: Diagrama de medias para la acidez del yogurt con goma | 51 |
| Figura 3.3: Diagrama de medias para la densidad del yogurt con goma | 54 |
| Figura 3.4: Diagrama de medias para la viscosidad del yogurt con goma | 58 |
| Figura 3.5: Diagrama de medias para el color del yogurt con goma | 61 |
| Figura 3.6: Análisis de la prueba de Friedman para el color del yogurt con goma | 64 |
| Figura 3.7: Análisis de la prueba de Friedman para el olor del yogurt con goma | 66 |
| Figura 3.8: Análisis de la prueba de Friedman para el sabor del yogurt con goma | 68 |
| Figura 3.9: Análisis de la prueba de Friedman para la textura del yogurt con goma | 70 |

GLOSARIO DE TÉRMINOS

| | |
|---------------------------------|---|
| ANOVA | : Análisis de Varianza |
| AOAC | : Asociación Oficial de Químicos Analíticos |
| °C | : Grados Celsius |
| °D | : Grados Dornic |
| DCA | : Diseño completamente al azar |
| g | : gramo |
| h | : Hora |
| l | : Litro |
| kg | : kilogramo |
| min | : Minutos |
| mg | : Miligramo |
| ml | : Mililitro |
| NMP | : Número más probable |
| Pa·s | : pascal segundo |
| $p \leq 0.05$ | : Nivel de significancia al 5 % |
| pH | : Potencial de Hidrógeno |
| r.p.m | : revoluciones por minuto |
| T° | : Temperatura |
| t | : Tiempo |
| UFC | : Unidades formadoras de colonias |

RESUMEN

La presente investigación, es de tipo experimental y tuvo por objetivo, evaluar la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones (0 %, 0.02 %, 0.04 % y 0.06 %), al inicio se determinó las características físico químicas de la leche, como la acidez titulable, pH y densidad. Del mismo modo se evaluó las características físico-químicas del yogurt batido con la adición de goma de tara, como la acidez titulable, pH, densidad, viscosidad y color. La evaluación de la viscosidad se efectuó en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, se utilizó el viscosímetro rotacional modelo: ST – 2001, a 60 rpm como resultado se obtuvo viscosidades de 0.978, 1.178, 2.040 y 1.019 Pa-s, entonces la viscosidad es directamente proporcional hasta la concentración de 0.04 %, a partir de 0.06 % la viscosidad disminuye considerablemente, por lo tanto el mejor tratamiento fue el T3 con concentración de 0.04 % de goma de tara, por presentar mayor viscosidad, cuando se realizó el análisis estadístico de medias de las viscosidades se observa que hay diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al patrón. Para ello se utilizó la prueba de rangos múltiples de Dunnett. La evaluación del color se realizó con un colorímetro de marca kónica minolta modelo R-400, donde los datos obtenidos del color fueron 57.490, 57.207, 58.567 y 51.937 de luminosidad, se realizó ANOVA obteniéndose así valores de p-value < 0.05 por lo tanto se rechazó la hipótesis nula, se evaluó para verificar la diferencia significativa entre tratamientos con la prueba de rangos múltiples de Dunnett en donde se obtuvo que los valores son iguales estadísticamente con el tratamiento patrón, no hubo diferencias significativas. En los resultados de la prueba de Friedman, dan un valor de p-value < 0.05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en todas las características organolépticas indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara, el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad fue el que tuvo concentración de 0.04 % de goma de tara indicando la tendencia del me gusta moderado a me gusta mucho.

Palabras clave: *goma, leche, características fisicoquímicas, características organolépticas.*

ABSTRACT

This research is experimental and aimed to evaluate the viscosity and color of yogurt smoothie with added gum tara (*Caesalpinia spinosa*) as a stabilizer at different concentrations (0%, 0.02%, 0.04% and 0.06%) at the beginning the physical and chemical characteristics of milk, such as acidity, pH and density was determined. physico-chemical properties of yogurt smoothie with the addition of tara gum, as titratable acidity, pH, density, viscosity and color characteristics were evaluated in the same way. The evaluation of the viscosity was carried out in the laboratory of Chemical Analysis Nacional San Antonio Abad University of Cusco, the rotational viscometer model was used: ST - 2001, 60 rpm resulting viscosity of 0.978 was obtained, 1,178, 2,040 and 1,019 Pa-s, then the viscosity is directly proportional to the concentration of 0.04%, from 0.06% the viscosity decreases considerably, therefore the best treatment was T3 with concentration of 0.04% tara gum, to present higher viscosity when the statistical analysis of average viscosities was conducted shows that no significant difference between treatments relative to the standard. To do this multiple range test was used Dunnett. Color evaluation was performed with a colorimeter Konica minolta brand model R-400, where the data obtained color were 57.490, 57.207, 58.567 and 51.937 brightness, ANOVA was performed thus obtaining values p-value <.05 therefore the null hypothesis was rejected, was evaluated to verify significant difference between treatments with multiple range test Dunnett where it was found that the values are statistically equal treatment with the pattern, there were no significant differences. The results of the Friedman test, give a value of P-value <0.05 therefore the null hypothesis is rejected in all the organoleptic characteristics indicating that no significant statistical difference between the three treatments yogurt with added rubber tara, the treatment had greater acceptability was the concentration was 0.04% tara gum indicating the trend of moderate to me like I really like.

Keywords: rubber, milk, physicochemical characteristics, organoleptic characteristics.

INTRODUCCIÓN

El consumo de yogurt a nivel mundial aumenta cada día más, debido a sus propiedades nutricionales como proteínas, calcio y bacterias benéficas. El Codex Alimentarius, define al yogurt como leche coagulada, obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura. Cada especie de bacterias estimula el crecimiento de la otra, y los productos de su metabolismo combinado dan como resultado la textura cremosa característica, así como el ligero sabor ácido. También el yogurt contiene otros aditivos tales como sólidos lácteos, azúcares, frutas, etc. (Molina, 2009).

En la actualidad se ha impulsado la utilización de aditivos para la elaboración de yogurt dentro de los cuales destacan: agentes estabilizantes, edulcorantes, frutas, saborizantes y colorantes ya sea naturales o artificiales. Estos aditivos son utilizados dentro de la industria para darle un valor agregado al producto final.

Los estabilizantes son usados para, modificar la consistencia, estabilidad y textura del yogurt, pues mejoran la palatabilidad y evitan la sinéresis. Los estabilizantes, como los sólidos lácteos tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt. Entre estos podemos mencionar la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina. La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogurt (sabor a almidón, por ejemplo).

La viscosidad y la consistencia son términos que se aplican a los fluidos y que representan la resistencia que ofrecen al flujo o a la deformación cuando están sometidos a un esfuerzo constante, cuanto mayor es la viscosidad, más lenta es su velocidad de flujo.

Uno de los grandes retos que enfrenta la industria de lácteos específicamente la del yogurt es elaborar productos de calidad que respondan a las demandas tanto de los abastecedores como de los consumidores que sean económicamente competitivos reduciendo costos de producción.

En la presente investigación se planteó el siguiente problema ¿En qué medida la viscosidad y el color del yogurt batido muestran diferencias significativas con la adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones? y se tuvo como objetivos evaluar la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones. Evaluar el mejor tratamiento del yogurt batido a diferentes concentraciones (0.02 %, 0.04 % y 0.06 %) de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), a través de la evaluación sensorial. De esta investigación se deduce la importancia de evaluar la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara, así mismo se desea brindar información acerca de la utilización de los estabilizantes vegetales (goma de tara).

ANTECEDENTES

(Cárdenas *et al*, 2013) en su investigación: Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides, se evaluó el efecto de la combinación de tres proporciones de hidrocoloides (carboximetilcelulosa, gelatina y pectina), sobre la sinéresis y textura sensorial del yogurt natural batido, utilizando un diseño de mezclas simples con centroide ampliado. Se determinó las combinaciones óptimas para obtener valor bajo de sinéresis (24.29 %) y mayor calificación en textura sensorial de 3.7 (aproximado a 4 de calificación = “me gusta moderadamente”), se obtuvieron valores de mezcla óptima de carboximetilcelulosa, gelatina y pectina de 0.24 %, 0.005 % y 0.004 %, respectivamente. El modelo más adecuado para representar el comportamiento de cada variable respuesta fue el modelo cuadrático con valores de R² de 0.951 y 0.932 para sinéresis y textura sensorial respectivamente. Para validar los resultados de la investigación, los valores obtenidos mediante la optimización fueron comparados con valores reales, para lo cual se elaboró una muestra de yogurt natural con las proporciones óptimas de hidrocoloides, efectuándose nuevamente un análisis de sinéresis y textura sensorial, lo que proporcionó valores de 24.3 % y 4.2 (calificación de “me gusta moderadamente”) respectivamente.

Navarro (2012) en su trabajo de tesis: Evaluación de la adición de hidrocoloides en una bebida granizada de yogurt con sabor a café, evaluó el efecto de los hidrocoloides goma guar, goma xanthan y carboximetilcelulosa en reemplazo de gelatina en una bebida granizada de yogurt con sabor a café. Se elaboraron prototipos reemplazando la gelatina (control) a niveles de 0.5 y 0.7 % por goma xanthan, goma guar y carboximetilcelulosa al 0.3 y 0.5 % cada uno. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos, en los que se midieron las variables de viscosidad, consistencia, volumen y penetrabilidad en tres repeticiones, de manera aleatoria.

Los resultados obtenidos fueron sistematizados en el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 %. Al analizar los resultados se

observó diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y de esta manera se escogieron los dos mejores prototipos y el control, de acuerdo a la ponderación de las variables. Con los prototipos seleccionados se realizó la evaluación sensorial, que midió la preferencia y agrado de las muestras, mediante métodos afectivos. Los resultados de ésta evaluación reflejaron una tendencia de preferencia hacia la muestra control (Gelatina), cuya textura era notablemente diferente a la de los prototipos trabajados.

Suarez (2009) en su trabajo de investigación: Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis, el objetivo fue evaluar la mezcla más adecuada de los estabilizantes goma guar, goma xantán y carragenina en la bebida láctea tipo kumis. Se lleva a cabo un estudio preliminar que define las mezclas óptimas de estos estabilizantes, utilizando el nivel máximo de 0.5 %, aprobado por el Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia, la variable de respuesta medida es viscosidad. Definida la mejor mezcla, es utilizada en tres concentraciones (T1: 0.08 %; T2: 0.1 % y T3: 0.12 %), y comparada con un control (T4: sin adición de estabilizante) en el producto lácteo tipo kumis. La mezcla óptima encontrada fue de 93 % goma xantán y 7 % goma guar, y los parámetros empleados para su evaluación son fisicoquímicos reométricos y sensoriales. Los resultados fisicoquímicos corresponden a los estándares aceptados para esta bebida. En lo referente a las pruebas de viscosidad y deformación, el tratamiento que muestra los mejores resultados es la concentración 0.12 %; que corresponde al tratamiento T3. El análisis sensorial indica que T3 es el tratamiento más aceptado, junto con el control. Según los resultados, el nivel óptimo de concentración de la mezcla de hidrocoloides es 0.12 %; con diferencia significativa ($p < 0.05$) frente a otros tratamientos.

Molina (2009) En su investigación: Comparación de tres estabilizantes comerciales utilizados en la elaboración de yogurt de leche descremada de vaca, se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de

Guatemala. El estudio se llevó a cabo en tres fases: Fase I: Elaboración de Yogures; Fase II: Evaluación del perfil sensorial, viscosidad y sinéresis; Fase III: Evaluación de los resultados. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: tratamiento 1: Gelatina, pectina, carragenina, poli fosfatos de sodio y monoestearato de glicerilo. Tratamiento 2: Almidón modificado, gelatina kosher, pectina y sulfato de calcio y Tratamiento 3: Gelatina, pectina, carragenina, fórmula estandarizada con dextrosa. Para el variable olor los resultados obtenidos indicaron que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, debido a que el olor característico del yogurt es producido por varios ácidos grasos volátiles ya que son responsables del aroma del mismo. Los resultados obtenidos para la variable aspecto si se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para la variable presencia de suero, en donde los panelistas manifestaron a través de la escala hedónica, que los tratamientos 2 y 3 presentaron menor presencia de suero que el tratamiento 1. Para la variable textura los resultados obtenidos en la variable consistencia, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0.05$). Siendo el tratamiento 3, quien alcanzo el mayor grado de espesor, seguido de los tratamientos 2 y 1 respectivamente.

Castillo (2004) en su trabajo de tesis: Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogurt, se evaluó el efecto estabilizante y espesante que tiene sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt semidescremado cuyo estudio es la adición de pectina, con el propósito de definir la dosificación óptima. A tal efecto se prepararon muestras de yogurt con diferentes concentraciones de pectina (0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 y 0.30 %). Todas las muestras se sometieron a la determinación de sus propiedades físicas y químicas más importantes.

La sinéresis se midió mediante la cantidad de suero liberado por centrifugación, la firmeza del coágulo se midió mediante la penetración de un cono utilizando un penetrómetro marca Forney y la viscosidad utilizando un viscosímetro Brookfield. Además se hizo una evaluación de las principales características organolépticas del yogurt por 5 panelistas. Los

resultados obtenidos indicaron que la cantidad óptima de pectina que se debe adicionar al yogurt es de 0.15 %. El uso de pectina en las concentraciones adecuadas demostró ser una buena opción para el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt.

Alvarado (1991) en su trabajo de investigación: Evaluación de la calidad de yogurt tipo II con la utilización de gel de linaza como estabilizante natural, se evaluó la adición de cuatro niveles de gel de linaza como estabilizante natural (0.35 %, 0.45 %, 0.50 %), en la elaboración de yogurt tipo II frente a un tratamiento de control, en dos ensayos con 5 repeticiones por tratamiento las mismas que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar en arreglo combinatorio (factor A niveles del gel de linaza y factor B ensayos), los resultados fueron sometidos ADEVA, separación de medias según Waller-Duncan ($p \leq 0.05$) para las unidades fisicoquímicas, las sensoriales se evaluó con rating test y estadística descriptiva para los microbiológicos. Determinándose que la utilización del tratamiento control permitió registrar 3.10 % de proteína, 15 % de grasa, 0.63 % de minerales y una densidad de 1.058 g/ml. No se encontró coliformes, mohos y levaduras en el producto fresco; a los 21 días se reportó un incremento de 23 UFC/g de coliformes totales, y 8.50 NMP/g de mohos y levaduras. Al utilizar 0.50 % de gel de linaza presentó mejores características organolépticas, alcanzando una puntuación total de 74.60/80, considerado como muy bueno y un beneficio costo de 1.74 concluyendo que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 74 centavos, por lo que se recomienda utilizar el 0.35 % de gel de linaza como estabilizante natural, en la elaboración de yogurt.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. LA LECHE

La leche es una secreción láctea, libre de calostro, obtenida de una o más vacas en buen estado de salud, la cual debe de poseer no menos de 3.25

% de grasa y no menos de 8.25 % de sólidos no grasos. Otra característica de la leche fresca, es que debe de estar libre de antibióticos, olores, materias o sabores extraños. Además, debe ser de color blanco opaco, debe tener un pH entre 6.4 y 6.7, y estar libre de enfermedades infecto contagiosas (Revilla, 1995).

Debido a sus características, la leche se puede procesar de diferentes maneras tales como: leche descremada, leche baja en grasa, leche recombinada, leche compuesta, leche pasteurizada, leche condensada, leche en polvo, crema, helados, queso.

Aparte del tratamiento que recibe la leche para lograr obtener todos los derivados anteriores, también juega un papel importante la composición de la misma. Por otra parte, los nutrimentos de la leche generalmente se encuentran dentro de intervalos, según se muestra en la tabla 1.1, debido a las diferentes razas de mamíferos que la producen y a las diferentes etapas de producción de los mismos. No obstante, también se observa que los componentes de la leche se pueden dividir en tres grandes grupos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos (Amiot, 1991).

Por otra parte, debido a las propiedades nutricionales la leche puede ser utilizada como suplemento proteico, ya que contiene una proporción importante de aminoácidos esenciales, es decir aquellos aminoácidos que no son producidos por el organismo y que por lo tanto deben ser aportados por la dieta (Grasselli *et al.*, 1997).

Tabla 1.1: Composición general de la leche

| Constituyente | Valores (%) | |
|-----------------------------------|-------------|-------|
| | Menor | Mayor |
| Agua | 70.00 | 90.50 |
| Grasa ⁽¹⁾ | 2.20 | 8.00 |
| Proteínas ⁽²⁾ | 2.70 | 4.80 |
| Glúcidos (lactosa) ⁽²⁾ | 3.50 | 6.00 |

| | | |
|------------------------|------|-------|
| Cenizas ⁽²⁾ | 0.65 | 0.90 |
| Sólidos totales | 9.05 | 19.70 |

(1) Sólidos grasos de la leche, (2) Sólidos no grasos de la leche
Fuente: Revilla (1995)

1.2. FERMENTACIÓN LÁCTICA

La fermentación láctica es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico. Este proceso lo realizan muchas bacterias llamadas (bacterias lácticas), hongos, algunos protozoos y en los tejidos animales. (Kandler, 1983).

Un ejemplo de este tipo de fermentación es la acidificación de la leche. Ciertas bacterias (*Lactobacillus*, *Streptococcus*), al desarrollarse en la leche utilizan la lactosa (azúcar de leche) como fuente de energía. La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado.

La coagulación de la leche (cuajada) resulta de la precipitación de las proteínas de la leche, y ocurre por el descenso de pH debido a la presencia de ácido láctico. Este proceso es la base para la obtención del yogurt. (Kandler, 1983).

1.3. EL YOGURT

(Porter, 1981), define al yogurt como una leche que debido al desarrollo de dos microorganismos (*Streptococos termófilos* y *Lactobacilos bulgaricus*), ha adquirido un sabor característico. El yogurt es ácido y tiene una textura suave y fina, que va desde un firme gel hasta un líquido viscoso como las natillas, dependiendo de la técnica de fabricación.

La Norma Técnica Peruana 202.085:2006, define al yogurt como el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante la acción de fermentos lácticos de las especies *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche entera, parcialmente descremada, reconstituida, recombinada, con un tratamiento térmico antes de la fermentación.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, define al yogurt como la leche coagulada obtenida por fermentación láctica ácida debido a las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* sobre la leche pasteurizada o concentrada con o sin adición de leche en polvo, etc. Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes.

Asimismo la asociación internacional de fabricantes de yogurt lo definen como leche fermentada obtenida por multiplicación en ella de 2 bacterias lácticas específicas asociadas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Estas bacterias lácticas se cultivan en leche previamente pasteurizada, con el fin de eliminar total o parcialmente la flora microbiana preexistente. Después de la fermentación el yogurt se enfría a una temperatura comprendida entre 1 °C y 10 °C, excluyendo cualquier otro tratamiento térmico y listo para su consumo. (Ramírez, 2010).

1.3.1. CLASIFICACIÓN DEL YOGURT

(Tamime y Robinson, 1991), clasifican al yogurt de la siguiente manera:

a) Por el método de elaboración

Yogurt batido

Es el producto en el que la inoculación de la leche pasteurizada, se

realiza en tanques de incubación, produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y se envasa, pudiéndose presentar en estado líquido o semisólido.

Yogurt coagulado o aflanado

Es el producto en el que la leche pasteurizada, es envasada inmediatamente después de la inoculación, produciéndose la coagulación en el envase.

Yogurt bebible

Es similar al yogurt batido, pero el coágulo se rompe hasta obtener una forma líquida antes de su envasado. Es el yogurt batido que ha recibido un mayor tratamiento mecánico. Presenta menos viscosidad que los anteriores.

1.3.2. ETAPAS DE ELABORACIÓN DEL YOGURT

- Recepción de la leche

La leche debe ser de buena calidad y libre de cualquier sustancia inhibidora para el desarrollo de las bacterias lácticas.

La materia destinada a la elaboración de yogurt, se somete a un control de calidad, realizándose análisis de densidad, acidez, pH y microbiológicos. (Illescas, 2001).

- Filtración

Se realiza la filtración de la leche para evitar el ingreso de partículas gruesas al proceso.

La materia prima es filtrada con el objeto de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con la ayuda de un lienzo. (Illescas, 2001).

- Estandarización

Esta operación consiste en conferir a la leche la densidad apropiada añadiendo a la leche fresca, leche entera en polvo en la proporción de 30 a 50 gramos por cada litro de leche. En esta operación también se agrega azúcar en la proporción de 90 gramos por litro y pulpa de fruta en la proporción de 50 gramos por litro. (Early, 1998).

- **Homogenización**

La homogenización consiste en reducir de tamaño y dispersar muy finamente las partículas emulsionadas en una mezcla líquida. Esta mezcla adquiere así estabilidad por un tiempo más prolongado, de esta forma los glóbulos grasos disminuyen de tamaño mediante el proceso (Tamime y Robinson, 1991).

- **Tratamiento Térmico**

Esta etapa del proceso es la más importante, es cuando se obtendrá la calidad del yogurt, las proteínas de la leche se desnaturalizan provocando la liberación de péptidos que contribuyen al crecimiento de los microorganismos inoculados los cuales actúan favoreciendo aspectos de viscosidad del yogurt y separación del suero de la leche. Además se elimina gran parte de la flora que contiene la leche dando lugar al crecimiento de microorganismos productores del yogurt.

Se puede realizar distintos tratamientos de acuerdo con el proceso de fabricación del yogurt:

- 90° a 95° durante un tiempo de 5 a 10 segundos.
- 80° a 85° durante un tiempo de 5 a 15 minutos.
- 72° a 75° durante un tiempo de 10 minutos.

Se debe considerar que el calentamiento débil de la leche genera un yogurt bajo en viscosidad, mientras que un sobrecalentamiento puede provocar una textura granulada y una tendencia a la separación del suero. (Hernández, 2003)

- **Pre Enfriamiento hasta la Temperatura de Inoculación**

Después de la pasteurización, la leche debe ser enfriada hasta la temperatura necesaria para el óptimo crecimiento de los

microorganismos, que oscila entre los 40 y 45 °C. Para esta operación se recomienda que se haga lo más higiénicamente con el fin de no contaminar la mezcla además de hacerlo rápido. (Alais, 1998).

- **Siembra del Cultivo Iniciador**

La siembra consiste en la inoculación de los microorganismos específicos del yogurt, el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*. Se utiliza para inocular la mezcla entre 2-3 % de cultivo formado por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*. Se debe mezclar muy bien al agregar el cultivo y procurando extremar las medidas higiénicas con el fin de evitar una contaminación. (Alais, 1998).

- **Incubación**

La incubación se efectúa óptimamente a una temperatura de 40 a 45 °C durante 3 a 4 horas hasta que coagule. La temperatura y el tiempo de incubación, como también la cantidad de inóculo no solo influyen en la acidez final sino también en la relación entre bacterias.

(Tamime y Robinson, 1991).

- **Enfriamiento**

El enfriamiento se ha de realizar con la mayor brusquedad posible para evitar que el yogurt siga acidificándose (Illescas, 2001).

El enfriamiento por medio de la refrigeración es una de los métodos más utilizados para controlar la actividad metabólica de los cultivos iniciadores y sus enzimas.

El enfriamiento del coágulo comienza inmediatamente después de alcanzar una acidez óptima del producto, es decir un pH aproximado de 4.6 o una concentración de ácido láctico del 0.9 % dependiendo del tipo de yogurt producido. (Tamime y Robinson, 1991).

- **Batido**

Consiste en la ruptura del coágulo y la reincorporación del lacto suero y es una operación que solo se realiza en la fabricación de yogurt o yogures líquidos para beber, generalmente para obtener un gel homogéneo es suficiente a una agitación muy suave (velocidad de la paleta 2 - 4 rpm) durante unos 5 a 10 min. Además la agitación tiene un efecto inhibitor sobre la actividad del cultivo y reduce la producción de ácido láctico (Early, 1998)

- **Envasado**

El envasado del yogurt se hace utilizando distintos tipos de máquinas llenadoras. El tamaño de los envases varía de un mercado a otro. En general la capacidad de envasado total debe ser semejante a la capacidad de la planta de pasteurización, para obtener unas condiciones óptimas de funcionamiento para todo el sistema de proceso (Luquet, 1993).

El yogurt se comercializa en envases de vidrio, polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilo, bolsas de plástico y envases de cartón (Early, 1998).

- **Refrigerado**

Cuando la acidificación alcanza cierto valor (70 - 80 ° D en el caso de los yogures tradicionales). Hay que bloquear el proceso inhibitor el desarrollo de las bacterias lácticas, para lo que se debe disminuir considerablemente la temperatura; a esta fase se le llama enfriamiento, y se lleva acabo de formas diferentes, dependiendo del tipo del producto (Luquet, 1993).

- **Almacenamiento**

Después de ser empacado el producto se coloca en cámaras frigoríficas con una temperatura de 5 °C, donde se mantendrá hasta la distribución a los consumidores (Alais, 1998).

El diagrama de flujo de la elaboración del yogurt batido de puede apreciar en el anexo 07.

1.4. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL YOGURT

Las propiedades fisicoquímicas del yogurt están basadas en las propiedades de la leche y los sucesivos cambios que ocurren durante la fermentación láctica.

- **pH:** El valor del pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia (es la medida de la concentraciones de iones de hidrogeno presentes). Los valores de pH se presentan en una escala que se va de 1-14, donde el valor 7, es para productos neutros como el agua, por arriba de este valor son productos básicos y por debajo son ácidos, como es el caso del yogurt. El pH del yogurt es una de las principales, debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche (6.5 – 6.7) y llegar al pH del yogurt lo cual contribuye al olor y sabor característico (Illescas, 2001).
- **Ácido Láctico:** El aumento de la acidez del yogurt por la producción de ácido láctico ocasiona la coagulación de la caseína, además afecta la textura y el sabor en el producto (Fennema, 1993). La acidez de un yogurt debe oscilar entre 0.8 – 1.8 % de ácido láctico.

El porcentaje de ácido láctico adecuado es extremadamente importante para obtener un yogurt de alta calidad con sabor propio, cuerpo y textura propia, esto es para que el producto tenga el mínimo porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento (Ankenman, 1996).

- **Humedad:** La humedad es la cantidad de agua presente en el alimento. Los enlaces que tiene el agua con otros elementos presentes es de fundamental importancia en la industria alimenticia ya que determinan la funcionalidad, el aprovechamiento y la estabilidad de los alimentos en su almacenamiento (Cadden, 1988).

El conocer la cantidad de agua libre que se encuentra en el alimento ayuda a prevenir algunas reacciones de crecimiento microbiano indeseable (Potter y Hotchkiss, 1995). La cantidad de humedad que una fibra puede retener está en función de la fuente de fibra.

El contenido de humedad del yogurt es de 87.8 % según (Gambelli *et al*, 1999), pero su valor depende del tipo de leche y sólidos solubles en ella.

- **Color:** El color es una característica de calidad en los alimentos, el color de los productos lácteos es causado por la dispersión de la luz por los constituyentes de la leche: los glóbulos de grasa, las micelas de la caseína, el fosfato de calcio coloidal, algunos pigmentos y la riboflavina. Al adicionar los sólidos, mayor es la dispersión por lo que el producto contiene menor luminosidad y blancura (Harper *et al*, 1981).

En el presente estudio, para color se ha tomado en cuenta el parámetro L, de la escala Hunter donde representa:

- Luminosidad u oscuridad.

El color es una de las principales causas de que un producto sea comprado por el consumidor o rechazado, no obstante no refleja el sabor o el valor nutricional del mismo (Harper y Hall, 1981).

- **Densidad:** Es el peso por unidad de volumen y es el promedio de las densidades de sus componentes individuales, del grado de hidratación de las proteínas y del volumen específico del sistema leche-grasa.

La densidad del yogurt está determinada por factores como:

- a. Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos).
- b. Proporción de materia grasa.
- c. La temperatura.
- d. La densidad exigida para el yogurt puede lograrse por dos procedimientos:
 - Concentración de la leche por sustracción de agua.
 - Adición de la leche en polvo o condensada.

- **La viscosidad:** Es la resistencia del líquido a fluir o deformarse. Esta propiedad se relaciona con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa. La viscosidad varía

con la temperatura, el estado de dispersión y la concentración de los componentes sólidos. (López, 2003).

La leche es mucho más viscosa que el agua. Esta mayor viscosidad se debe, por completo a la materia grasa en estado globular y a las macro moléculas proteicas, la viscosidad disminuye con la elevación de la temperatura. Toda modificación que actúa en las grasas o las proteínas tendrá un efecto particular en la viscosidad, la homogenización eleva la viscosidad de la leche, así como los factores que producen variaciones en el estado de hidratación de las proteínas también son causas de los cambios de viscosidad.

La coagulación por acidificación para la preparación de leche ácida, se logra mediante el agregado cultivos de bacterias lácticas; estos microorganismos transforman la lactosa en ácido láctico cuando el pH se acerca al punto isoeléctrico de la caseína aumenta la viscosidad, por lo que se obtiene fácilmente productos más espesos, con textura de gel, tal como el yogurt las condiciones necesarias para la formación del gel, establece un delicado balance en la precipitación. (Salazar, 2009).

1.5. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea: sus cinco sentidos (Anzaldúa, 1994).

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o

rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentales al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno. De ahí la dificultad de que con determinaciones de valor tan subjetivo, se pueda llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario (Sancho, 2002).

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato, el oído, el tacto, el gusto, como se muestra a continuación en la tabla 1.2

Tabla 1.2: Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial.

| Vista | Olfato | Tacto | Gusto | Oído |
|------------------------------------|---------------|--|--|-------------|
| Color Brillo Tamaño Forma | Olor | Textura Temperatura Dureza Peso | Sabor: -Acido -Dulce -Salado -amargo | Sonido |

1.5.1. Propiedades Sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

A continuación se describen algunos atributos:

- **El color.-** El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la

superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material (Wittig, 2001).

El color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz. Estas características son, esencialmente:

- a) El tono o matiz se refiere a aquella característica que permite clasificar un color como rojo o azul, y depende sobre todo de la longitud de onda dominante de la luz.
- b) La saturación o pureza describe el grado o intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro del espectro.
- c) La luminosidad se define como la característica de una sensación de color que hace equivalente a la producida por algún elemento de la escala de grises que va desde el blanco (máxima luminosidad) hasta el negro (mínima luminosidad).

- **Olor.-** El olor es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados en los objetos. En el caso de los alimentos y la mayoría de las sustancias olorosas, esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores (Anzaldúa, 1994).

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además, de su relación con el tiempo.

- **Sabor.-** Se define "sabor" como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor (Wittig, 2001).

El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los 4 sabores

básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así, lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y ácido en los bordes (Sancho, 2002).

- **Aroma.-** Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan –a través de la trompa de Eustaquio- a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos (Anzaldúa, 1994).
- **Textura.-** Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994).

La medición instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes y limitaciones de esta última: la gran variabilidad que puede existir en los resultados, la dificultad en la ejecución de las pruebas debido a los naturales problemas que se presentan al trabajar con humanos y a lo laborioso de algunas pruebas y las peculiaridades de la interpretación de los resultados (Bourne, 1982).

1.5.2. Tipos de Jueces

La selección y el entrenamiento de las personas que tomarán parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y validez de las pruebas (Anzaldúa, 1994).

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida está en función del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces:

- **Juez experto.**

El juez experto es, como en el caso de los catadores de vino, té, café, quesos, y otros productos, una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Ackerman, 1990).

Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúa solo es necesario contar con su respuesta. Por lo general, los jueces expertos o catadores solo intervienen en la degustación de productos caros, tales como los mencionados anteriormente. Esto se debe a que su entrenamiento es muy largo y costoso y, además a que cobran sueldos muy altos (Anzaldúa, 1994).

- **Juez entrenado.**

Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe que es exactamente lo que desea medir en una prueba. (Anzaldúa, 1994).

- **Juez semi entrenado o de laboratorio.**

Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

Las pruebas con jueces semi entrenados deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra (Larmond, 1977).

- **Juez consumidor.**

Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, escuela, etc. (Anzaldúa, 1994).

Los jueces de este tipo deben emplearse solamente para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas (Anzaldúa, 1994).

1.5.3. Clasificación de las Pruebas Sensoriales

Existen varias clasificaciones de las pruebas sensoriales. La primera agrupa a las pruebas en dos tipos: la evaluación sensorial de tipo I y II. La segunda agrupa a las pruebas sensoriales en tres tipos, las discriminativas, descriptivas y las afectivas (Hernández M., 2007).

De acuerdo al tipo de juez.

La primera clasificación para las pruebas sensoriales se basa en el tipo de panelista para las pruebas, ya que puede ser una persona altamente entrenada o bien un consumidor típico (Hernández, 2007).

A. Evaluación Sensorial Tipo I.

La evaluación sensorial tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos y no caracterizar cómo los consumidores perciben los alimentos. Su objetivo es similar al del análisis instrumental, donde los instrumentos son los sentidos humanos y cada atributo es medido separadamente, teniendo cuidado de eliminar distracciones tales como la percepción de otros estímulos. Al evaluar individualmente los atributos se requiere la eliminación, o al menos la reducción, de interferencias sensoriales cruzadas (Hernández, 2007).

En este tipo de pruebas sensoriales, la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves, los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los productos

alimentarios. Entre las más comunes se incluyen a las pruebas psicofísicas, las pruebas triangulares, las pruebas dúo-trío y las pruebas de n-elección alternativa forzada.

B. Evaluación Sensorial Tipo II.

En la evaluación sensorial II se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones ordinarias de consumo, diferencias pequeñas. Para un grupo de muestras es posible que los jueces obtengan una preferencia dada y por otro lado no puedan discriminar usando pruebas de diferencia (Hernández, 2007).

De acuerdo al tipo de objetivo

Esta clasificación se basa en el tipo de objetivo que se persigue en la realización de la prueba, en el criterio para la selección del panelista y en su tarea específica (Hernández, 2007).

A. Pruebas Discriminativas.

El objetivo de la prueba discriminativa es determinar si las muestras son detectablemente diferentes unas de otras. Esta prueba se emplea usualmente en ambiente de laboratorio, en el que se usan grupos de 12 a 20 personas calificadas (Hernández, 2007).

B. Pruebas Descriptivas.

Las pruebas descriptivas están diseñadas para describir las propiedades sensoriales de los productos y medir las intensidades percibidas. Los métodos descriptivos más populares son: el perfil del sabor, el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo y el método Spectrum, entre otros. Los sujetos que realizan las pruebas descriptivas son seleccionados y entrenados; generalmente se requieren de 6 a 12 personas (Hernández, 2007).

C. Pruebas Afectivas.

En estas pruebas se miden actitudes subjetivas, tales como la aceptación de un producto y la preferencia. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos. En estos estudios de campo participan de 75 a 200 consumidores. El objetivo de estas pruebas es seleccionar, ordenar o calificar muestras (Hernández, 2007).

1.6. LA TARA

Según (Cabello, 2009), la tara es una planta originaria del Perú, fue utilizada desde la época prehispánica como medicina popular. En los últimos años, ha sido utilizada como materia prima para diferentes industrias en el mercado internacional. El Perú es el primer productor mundial de tara. La industrialización de la vaina ofrece ventajas ecológicas y económicas. Especialmente en la elaboración de productos con alto valor agregado como la goma de tara y ácido gálico.

El mercado mundial presenta grandes perspectivas sobre el procesamiento e industrialización de productos elaborados a partir de la tara. Pues las características de la vaina y la pepa, las convierte en materia prima de excelente calidad para elaboración de otros insumos industriales.

Por otro lado siendo una planta de larga vida útil, con pocas exigencias de suelo, se le considera un cultivo con alto potencial para la reforestación y su producción en zonas marginales.

Los análisis químicos (porcentual), de los frutos (vainas y semillas), de la goma y del germen se encuentran en la tabla 1.3

Tabla 1.3: Análisis porcentual de los derivados de la tara

| | Vainas% | Semilla% | Goma% | Germen% | Cáscara% |
|-------------|---------|----------|-------|---------|----------|
| Humedad | 11,7 | 12,01 | 13,76 | 11,91 | 10,44 |
| Proteína | 7,17 | 19,62 | 2,50 | 40,22 | 1,98 |
| Ceniza | 3,50 | 3,00 | 0,52 | 8,25 | 3,05 |
| Fibra bruta | 5,30 | 4,00 | 0,86 | 1,05 | 1,05 |

| | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Carbohidrato | 67,58 | 56,17 | 81,31 | 25,66 | 83,56 |
| Taninos | 62,00 | – | – | 22,67 | – |

Fuente: Villanueva. (2007).

1.6.1. ESTRUCTURA DE LA SEMILLA

La goma está contenida en una porción de la semilla llamada endospermo. Esta es la reserva alimenticia para el desarrollo del embrión durante la germinación. Como la semilla es dicotiledónea, se tiene dos endospermos por cada semilla. Los endospermos rodean el embrión y éstos están rodeados de una cáscara de un color pardo negruzco. En caso severo de deterioro, la semilla se torna negra y el rendimiento de goma es muy bajo y, además, la goma se aprecia contaminada con manchas amarillas a gris (ANILCOLSA DEL PERÚ, 2009).

Las semillas de tara miden de 0,6 a 0,7 cm. Y los endospermos forman el 22 al 24 % del peso de la semilla.

En la semilla se puede obtener la siguiente distribución como se muestra en la figura 1.1

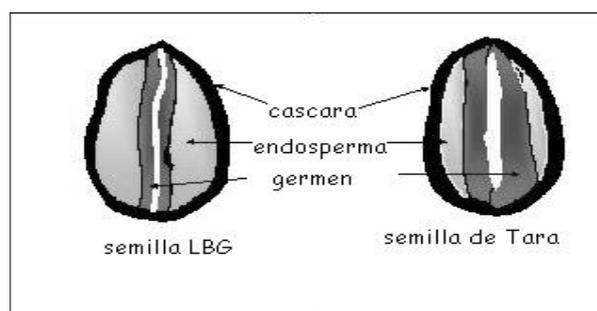


Figura 1.1: Semilla de la tara
Fuente: (TECNACORP S.A.C, 2010).

Tabla 1.4: Descripción de la Semilla de Tara

| GERMEN | GOMA | CASCARA | HUMEDAD |
|--------|------|---------|---------|
|--------|------|---------|---------|

| | | | |
|------|------|--------|-------|
| 26 % | 27 % | 39.5 % | 7.5 % |
|------|------|--------|-------|

Fuente: (TECNACORP S.A.C, 2010).

1.7. LOS ESTABILIZANTES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

Cuando nos referimos a estabilizar un determinado producto, básicamente es que deseamos cambiar ciertas propiedades funcionales o reológicas del producto a elaborar.

Los estabilizantes son en su amplia mayoría gomas que regulan la consistencia de los alimentos principalmente a que luego de su hidratación forman enlaces o puentes de hidrógeno que a través de todo el producto forma una red que reduce la movilidad del agua restante.

Los estabilizantes, como los sólidos lácteos tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt. Entre estos estabilizantes podemos mencionar a los más utilizados tales como: Las gomas vegetales, la pectina, la gelatina y los almidones. La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogurt (por ejemplo, sabor a almidón).

Generalmente los estabilizantes son usados en proporciones de 0,1 a 0,3%, pero emplean concentraciones de 0,05% de pectina para yogurt con frutas. (Molina, 2009).

1.8. LA GOMA DE TARA (Gum Tara)

La goma de tara es una goma natural que se usa como agente espesante. Es un carbohidrato polimerizado comestible, útil como espesante con agua y como reactivo de adsorción y ligador de hidrógeno con superficies minerales y celulósicas.

Las gomas son polisacáridos de alto peso molecular que poseen propiedades coloidales, son sustancias dispersables en agua fría o caliente

para producir soluciones o mezclas con alta viscosidad. Debido a su naturaleza coloidal, también reciben el nombre de hidrocoloides.

El término “hidrocoloide” hace referencia a una amplia gama de polisacáridos y proteínas que, hoy en día, son ampliamente usados en varios sectores de la Industria Alimentaria para desempeñar algunas funciones tecnológicas como espesantes, agentes gelificantes, estabilizantes, etc.

Esta goma ha sido aprobada, por resolución el 26 de setiembre de 1996 por la comunidad europea y aparece como E - 417. Esta goma de tara está clasificado dentro del Codex Alimentarius con el N° 417 del SIN (Sistema Internacional de Numeración). Para ser usada como espesante y estabilizador de alimentos para consumo humano. Se espera que pronto, también lo haga Estados Unidos. De esta manera ingresó al mercado mundial de hidrocoloides alimenticios como producto alternativo a la goma de algarrobo producida en España y el Medio Oriente y la goma guar producida en el Norte de la India y Pakistán (Cabello, 2009).

(De la Cruz, 2004), menciona que la goma de tara es una goma natural de semilla, derivado del arbusto de la tara, su estructura y funcionabilidad es similar a la de los demás galactomananos establecidos, locust vean, gum y goma guar. La goma de tara se deriva de los endospermos molidos de la semilla de tara, (*Caesalpinia spinosa*), de la familia (*Leguminosae*).

Según (Cubero *et al*, 2002), la goma de tara es un galactomanano que consiste de una cadena principal de manosa con cadenas laterales de galactosa en proporción 3:1

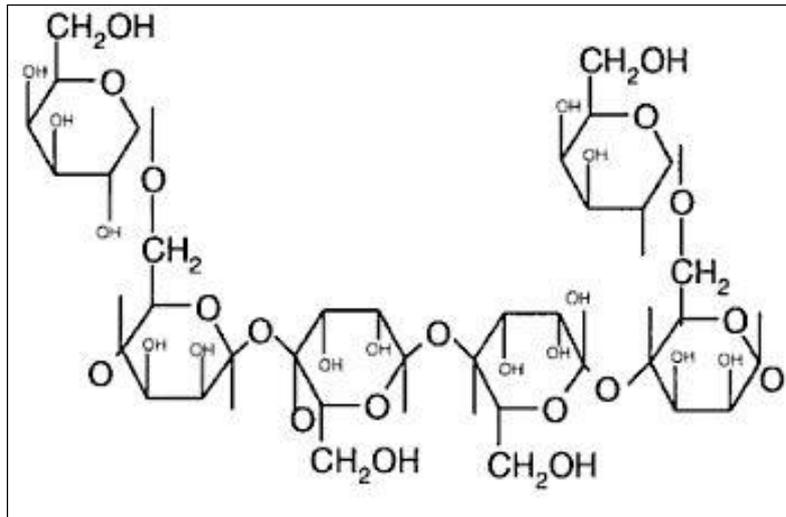


Figura 1.2: Estructura de la Goma de Tara
Fuente: (Cubero *et al*, 2002).

1.8.1. PROPIEDADES DE LA GOMA DE TARA

Evita las reacciones indeseables de sinéresis y otras alteraciones, por ello es considerado un sustituto o complemento ideal de las gomas garrofin, guar, xantana, etc. Tiene una gran capacidad de absorción de agua y en agua fría se dispersa lentamente; cuando se calienta, se transforma en un gel homogéneo que mantiene sus propiedades al enfriar. Su comportamiento es más similar a la goma garrofin que a la de guar, impartiendo viscosidad al medio donde se aplique; aparte de otras funciones como la de evitar la formación de cristales de hielo durante la congelación y mantener buena resistencia al choque térmico (Cabello, 2009).

1.8.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA GOMA DE TARA

La Goma de Tara es un polvo blanco a blanco amarillento, sin olor y sin sabor. Las calidades técnicas son ligeramente más oscuras en el color. Los tamaños de la malla fácilmente disponibles son de 40 a 300 micrones. Fuente: (TECNACORP S.A.C. 2010).

1.8.3. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA GOMA DE TARA

La goma de tara tiene bifurcaciones únicas de galactosa en cada cuarta unidad de manosa. La bifurcación lateral mayor de las moléculas de goma de tara causa su mejor hidratación en agua fría, así como una mayor actividad en la fijación de hidrogeno. En promedio, la goma de tara contiene 80 % galactomanano, 13,76 % agua, 2,5 % proteína, 2 % residuo insoluble en ácidos o fibra cruda, 0,53 % ceniza, 0,7 % grasa aproximadamente, tal como se muestra en la tabla 1.5 (MOLINOS ASOCIADOS SAC, 2009).

Tabla 1.5: Propiedades Químicas de la Goma de Tara

| PROPIEDADES | TARA |
|--------------------|-------------|
| Humedad | 13,76% |
| Proteínas | 2,50% |
| Cenizas | 0,53% |
| Fibra bruta | 0,86% |
| Extracto de etéreo | 0,48% |
| Carbohidratos | 81,87% |
| Azucares totales | 83,2% |

Fuente: (Molinos Asociados SAC, 2009)

- **Compatibilidad**

La goma de tara es un polímero no iónico compatible con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales como la goma, guar, tragacanto, karaya, arábica, el agar, alginatos, arragenatos, goma de algarrobo, pectina, metilcelulosa y carboxyl-metilcelulosa.

La goma de tara también es compatible con casi todos los almidones químicamente modificados, almidones crudos, celulosas modificadas, polímeros sintéticos, y proteínas solubles en agua. Algunas sales multivalentes y solventes miscibles en agua alteran la hidratación y la viscosidad de soluciones de goma

de tara y producen geles. El ion del borato inhibirá la hidratación de goma de tara. (MOLINOS ASOCIADOS SAC, 2009).

1.8.4. USOS Y APLICACIONES DE LA GOMA DE TARA

Por su alta viscosidad es usado en la industria alimentaria como agente espesante y estabilizador en la preparación de jugos, yogures, sopas (polvo y líquidas), condimentos, mostazas, ketchup, etc.

En productos de panadería y pastelería, es usada como acondicionador de masas, da suavidad, mejora la textura y retiene la humedad de los productos, prolongando su vida en anaquel.

A nivel de helados actúa como un eficiente estabilizador previniendo la formación de cristales de hielo y como gel en la preparación de postres y gelatinas.

En productos cárnicos previene la cristalización y la sinéresis, funciona como agente de retención de agua, es termoestable, resiste el congelamiento y descongelamiento, soluble en frío, no modifica sabores dando excelente palatabilidad.

Es compatible con otras gomas, con las cuales tiene una acción sinérgica. (Goma de algarrobo LBG, goma guar, goma xanthan, etc.), (MOLINOS ASOCIADOS SAC, 2009).

1.9. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se buscan nuevas alternativas en la utilización de aditivos que permitan mejorar las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales en los productos lácteos, el yogurt es un alimento con alto

valor nutricional con una amplia difusión en su consumo a nivel mundial. Debido a esto, en los últimos años se han buscado alternativas para mejorar las características de este producto.

El principal estabilizante utilizado en la elaboración de yogurt es la leche en polvo, sin embargo se tiene otras alternativas de estabilizantes a partir de plantas vegetales como la goma de tara, siendo una goma natural que se usa como agente espesante. Es un carbohidrato polimerizado comestible, útil como espesante con agua y como reactivo de adsorción y ligador de hidrógeno con superficies minerales y celulósicas. (Molina, 2009).

Las gomas, hidrocoloides, son ampliamente usadas en la industria alimentaria como agentes espesantes, gelificantes, estabilizadores de diferentes tipos de dispersiones, fibras dietarias, inhibidores de la cristalización e incluso como emulsionantes (Siccha, 1992).

La tara es un cultivo oriundo en nuestro país cuyo derivado, la goma de tara, es utilizado como un espesante natural en muchos productos pero lamentablemente aún no se ha extendido su uso a la industria láctea. Es por tal motivo que la investigación desarrollada (a nivel de laboratorio), pretende constituirse en una alternativa de aprovechamiento de la goma de tara, como aditivo en la elaboración de yogurt batido.

En la presente tesis se tuvo como propósito utilizar la goma de tara a diferentes concentraciones para obtener mayor estabilidad y así mejorar sus propiedades como la viscosidad del yogurt batido, ya que actualmente utilizan como estabilizante leche en polvo y otros aditivos lo cual incrementa el costo de producción para los productores de yogurt, utilizando la goma de tara como estabilizante sería una alternativa beneficiosa para las personas que se dedican a este rubro de lácteos.

1.10. OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar la viscosidad y color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones.

ESPECÍFICOS

- Evaluar la viscosidad del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones.
- Evaluar el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones.
- Evaluar el mejor tratamiento del yogurt batido a diferentes concentraciones (0.02 %, 0.04 % y 0.06 %) de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), a través de la evaluación sensorial.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de tesis de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial –UNAJMA:

- Laboratorios de lácteos: elaboración del yogurt.
- Laboratorio de química: análisis fisicoquímico del yogurt.
- Laboratorio de análisis químico (UNSSAC) : evaluación de la viscosidad.

2.2. MATERIA PRIMA

La materia prima estuvo referida a 25 litros de leche fresca recién ordeñada de vacas de la raza Holstein, procedente del Centro Experimental INIA – Andahuaylas, ubicada a 5 km de la sede Santa Rosa donde se realizaron las pruebas.

2.3. MATERIAL DE ESTUDIO

El material de estudio estuvo referido a yogures elaborados de acuerdo al arreglo experimental, mostrado en la tabla 2.1.

2.3.1. POBLACIÓN

Se consideró como población a 25 litros de yogurt batido elaborados con goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante de acuerdo al arreglo experimental tabla 2.1.

2.3.2. MUESTRA

La muestra se realizó al azar de la totalidad de la población para cada tratamiento se utilizó, 6 litros de yogurt batido con goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones para evaluar las variables de estudio.

2.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Las unidades experimentales de análisis fue el yogurt batido con diferentes concentraciones de goma tara producidos para cada tipo de análisis, tales como los fisicoquímicos y sensoriales.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es diseño de bloques completamente al azar (DBCA), debido a que se manipula una sola variable, la concentración en % de goma de tara en el yogurt batido y la variable de salida o evaluada fue la viscosidad y el color con tres repeticiones por tratamiento. el arreglo experimental se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Arreglo experimental – diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

| variable de entrada | variable de salida | |
|---------------------|--------------------|-----------|
| % goma de tara | Viscosidad (Pa-s) | Color |
| 0 % | 0 % V1 | 0 % C1 |
| 0.02 % | 0.02 % V2 | 0.02 % C2 |
| 0.04 % | 0.04 % V3 | 0.04 % C3 |
| 0.06 % | 0.04 % V4 | 0.06 % C4 |

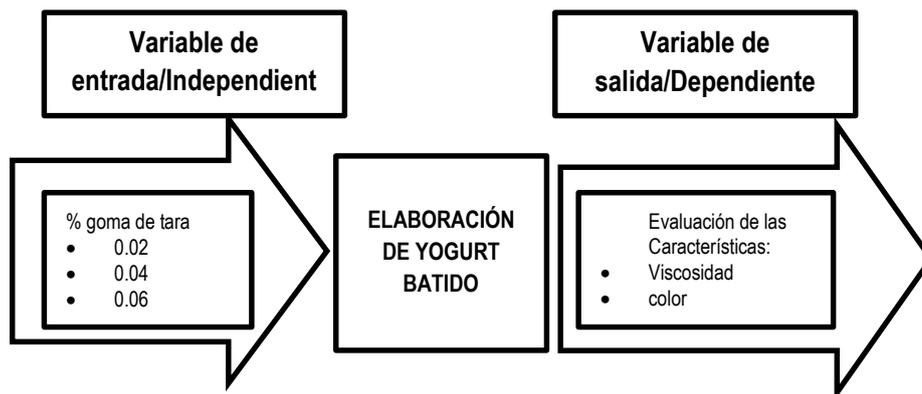


Figura 2.1: diagrama de contrastación y variables

2.5. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

2.5.1. EQUIPOS

| Cant. | Nombre | Descripción | Marca |
|-------|-------------------|--|--------------------------------------|
| 01 | Colorímetro | Mide la variación de color basándose en el espacio a, b y L | KONICA MINOLTA MODELO R-400 |
| 01 | Balanza | Equipo electrónico con capacidad de 200 g y sensibilidad 0.001g. | OHAUS Aventurer |
| 01 | Cocina industrial | Cocina industrial de tres hornillas con gas. | ZURGE |
| 01 | Incubadora | Incubadora regulable de 20 a 70 °C. | |
| 01 | Refrigeradora | Refrigeradora de color plomo con rejillas. | LG |

2.5.2. INSTRUMENTOS

| Cant. | Nombre | Descripción | Marca |
|-------|-----------------------|---|---------|
| 01 | Lactodensímetro | Mide la densidad y le temperatura del producto. | LABESCO |
| 01 | Potenciómetro | Para medir el pH de las muestras. | HANNA |
| 03 | Termómetros digitales | Termómetro de mercurio de capacidad 0 a 200 °C. | AMARELL |

2.5.3. MATERIALES

| Cant. | Nombre | Descripción |
|--------------|----------------------|---|
| 6 | Pipeta | De capacidad de 13X100 mm. |
| 6 | Vaso de precipitado | De capacidad de 250 ml. |
| 4 | Probeta | De capacidad de 100 ml. |
| 1 | Bureta | De capacidad de 50 ml. |
| 4 | Olla | Olla de acero inoxidable de 20 litros de capacidad. |
| 4 | Jarras literas | Capacidad de 2 litros de capacidad. |
| 2 | Tela tipo gasa | Tela tipo gasa sirve para filtrado. |
| 10 | Pipetas | Pipetas de 5 ml graduada de 0.1 ml |
| 2 | Matraz Erlenmeyer | Matraz Erlenmeyer de 200 ml. |
| 4 | Cucharones de madera | |

2.5.4. INSUMOS

| Cant. | Nombre | Descripción |
|--------------|-----------------|---|
| 200 g | Goma | Goma de tara proveniente de la empresa TECNACORP SAC. |
| 5 g | Cultivo láctico | Cultivo láctico liofilizado marca SACCO. |
| 2.5 kg | Azúcar blanca | |

2.5.5. REACTIVOS

| Cant. | Nombre | Descripción |
|--------------|--------------------|---|
| 20 g | Hidróxido de sodio | Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N |
| 10ml | Fenolftaleína | Fenolftaleína al 2 %, |
| 200 ml | Solución buffer | |

2.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.6.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL YOGURT BATIDO SIN LA ADICIÓN DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*).

Se realizaron los siguientes pasos (El diagrama del flujo se muestra en el anexo 08).

a. Recepción

Para la elaboración del yogurt batido se utilizó leche entera procedente del Centro Experimental "INIA" – Andahuaylas y se realizaron análisis de pH, acidez y densidad que permitan determinar que la leche cumpla con los parámetros de calidad para elaboración y/o fabricación de yogurt.

b. Filtrado

Una vez recolectada la cantidad de leche necesaria se utilizó una tela tipo gasa para filtrar las impurezas que pudiesen existir, debido a la manipulación propia de la leche al momento de ser recolectada de la ganadería.

c. Pasteurización

(Hernández, 2003) Microbiología Industrial, productos lácteos, según esta referencia bibliográfica se efectuó la pasteurización de la leche a una temperatura 75 °C por un tiempo de 10 minutos para destruir los microorganismos patógenos y la flora que no interese. Además la pasteurización con los parámetros indicados favorece una buena coagulación y reduce la separación de suero.

d. Enfriamiento

La leche se enfrió a 45 °C que es la temperatura óptima para adicionar el cultivo y el desarrollo de los microorganismos.

e. Inoculación del cultivo

En esta etapa se adicionó el cultivo láctico formado con sepas de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a una temperatura de 45 °C.

f. Incubación

En esta etapa se llevó la leche a la incubadora por un tiempo de 4 horas a 43 °C, con el objetivo de que los microorganismos se desarrollen y produzcan las características que deseamos, se terminó la incubación cuando el producto alcanzó una acidez de 0,65 % y con un examen visual se observó que el yogurt formó un gel compacto, que al moverse se da los movimientos característicos de una gelatina.

g. Enfriamiento

Una vez que se llegó al tiempo propuesto y que alcanzó la acidez, se procedió a enfriar hasta una temperatura de 15 °C por rebalse del agua del baño maría. El objetivo tecnológico del enfriamiento es detener el accionar de los microorganismos, o se obtendrá un yogurt mucho más ácido cuando la fermentación se detiene de manera natural.

h. Batido

Una vez que el yogurt alcanzó la temperatura ya mencionada (15 °C), se realizó el batido con la finalidad de romper el coágulo y uniformizar la textura del producto. A fin de mejorar la calidad y presentación del yogurt.

i. Almacenamiento

El producto, se almacenó en refrigeración a una temperatura de 5 °C y en condiciones adecuadas de higiene, por el contrario, se produciría el deterioro del mismo.

2.6.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL YOGURT BATIDO CON LA ADICIÓN DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) A DIFERENTES CONCENTRACIONES.

A diferencia del proceso tradicional, la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), se agregó de la siguiente manera:

a. Adición de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*),

Luego de recepcionar la leche fresca y de haber procedido al calentamiento de 60 °C se adicionó el azúcar y la goma de tara de la marca TGM – LD de la empresa TECNACORP SAC a diferentes concentraciones de 0.02 %, 0.04 % y 0.06 %. (El diagrama de flujo se muestra en el anexo 07). Así mismo se realizó un balance de materia y se calculó el rendimiento, ver anexo 09 y 10.

2.7. ANÁLISIS EXPERIMENTALES

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a las muestras de los tratamientos tanto de leche como de los yogures elaborados:

2.7.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE

a. DETERMINACION DEL PH

Para la determinación del pH, primeramente se calibró el potenciómetro con Buffer pH 4.01, pH 7.0 y pH 9.0, y se procedió a la medida del pH.

Se tomó 10 ml. de leche a la temperatura de 12 °C en un vaso de precipitado, en seguida se introduce el electrodo del potenciómetro, se esperó que se estabilizara entre 3 a 5 segundos, y se tomó la lectura (ISO, 1975).

b. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

El método consistió en medir la acidez de una muestra de leche por medio de una sustancia alcalina. Se colocó 10 ml de leche y unas gotas de indicador llamado fenolftaleína, se comienza a agregar la solución alcalina (solución Dornic, así se pide en el comercio) hasta obtener un color rosa pálido persistente. Si por ejemplo usamos 16 ml de solución alcalina, entonces diremos que la leche tiene una acidez de 16 °D.

c. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

La densidad de la leche se determinó con un lactodensímetro utilizando 250 ml de leche a 15 °C de temperatura la cual se llevó a una probeta de igual graduación, luego se procedió a introducir el lactodensímetro para medir la respectiva densidad.

2.7.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL YOGURT

a. DETERMINACIÓN DEL PH

Para realizar esta medición se usó el potenciómetro digital marca SCHOTT, el cual fue calibrado previamente con buffer a pH = 4,0 y pH = 7,0. El valor se obtuvo introduciendo directamente el electrodo dentro de la muestra.

b. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

La acidez se determinó de acuerdo al método 16.023 (A.O.A.C., 1984). Basado en una titulación con NaOH 0,1N. En donde se pesó 5 g de muestra en un matraz de erlenmyer de 250 ml, posteriormente se añadió agua destilada y se agitó vigorosamente, se incorporaron tres gotas de fenolftaleína al 1 % y se tituló con NaOH 0,1 N, hasta obtener una coloración rosada. La acidez se expresó como porcentaje de ácido láctico, teniendo la siguiente relación:

1mL de NaOH 0.1N = 0.009 g de ácido láctico

El porcentaje de acidez se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{ml de NaOH}) * (\text{Normalidad de NaOH}) * 9}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

c. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

La medición de esta propiedad, se realizó a través de un método gravimétrico, empleando un picnómetro a temperatura de 20 °C, donde se pesan el picnómetro vacío, el picnómetro con agua destilada y el picnómetro con yogurt.

La densidad se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\rho_{yogurt} = \frac{W(\text{pic} + \text{yogurt}) - W(\text{pic. vacío})}{W(\text{pic} + H_2O) - W(\text{pic. vacío})}$$

d. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

La evaluación de la viscosidad se efectuó en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, en donde se utilizó el viscosímetro rotacional modelo: ST – 2001, a 60 rpm con SD: L₃ en todas las muestras de yogurt, los valores obtenidos de (cps) se expresaron posteriormente en Pa-s para facilitar los resultados que se muestran más adelante. Ver (anexo 06).

e. DETERMINACIÓN DEL COLOR

Para evaluar esta prueba se utilizó un colorímetro kónica minolta donde se midieron los valores de L, que describe los colores de

acuerdo a su posición en un eje de tres coordenadas, tercera dimensión. L, es la claridad y el brillo, es una medida de cuanto blanco o negro es el producto (Technical, 2009).

2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL

2.8.1. PANELISTAS

Se consideraron 20 panelistas semi entrenados (entre varones y mujeres cuyas edades oscilaron entre 20 a 30 años de edad), los cuales calificaron las propiedades organolépticas como el color, olor, sabor y textura del yogurt batido elaborado en forma tradicional y con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), de acuerdo a una escala hedónica, a los panelistas se les proporcionó una cartilla de evaluación. (Larmond, 1977). Ver (Anexo 01).

2.8.2. ATRIBUTOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación por parte de los panelistas, se consideró la escala que se muestra en la tabla 2.2

Tabla 2.2: Escala hedónica de preferencia

| Cualidad | Ponderación |
|----------|--------------|
| Color | 1 a 5 puntos |
| Olor | 1 a 5 puntos |
| Sabor | 1 a 5 puntos |
| Textura | 1 a 5 puntos |

2.8.3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras o tratamientos de yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) fueron preparadas en vasos pequeños de 20 ml de yogurt, acondicionadas en una mesa, las muestras de las formulaciones se colocaron en orden aleatorio, para su presentación a los jueces evaluadores.

A cada panelista se le proporcionó agua embotellada para que luego de probar cada tratamiento enjuague su boca y continúe con el

siguiente. El análisis sensorial, se realizó en un ambiente acondicionado para este fin, siendo la cata por grupos de 5 personas. Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación la cual se muestra en el anexo (01).

2.9. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

Para la contrastación de la experimentación se planteó las siguientes Hipótesis estadísticas:

Hipótesis nula- H_0 : la media de los resultados de las características, Viscosidad y color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones en los tratamientos son iguales.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

Hipótesis alterna- H_a : la media de los resultados de las características, Viscosidad y color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) a diferentes concentraciones en los tratamientos son diferentes.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j, \text{ para algún } i, j \text{ (tratamientos)}$$

Nivel de significancia (α)

Para el caso de comparaciones de tratamiento habitualmente se emplea $\alpha = 0.05$.

2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.10.1. PRUEBAS PARAMÉTRICAS O CUANTITATIVAS

De acuerdo a la formulación y a los objetivos, el diseño metodológico fue experimental – longitudinal – descriptivo (Gutiérrez y de la Vara, 2004), para lo cual se desarrolló las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba ANOVA y DUNNET (análisis paramétrico), que se aplicaron en la comparación individual de la diferencia

significativa entre tratamientos, referidos a las propiedades fisicoquímicas.

- Prueba Friedman, prueba no paramétrica, que permitió evaluar la diferencia significativa de los tratamientos referidos al análisis organoléptico.

2.10.2. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS O CUALITATIVAS

A. TEST DE FRIEDMAN

En la evaluación organoléptica del producto en sus diferentes formulaciones, se utilizó la prueba de rangos de Friedman (Espinoza, 2007), a través de la ecuación.

$$X^2 = \frac{12}{b * t(t + 1)} \sum R^2 - 3b(t - 1)$$

Dónde:

X^2 , estadístico Chi-cuadrado

R, rangos de los tratamientos

b, número de degustadores

t, número de tratamientos

Para la evaluación de las pruebas Dunnett y prueba Friedman, se utilizó el Software estadístico SPSS Statistics.

Asimismo las pruebas se desarrollaran por triplicado, a fin de evitar sesgos a la hora de la evaluación, y corroborar la tendencia de los resultados.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

3.1.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE

Se realizaron los análisis fisicoquímicos a la materia prima (Leche), cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla 3.1: Evaluación fisicoquímica de la materia prima

| ANÁLISIS | NTP | RESULTADOS |
|------------------------------------|--------------------------|------------|
| pH | 6,5-6,7 | 6,5 |
| Acidez, expresada en ácido láctico | Min. 14°D; Máx. 18°D | 14°D |
| Densidad a 15° C (g/mL) | Min. 1,0296; Máx. 1,0340 | 1,029 |

En la tabla 3.1 se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la materia prima tales como: pH, acidez, densidad, estos análisis mencionados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana N° 202.001.2003, por lo tanto la materia prima analizada nos indica que es de calidad y cumple con los requisitos establecidos para la elaboración de yogurt. La leche tiene un valor de pH entre 6,5–6,7 (Tamine y Robinson, 1991).

3.1.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL YOGURT BATIDO CON GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*)

a) pH DEL YOGURT

Tabla 3.2: Resultados del pH de las muestras de yogurt.

| Yogurt batido | | | |
|---|--|--|--|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| Yogurt sin goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.02% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.04% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.06% |
| 4,52 | 4,56 | 4,50 | 4,55 |
| 4,54 | 4,55 | 4,51 | 4,60 |
| 4,53 | 4,50 | 4,50 | 4,58 |

Tabla 3.3: Factores inter-sujetos de pH del yogurt con goma

| | | Etiqueta de valor | N |
|-------------|---|-------------------|---|
| BLOQUES | 1 | I | 4 |
| | 2 | II | 4 |
| | 3 | III | 4 |
| TRATAMIENTO | 1 | T1 | 3 |
| | 2 | T2 | 3 |
| | 3 | T3 | 3 |
| | 4 | T4 | 3 |

En la tabla 3.3 se muestra los factores inter sujetos del pH del yogurt con goma de tara en donde nos indica el número de bloques y de tratamientos.

Tabla 3.4: Estadísticos descriptivos de los tratamientos

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar |
|-------------|-------|---------------------|
| T1 | 4,53 | ,010 |
| T2 | 4,54 | ,032 |
| T3 | 4,50 | ,006 |
| T4 | 4,58 | ,025 |

En la tabla 3.4 se muestran los resultados de las medias para cada tratamiento 4.53 ± 0.010 , 4.54 ± 0.032 , 4.50 ± 0.006 y 4.58 ± 0.025 .

Tabla 3.5: Análisis de varianza para los tratamientos de pH del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| Fuente de variabilidad | suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | p-value |
|------------------------|-------------------|----|------------------|-------|---------|
| BLOQUES | ,001 | 2 | ,001 | 1,349 | ,328 |
| TRATAMIENTO | ,008 | 3 | ,003 | 6,658 | ,025 |
| Error | ,002 | 6 | ,000 | | |
| Total | 246,988 | 12 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

El análisis de varianza (ANOVA) que se detalla en la tabla 3.5, para los tratamientos según el resultado es $p=0,025 < 0,05$ y nos indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos que se sometieron a pruebas de pH.

Tabla 3.6: Media de los tratamientos de pH de yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | 4,53 | ,010 | 4,501 | 4,559 |
| T2 | 4,54 | ,032 | 4,508 | 4,565 |
| T3 | 4,50 | ,006 | 4,475 | 4,532 |
| T4 | 4,58 | ,025 | 4,548 | 4,605 |

En la tabla 3.6 se muestran las medias de pH de los diferentes tratamientos, en donde nos indica que en casi todas las muestras de yogurt con goma de tara, los valores de medias se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 4,50-4,58.

Tabla 3.7: Prueba de Dunnett, Comparaciones múltiples de pH del yogurt con goma T de Dunnett (>control)^a

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | p-value | Intervalo de confianza al 95% |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | | Límite inferior |
| T2 | T1 | ,0067 | ,592 | -,0358 |
| T3 | T1 | -,0267 | ,986 | -,0692 |
| T4 | T1 | ,0467* | ,036 | ,0042 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

En la tabla 3.7 nos detalla que en referencia al tratamiento control, no existe diferencia significativa en el tratamiento T2, puesto que $0,592 > 0,05$. Para el tratamiento T3 no existe diferencia significativa puesto que $0,986 > 0,05$. Y en el caso del tratamiento T4 si existe diferencia significativa puesto que $0,036 < 0,05$.

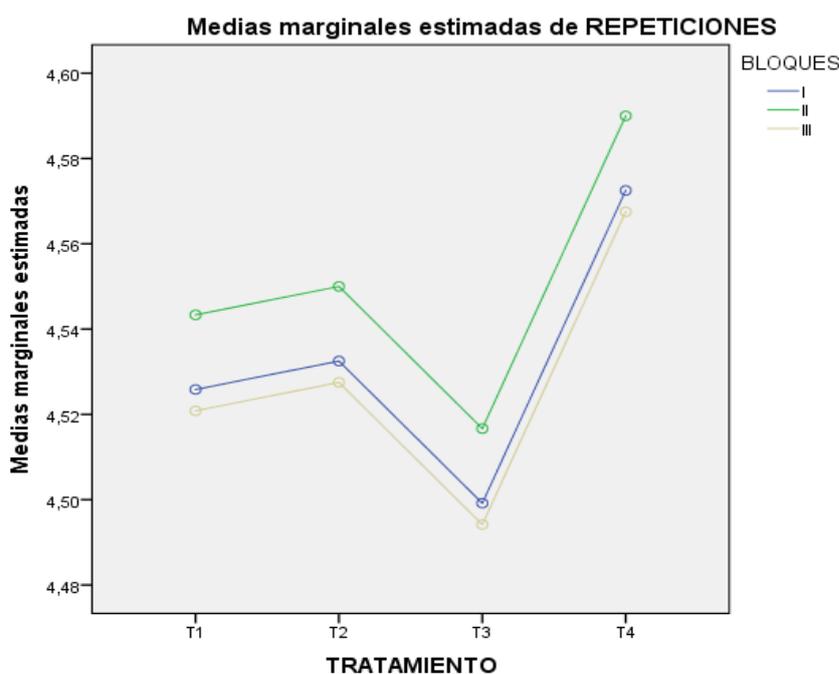


Figura 3.1: Diagrama de medias para el pH del yogurt con goma de tara.

En la figura 3.1 se puede apreciar el comportamiento de los tratamientos en relación a su concentración de goma de tara se observa que el pH para el T1 y T2 es similar mientras que para T3 el pH desciende y para T4 va en aumento, pero estos valores se encuentran dentro del rango obtenido por (Teuber, 1995) en su investigación “La influencia de la fermentación

en la calidad nutricional de los productos lácteos” en un rango de pH de 4.0 - 4.59.

Las pruebas de rangos múltiples de Dunnett compara si los tratamientos son iguales o diferentes al tratamiento control, en esta investigación se obtuvo como resultado que el tratamiento T4 tiene un pH diferente a la del patrón con un valor de p-value menor que el nivel de significancia ($p\text{-value } 0.036 < 0.05$). En conclusión que a la concentración de 0.06 % de goma de tara en el yogurt el pH aumenta con respecto al patrón.

b) ACIDEZ DEL YOGURT

Tabla 3.8: Resultados de acidez de las muestras de yogurt.

| Yogurt batido | | | |
|---|--|--|--|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| Yogurt sin goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.02% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.04% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.06% |
| 67 °D | 68 °D | 69 °D | 71 °D |
| 65 °D | 69 °D | 70 °D | 72 °D |
| 66 °D | 68 °D | 69 °D | 70 °D |

Tabla 3.9: Factores inter-sujetos de acidez del yogurt con goma

| | | Etiqueta de valor | N |
|---------|---|-------------------|---|
| BLOQUES | 1 | I | 4 |
| | 2 | II | 4 |
| | 3 | III | 4 |

| | | | |
|-------------|---|----|---|
| TRATAMIENTO | 1 | T1 | 3 |
| | 2 | T2 | 3 |
| | 3 | T3 | 3 |
| | 4 | T4 | 3 |

En la tabla 3.9 se muestra los factores inter sujetos de acidez del yogurt con goma de tara en donde nos indica el número de bloques y de tratamientos.

Tabla 3.10: Estadísticos descriptivos de los tratamientos

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar |
|-------------|-------|---------------------|
| T1 | 66,00 | 1,000 |
| T2 | 68,33 | ,577 |
| T3 | 69,33 | ,577 |
| T4 | 71,00 | 1,000 |

En la tabla 3.10 se muestran los resultados de las medias para cada tratamiento 66.00 ± 1.000 , 68.33 ± 0.577 , 69.33 ± 0.577 y 71.00 ± 1.000 .

Tabla 3.11: Análisis de varianza para los tratamientos de acidez del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| Fuente de variabilidad | suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | p-value |
|------------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| BLOQUES | 1,167 | 2 | ,583 | ,840 | ,477 |
| TRATAMIENTO | 39,333 | 3 | 13,111 | 18,880 | ,002 |
| Error | 4,167 | 6 | ,694 | | |
| Total | 56626,000 | 12 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

El análisis de varianza (ANOVA) que se detalla en la tabla 3.11, para los tratamientos según el resultado es $p=0,02 < 0,05$ y nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos que se sometieron a pruebas de acidez.

Tabla 3.12: Media de los tratamientos de acidez del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| | | | | |

| | | | | |
|----|-------|------|-------|-------|
| T1 | 66,00 | 1,00 | 64,82 | 67,17 |
| T2 | 68,33 | ,57 | 67,15 | 69,51 |
| T3 | 69,33 | ,57 | 68,15 | 70,51 |
| T4 | 71,00 | 1,00 | 69,82 | 72,17 |

En la tabla 3.12 se muestran las medias de la acidez de los diferentes tratamientos, en donde nos indica que en casi todas las muestras de yogurt con goma de tara, los valores de medias se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 66 °D a 71 °D.

Tabla 3.13: Prueba de Dunnett, Comparaciones múltiples de acidez del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

T de Dunnett (>control)^a

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | p-value | Intervalo de confianza al 95% |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | | Límite inferior |
| T2 | T1 | 2,33* | ,017 | ,59 |
| T3 | T1 | 3,33* | ,003 | 1,59 |
| T4 | T1 | 5,00* | ,000 | 3,26 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,694.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

En la tabla 3.13 nos detalla que en referencia al tratamiento control, si existe diferencia significativa en los tres tratamientos, puesto que el nivel de significancia es 0.017, 0.03 y 0.00 respectivamente para los tratamientos T2, T3 y T4 que son menores a 0.05.

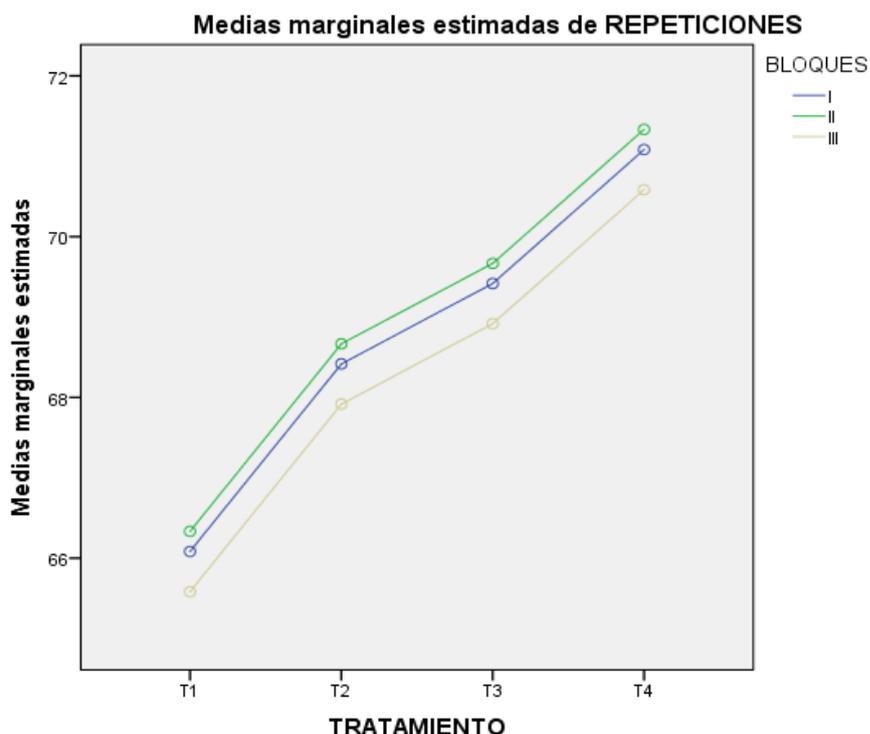


Figura 3.2: Diagrama de medias para la acidez del yogurt con goma de tara

En la figura 3.2 se puede apreciar el comportamiento de los tratamientos en relación a su concentración de goma de tara donde se distingue que la acidez para los tratamientos T2, T3 y T4 con respecto al tratamiento de control T1 va en aumento según el porcentaje de concentración de goma de tara, manteniéndose dentro del rango esperado. Entonces a medida que aumenta la concentración de goma de tara aumenta la acidez de yogurt y viceversa. Los rangos de acidez del yogurt con goma de tara fueron 66 - 71°D a las concentraciones estudiadas. Según las NTP (202.092:2008), nos indican que el yogurt debe de cumplir con los requisitos como acidez entre 60 - 150°D de ácido láctico, por lo tanto nuestro yogurt se encuentra dentro del rango establecido por la NTP.

Al rechazar la hipótesis nula se utilizó las pruebas de rangos múltiples de Dunnett en donde se obtuvo como resultado que los tratamientos T2, T3 y T4 tienen una acidez diferente a la del patrón con un valor de p-value menor que del nivel de significancia. Por lo tanto existe diferencia

significativa entre tratamientos. Pero según las NTP (202.092:2008) estos valores son aceptables para la acidez de yogurt.

La acidez, al igual que el pH es una propiedad de suma importancia debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse o deteriorar el alimento (Alatraste, 2002).

c) DENSIDAD DEL YOGURT

Tabla 3.14: Resultados de la densidad de las muestras de yogurt.

| Yogurt batido | | | |
|---|--|--|--|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| Yogurt sin goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.02% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.04% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.06% |
| 1,064 g/ml | 1,075 g/ml | 1,067 g/ml | 1,054 g/ml |
| 1,068 g/ml | 1,078 g/ml | 1,065 g/ml | 1,055 g/ml |
| 1,070 g/ml | 1,076 g/ml | 1,069 g/ml | 1,057 g/ml |

Tabla 3.15: Factores inter-sujetos de densidad del yogurt con goma

| | | Etiqueta de valor | N |
|-------------|---|-------------------|---|
| BLOQUES | 1 | I | 4 |
| | 2 | II | 4 |
| | 3 | III | 4 |
| TRATAMIENTO | 1 | T1 | 3 |
| | 2 | T2 | 3 |
| | 3 | T3 | 3 |
| | 4 | T4 | 3 |

En la tabla 3.15 se muestra los factores inter sujetos de la densidad del yogurt con goma de tara en donde nos indica el número de bloques y de tratamientos.

Tabla 3.16: Estadísticos descriptivos de los tratamientos

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar |
|-------------|-------|---------------------|
| T1 | 1,067 | ,003 |
| T2 | 1,076 | ,002 |
| T3 | 1,067 | ,002 |
| T4 | 1,055 | ,001 |

En la tabla 3.16 se muestran los resultados de las medias para cada tratamiento 1.067 ± 0.003 , 1.076 ± 0.002 , 1.067 ± 0.002 y 1.055 ± 0.001 .

Tabla 3.17: Análisis de varianza para los tratamientos de densidad del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| Fuente de variabilidad | suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | p-value |
|------------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| BLOQUES | 1,800E-5 | 2 | 9,000E-6 | 3,000 | ,125 |
| TRATAMIENTO | ,001 | 3 | ,000 | 74,111 | ,000 |
| Error | 1,800E-5 | 6 | 3,000E-6 | | |
| Total | 13,650 | 12 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

El análisis de varianza (ANOVA) que se detalla en la tabla 3.17, para los tratamientos según el resultado del p-value es $p=0,000 < 0,05$ y nos indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos que se sometieron a pruebas de densidad.

Tabla 3. 18: Media de los tratamientos de densidad del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | 1,067 | ,003 | 1,065 | 1,070 |
| T2 | 1,076 | ,002 | 1,074 | 1,079 |
| T3 | 1,067 | ,002 | 1,065 | 1,069 |
| T4 | 1,055 | ,001 | 1,053 | 1,058 |

En la tabla 3.18 se muestran las medias de la densidad de los diferentes tratamientos, en donde nos indica que en casi todas las muestras de yogurt

con goma de tara, los valores de media se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 1.055 a 1.076 g/ml.

Tabla 3.19: Prueba de Dunnett, Comparaciones múltiples de densidad del yogurt con goma
Variable dependiente: REPETICIONES

T de Dunnett (>control)^a

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | p-value | Intervalo de confianza al 95% |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | | Límite inferior |
| T2 | T1 | ,00900* | ,001 | ,00538 |
| T3 | T1 | -,00033 | ,824 | -,00395 |
| T4 | T1 | -,01200 | 1,000 | -,01562 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3,000E-6.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

En la tabla 3.19 nos detalla que en referencia al tratamiento control, si existe diferencia significativa en el tratamiento T2, puesto que $0,001 < 0,05$. Para el tratamiento T3 no existe diferencia significativa puesto que $0,824 > 0,05$. Y en el caso del tratamiento T4 no existe diferencia significativa puesto que $1 > 0,05$.

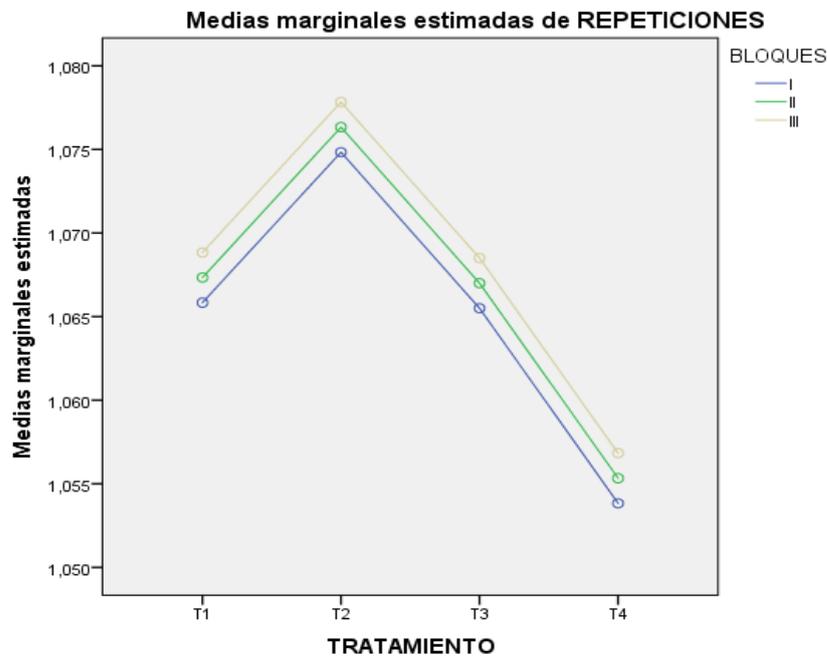


Figura 3.3: Diagrama de medias para la densidad del yogurt con goma de tara

En la figura 3.3 se puede apreciar que al aumentar goma de tara al 0.02 % incrementa la densidad, pero a las concentraciones de 0.04 % y 0.06 % se observa una disminución de la densidad. Al analizar con la prueba de dunnett se concluye que las medias de los tratamientos T3 Y T4 son iguales con el patrón, la única diferencia se observa en el T2 con un p-value menor que del nivel de significancia.

Los valores de densidad obtenidos en este estudio se encuentran entre 1.055 - 1.076 g/ml. Según Apórtela (2003), menciona que la densidad del yogurt debe estar entre 1,050 - 1,080 g/ml. Por lo tanto nuestro yogurt elaborado se encuentra dentro del rango mencionado por el autor.

d) VISCOSIDAD DEL YOGURT

Tabla 3.20: Resultados de la viscosidad de las muestras de yogurt.

| Yogurt batido | | | |
|---|--|--|--|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| Yogurt sin goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.02% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.04% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.06% |
| 0,978 Pa-s | 1,176 Pa-s | 2,040 Pa-s | 1,018 Pa-s |
| 0,977 Pa-s | 1,176 Pa-s | 2,039 Pa-s | 1,019 Pa-s |
| 0,976 Pa-s | 1,181 Pa-s | 2,039 Pa-s | 1,018 Pa-s |

Tabla 3.21: Factores inter-sujetos de viscosidad del yogurt con goma

| | | Etiqueta de valor | N |
|-------------|---|-------------------|---|
| BLOQUES | 1 | I | 4 |
| | 2 | II | 4 |
| | 3 | III | 4 |
| TRATAMIENTO | 1 | T1 | 3 |
| | 2 | T2 | 3 |
| | 3 | T3 | 3 |
| | 4 | T4 | 3 |

En la tabla 3.21 se muestra los factores inter sujetos de la viscosidad del yogurt con goma de tara en donde nos indica el número de bloques y de tratamientos.

Tabla 3.22: Estadísticos descriptivos de los tratamientos

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar |
|-------------|-------|---------------------|
| T1 | ,978 | ,001 |
| T2 | 1,178 | ,003 |
| T3 | 2,039 | ,000 |
| T4 | 1,018 | ,001 |

||En la tabla 3.22 se muestran los resultados de las medias para cada tratamiento 0.978 ± 0.001 , 1.178 ± 0.003 , 2.039 ± 0.000 y 1.018 ± 0.001 .

Tabla 3.23: Análisis de varianza para los tratamientos de viscosidad del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| Fuente de variabilidad | suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | p-value |
|------------------------|-------------------|----|------------------|------------|---------|
| BLOQUES | 9,317E-7 | 2 | 4,658E-7 | ,173 | ,846 |
| TRATAMIENTO | 2,234 | 3 | ,745 | 275933,911 | ,000 |
| Error | 1,620E-5 | 6 | 2,699E-6 | | |
| Total | 22,626 | 12 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

El análisis de varianza (ANOVA) que se detalla en la tabla 3.23, para los tratamientos según el resultado es $p=0,000 < 0,05$ y nos indica que si existe

diferencia significativa entre los tratamientos que se sometieron a pruebas de viscosidad.

Tabla 3.24: media de los tratamientos de viscosidad del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | ,978 | ,001 | ,975 | ,980 |
| T2 | 1,178 | ,003 | 1,176 | 1,181 |
| T3 | 2,039 | ,000 | 2,037 | 2,042 |
| T4 | 1,018 | ,001 | 1,016 | 1,021 |

En la tabla 3.24 se muestran las medias de la viscosidad de los diferentes tratamientos, en donde nos indica que en casi todas las muestras de yogurt con goma de tara, los valores de medias se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 0.978 Pa-s a 2.040 Pa-s.

Tabla 3.25: Prueba de Dunnett, Comparaciones múltiples de viscosidad del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

T de Dunnett (>control)^a

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | p-value | Intervalo de confianza al 95% |
|--------------------|--------------------|----------------------------|---------|-------------------------------|
| | | | | Límite inferior |
| T2 | T1 | ,200533* | ,000 | ,197102 |
| T3 | T1 | 1,061900* | ,000 | 1,058468 |
| T4 | T1 | ,041000* | ,000 | ,037568 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,699E-6.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

En la tabla 3.25 nos detalla que en referencia al tratamiento control, si existe diferencia significativa en los tres tratamientos, puesto que el nivel de significación para los tres tratamientos es 0,000 que es menor a 0,05.

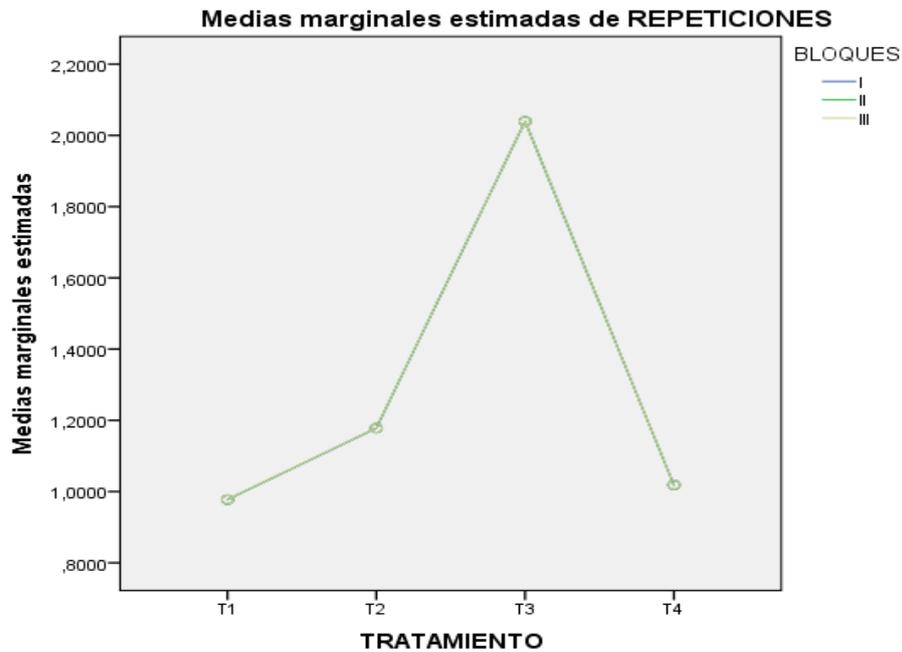


Figura 3.4: Diagrama de medias para la viscosidad del yogurt con goma de tara

En la figura 3.4 se puede apreciar el comportamiento de los tratamientos en relación a su concentración de goma de tara. De acuerdo a la figura se observa que al aumentar 0.02 % y 0.04 % de goma de tara la viscosidad se incrementa considerablemente y a 0.06 % se observa que hay una disminución en la viscosidad del yogurt pero mayor a la del tratamiento patrón.

La viscosidad es la variable más relevante en este estudio, ya que se busca obtener un yogurt que ofrezca más viscosidad, según las pruebas de rangos múltiples de dunnett se obtiene que los tratamientos T2, T3 y T4 son diferentes al tratamiento T1 con un p-value menor al nivel de significancia. Por lo tanto tratamiento T3 es el mejor, ya que lo que se busca en el producto es mayor viscosidad en el yogurt. (Goff *et al*, 1999) realizó una investigación en donde comprobó que la combinación de hidrocoloides aumentaba la viscosidad en un producto determinado, en dicho estudio la carboximetilclulosa era la que reportaba viscosidades bajas mientras que la goma xanthan las viscosidades más altas, en este trabajo ocurrió algo similar donde la goma de tara aumento la viscosidad del yogurt manteniéndose dentro rangos esperados.

Mientras que (Tiwari, 2010) demostró que los hidrocoloides como goma xanthan y goma guar optimizaban la viscosidad de los alimentos, proporcionándoles una mejor textura y propiedades reológicas.

e) COLOR DEL YOGURT

Tabla 3.26: Resultados del color de las muestras de yogurt.

| Yogurt batido | | | |
|---|--|--|--|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| Yogurt sin goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.02% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.04% | Yogurt con goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) al 0.06% |
| 56,78 | 57,66 | 58,11 | 51,04 |
| 57,65 | 56,72 | 58,67 | 52,19 |
| 58,04 | 57,24 | 58,92 | 52,58 |

Tabla 3.27: Factores inter-sujetos del color del yogurt con goma

| | | Etiqueta de valor | N |
|-------------|---|-------------------|---|
| BLOQUES | 1 | I | 4 |
| | 2 | II | 4 |
| | 3 | III | 4 |
| TRATAMIENTO | 1 | T1 | 3 |
| | 2 | T2 | 3 |
| | 3 | T3 | 3 |
| | 4 | T4 | 3 |

En la tabla 3.27 se muestra los factores inter sujetos del color del yogurt con goma de tara en donde nos indica el número de bloques y de tratamientos.

Tabla 3.28: Estadísticos descriptivos de los tratamientos

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar |
|-------------|--------|---------------------|
| T1 | 57,490 | ,645 |
| T2 | 57,207 | ,471 |
| T3 | 58,567 | ,415 |
| T4 | 51,937 | ,801 |

En la tabla 3.28 se muestra los resultados de las medias para cada tratamiento 57.490 ± 0.645 , 57.207 ± 0.471 , 58.567 ± 0.415 y 51.937 ± 0.801 .

Tabla 3.29: Análisis de varianza para los tratamientos de color de yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| Fuente de variabilidad | suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | p-value |
|------------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| BLOQUES | 1,272 | 2 | ,636 | 2,343 | ,177 |
| TRATAMIENTO | 79,244 | 3 | 26,415 | 97,264 | ,000 |
| Error | 1,629 | 6 | ,272 | | |
| Total | 38118,426 | 12 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

El análisis de varianza (ANOVA) que se detalla en la tabla 3.29, Para los tratamientos según el resultado $p=0,000 < 0,05$ nos indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos que se sometieron a la pruebas de color.

Tabla 3.30: Media de los tratamientos del color del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

| TRATAMIENTO | Media | Desviación estándar | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|--------|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | 57,490 | ,645 | 56,754 | 58,226 |
| T2 | 57,207 | ,471 | 56,470 | 57,943 |
| T3 | 58,567 | ,415 | 57,830 | 59,303 |
| T4 | 51,937 | ,801 | 51,200 | 52,673 |

En la tabla 3.30 se muestran las medias del color de los diferentes tratamientos, en donde nos indica que en casi todas las muestras de yogurt con goma de tara, los valores de media se encuentran dentro del rango, es decir entre 51.937 a 58.567 de luminosidad.

Tabla 3.31: Prueba de Dunnett, Comparaciones múltiples del color del yogurt con goma

Variable dependiente: REPETICIONES

T de Dunnett (>control)^a

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | p-value | Intervalo de confianza al 95% |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | | Límite inferior |
| T2 | T1 | -,2833 | ,916 | -1,3718 |
| T3 | T1 | 1,0767 | ,052 | -,0118 |
| T4 | T1 | -5,5533 | 1,000 | -6,6418 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,272.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

En la tabla 3.31 nos detalla que en referencia al tratamiento control, no existe diferencia significativa en el tratamiento T2, puesto que $0,916 > 0,05$. Para el tratamiento T3 no existe diferencia significativa puesto que $0,052 > 0,05$. Y en el caso del tratamiento T4 no existe diferencia significativa puesto que $1,000 > 0,05$.

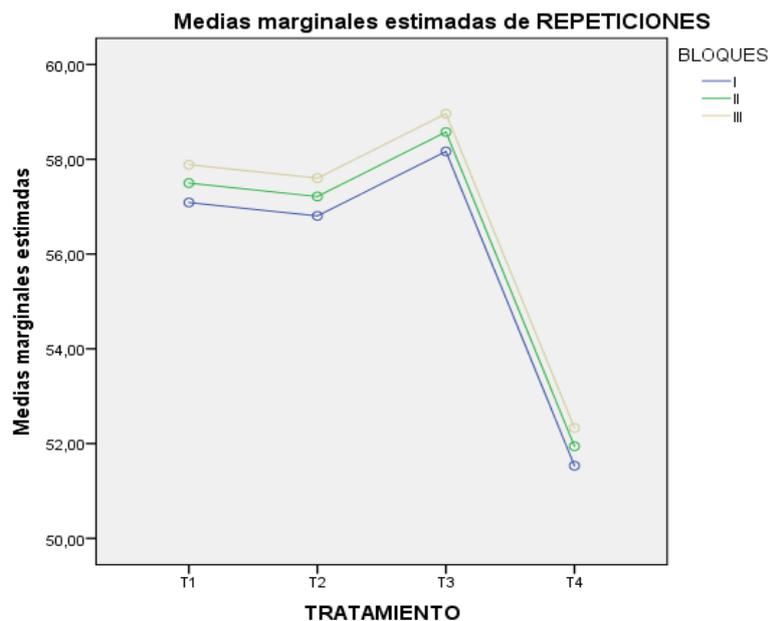


Figura 3.5: Diagrama de medias para el color del yogurt con goma de tara

En la figura 3.5 de medias marginales se aprecia que al agregar concentraciones de 0.02 % de goma de tara no varía la luminosidad con el control y a 0.04 % hay un incremento en la luminosidad, mientras que para 0.06% disminuye considerablemente frente al tratamiento control.

La primera impresión que se tiene acerca de un alimento es normalmente de origen visual y en gran parte la voluntad de aceptar un alimento depende de su color, por ello el dicho que dice “se comienza a comer con los ojos” (Sáenz, 1989).

Según las pruebas de rangos múltiples de dunnett se observa que la luminosidad para los tratamientos T2, T3 Y T4 son iguales con el tratamiento control debido a que el p-value es mayor al nivel de significancia. En conclusión no existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que las concentraciones de goma de tara no influyen en el color del yogurt. Por lo tanto mencionamos que el color obtenido es característico del yogurt, el color de los productos lácteos es causado por la dispersión de la luz por los constituyentes de la leche: los glóbulos de grasa, las micelas de la caseína, el fosfato de calcio coloidal, algunos pigmentos y la riboflavina. (Harper y Hall, 1981).

La goma de tara es un polvo blanco por lo que no afecta en cuanto al color del yogurt elaborado, al contrario da más brillo. (MOLINOS ASOCIADOS SAC).

3.1.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT BATIDO CON ADICIÓN DE GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*)

La evaluación sensorial se desarrolló considerando panelistas semi entrenados, se consideró estudiantes del IX y X semestre, quienes realizaron sus prácticas pre-profesionales en plantas de industrias lácteas, los resultados de la evaluación individual por atributos y tratamientos se muestra en el anexo (10).

A. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL COLOR

- **Planteamiento de Hipótesis:**

H_o : No hay diferencia significativa entre las tres muestras de yogurt con goma de tara

H_1 : Al menos una de las tres muestras de Yogurt con Goma de Tara es diferente.

- **Elección del nivel de significación** $\alpha = 0,05$

Criterios de decisión

Si $p < 0,05$ Se rechaza H_o

Si $p > 0,05$ Se acepta H_o

- **Desarrollo de la prueba estadística de Friedman**

$k = 3$ tratamientos o muestras

$n = 20$ sujetos

Tabla 3.32: Estadísticos para el color del yogurt con goma

| | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Testigo |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------|
| N | Válido | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 3,85 | 4,50 | 2,75 | 3,15 |
| Suma | | 77 | 90 | 55 | 63 |

En la tabla 3.32 se observa la media y suma total para cada tratamiento de yogurt con concentraciones de goma de tara frente al tratamiento testigo.

Tabla 3.33: Rangos-promedios del color para el yogurt con goma

| | Rango promedio |
|---------------|----------------|
| Tratamiento 1 | 1,98 |
| Tratamiento 2 | 2,75 |
| Tratamiento 3 | 1,28 |

En la tabla 3.33 se observa los tratamientos con sus respectivos rangos de promedio de color para el yogurt con goma.

Tabla 3.34: Estadísticos de prueba^a

| | |
|-----------------|--------|
| N | 20 |
| Chi-cuadrado | 28,557 |
| Gl | 2 |
| Sig. Asintótica | ,000 |

a. Prueba de Friedman

Se muestra en la tabla 3.34 los resultados obtenidos de la prueba de Friedman con un p-value $p=0,000$ menor a un nivel de significancia 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula para esta característica indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara para su mejor evaluación se utilizó las pruebas de rangos múltiples.

Prueba de Friedman

| T1 | T2 | T3 | T ² | p |
|------|------|------|----------------|---------|
| 1.98 | 2.75 | 1.28 | 47.42 | <0.0001 |

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 6.135

| Tratamiento | Suma (Ranks) | Media (Ranks) | n | |
|-------------|--------------|---------------|----|---|
| T3 | 25.50 | 1.28 | 20 | A |
| T1 | 39.50 | 1.98 | 20 | B |
| T2 | 55.00 | 2.75 | 20 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.050$)

Figura 3.6: Análisis de la prueba de Friedman para el color del yogurt con goma

En la figura 3.6 se observa que los tratamientos son diferentes entre ellos y con el testigo, concluyendo según el análisis organoléptico la concentración de goma de tara influye en el color pero el tratamiento T2

tiene mayor aceptabilidad en comparación con las demás, indicando la tendencia del me gusta moderado a me gusta mucho.

B. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL OLOR

- **Planteamiento de Hipótesis:**

H_o : No hay diferencia significativa entre las tres muestras de yogurt con goma de tara

H_1 : Al menos una de las tres muestras de Yogurt con Goma de Tara es diferente.

- **Elección del nivel de significación $\alpha = 0,05$**

Criterios de decisión

Si $p < 0,05$ Se rechaza H_o

Si $p > 0,05$ Se acepta H_o

- **Desarrollo de la prueba estadística de Friedman**

$k = 3$ tratamientos o muestras

$n = 20$ sujetos

Tabla 3.35: Estadísticos para el olor del yogurt con goma

| | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Testigo |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------|
| N | Válido | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 4,10 | 4,55 | 2,75 | 3,40 |
| Suma | | 82 | 91 | 55 | 68 |

En la tabla 3.35 se observa la media y suma total para cada tratamiento de yogurt con concentraciones de goma de tara frente al tratamiento el testigo.

Tabla 3.36: Rangos-promedios del olor para el yogurt con goma

| | Rango promedio |
|---------------|----------------|
| Tratamiento 1 | 2,18 |
| Tratamiento 2 | 2,70 |
| Tratamiento 3 | 1,13 |

En la tabla 3.36 se observa los tratamientos con sus respectivos rangos de promedio de olor para el yogurt con goma.

Tabla 3.37: Estadísticos de prueba^a

| | |
|-----------------|--------|
| N | 20 |
| Chi-cuadrado | 28,583 |
| Gl | 2 |
| Sig. Asintótica | ,000 |

a. Prueba de Friedman

Como se muestra en la tabla 3.37 los resultados obtenidos de la prueba de Friedman, $p=0,000$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula para esta característica indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara.

Prueba de Friedman

| T1 | T2 | T3 | T ² | p |
|------|------|------|----------------|---------|
| 2.18 | 2.70 | 1.13 | 47.57 | <0.0001 |

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 6.658

| Tratamiento | Suma (Ranks) | Media (Ranks) | n | |
|-------------|--------------|---------------|----|---|
| T3 | 22.50 | 1.13 | 20 | A |
| T1 | 43.50 | 2.18 | 20 | B |
| T2 | 54.00 | 2.70 | 20 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.050$)

Figura 3.7: análisis de la prueba de Friedman para el olor del yogurt con goma

En la figura 3.7 se observa que hay una diferencia significativa entre la suma y media de rangos para olor de yogurt para los tratamientos, pero el mejor tratamiento aceptado por los panelistas fue T2 con una suma de rangos de 54.0. Los resultados obtenidos nos indican que en el tratamiento T2 se tiene un mayor rango en consecuencia se tiene mayor consistencia y mediante el promedio como resultado el tratamiento T2 indica la tendencia del me gusta moderado a me gusta mucho.

C. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL SABOR

- **Planteamiento de Hipótesis:**

H_o : No hay diferencia significativa entre las tres muestras de yogurt con goma de tara

H_1 : Al menos una de las tres muestras de Yogurt con Goma de Tara es diferente.

- **Elección del nivel de significación $\alpha = 0,05$**

Criterios de decisión

Si $p < 0,05$ Se rechaza H_o

Si $p > 0,05$ Se acepta H_o

- **Desarrollo de la prueba estadística de Friedman**

$k = 3$ tratamientos o muestras

$n = 20$ sujetos

Tabla 3.38: Estadísticos para el sabor del yogurt con goma

| | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Testigo |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------|
| N | Válido | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 4,05 | 4,70 | 2,70 | 3,55 |
| Suma | | 81 | 94 | 54 | 71 |

En la tabla 3.38 se observa la media y suma total para cada tratamiento de yogurt con concentraciones de goma de tara frente al tratamiento el testigo.

Tabla 3.39: Rangos-promedios del sabor para el yogurt con goma

| | Rango promedio |
|---------------|----------------|
| Tratamiento 1 | 2,13 |
| Tratamiento 2 | 2,78 |
| Tratamiento 3 | 1,10 |

En la tabla 3.39 se observa los tratamientos con sus respectivos rangos de promedio de sabor para el yogurt con goma.

Tabla 3.40: Estadísticos de prueba^a

| | |
|-----------------|--------|
| N | 20 |
| Chi-cuadrado | 31,260 |
| Gl | 2 |
| Sig. Asintótica | ,000 |

a. Prueba de Friedman

Como se muestra en la tabla 3.40 los resultados obtenidos de la prueba de Friedman, $p=0,000$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula para esta característica indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara.

Prueba de Friedman

| | | | | |
|------|------|------|----------------|---------|
| T1 | T2 | T3 | T ² | p |
| 2.13 | 2.78 | 1.10 | 67.96 | <0.0001 |

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 5.865

| Tratamiento | Suma(Ranks) | Media(Ranks) | n | |
|-------------|-------------|--------------|----|---|
| T3 | 22.00 | 1.10 | 20 | A |
| T1 | 42.50 | 2.13 | 20 | B |
| T2 | 55.50 | 2.78 | 20 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.050$)

Figura 3.8: Análisis de la prueba de Friedman para el sabor del yogurt con goma

En la figura 3.8 se observa que existe una diferencia significativa entre tratamientos por lo tanto la concentración de goma de tara influye significativamente en el sabor del yogurt, pero el mejor tratamiento aceptado por los panelistas fue el tratamiento T2 con concentración de 0.04 % con una suma de rangos de 55.50 en consecuencia se tiene la tendencia del me gusta moderado a me gusta mucho.

D. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA TEXTURA

- **Planteamiento de Hipótesis:**

H_o : No hay diferencia significativa entre las tres muestras de yogurt con goma de tara

H_1 : Al menos una de las tres muestras de Yogurt con Goma de Tara es diferente.

- **Elección del nivel de significación $\alpha = 0,05$**

Criterios de decisión

Si $p < 0,05$ Se rechaza H_o

Si $p > 0,05$ Se acepta H_o

- **Desarrollo de la prueba estadística de Friedman**

$k = 3$ tratamientos o muestras

$n = 20$ sujetos

Tabla 3.41: Estadísticos para textura del yogurt con goma

| | | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Testigo |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------|
| N | Válido | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 4,30 | 4,50 | 2,30 | 3,90 |
| Suma | | 86 | 90 | 46 | 78 |

En la tabla 3.41 se observa la media y suma total para cada tratamiento de yogurt con concentraciones de goma de tara frente al tratamiento el testigo.

Tabla 3.42: Rangos-promedios de la textura para el yogurt con goma

| | Rango promedio |
|---------------|----------------|
| Tratamiento 1 | 2,38 |
| Tratamiento 2 | 2,58 |
| Tratamiento 3 | 1,05 |

En la tabla 3.42 se observa los tratamientos con sus respectivos rangos de promedio de textura para el yogurt con goma.

Tabla 3.43: Estadísticos de prueba^a

| | |
|-----------------|--------|
| N | 20 |
| Chi-cuadrado | 32,806 |
| Gl | 2 |
| Sig. Asintótica | ,000 |

a. Prueba de Friedman

Como se muestra en la tabla 3.43 los resultados obtenidos de la prueba de Friedman, $p=0,000$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula para esta característica indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara.

Prueba de Friedman

| T1 | T2 | T3 | T ² | p |
|------|------|------|----------------|---------|
| 2.38 | 2.58 | 1.05 | 86.64 | <0.0001 |

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 5.098

| Tratamiento | Suma (Ranks) | Media (Ranks) | n |
|-------------|--------------|---------------|------|
| T3 | 21.00 | 1.05 | 20 A |
| T1 | 47.50 | 2.38 | 20 B |
| T2 | 51.50 | 2.58 | 20 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.050$)

Figura 3.9: Análisis de la prueba de Friedman para la textura del yogurt con goma

En la figura 3.9 se observa que los tratamientos T1 y T2 son iguales estadísticamente debido a que se observa un rango de media similar de 2.38 y 2.58, pero en cuanto al tratamiento T3 si existe diferencia significativa, por tanto el mejor tratamiento que fue aceptado por la mayoría de los panelistas fue el tratamiento T2 con un rango de media mayor que los demás.

Según los datos mostrados en el análisis sensorial los panelistas prefirieron el color, olor, sabor y textura del tratamiento T2 de los yogures elaborados con una concentración de 0.04 % de goma de tara. Esto indica la tendencia del me gusta moderado a me gusta mucho.

CONCLUSIONES

- ❖ Las características fisicoquímicas del yogurt con diferentes concentraciones de goma de tara estuvieron dentro de los siguientes rangos: densidad (1,055 - 1,076g/ml), pH (4,50 - 4,57), acidez (66,0 - 71,0°D) y viscosidad (0,978 - 2,040 Pa-s).
- ❖ Se evaluó la viscosidad del yogurt batido con adición de goma de tara a diferentes concentraciones, para ello se utilizó la prueba de dunnett en donde se observó diferencia significativa entre los tratamiento con un p-value menor al nivel de significancia. Por lo tanto según el análisis estadístico el mejor tratamiento fue el tratamiento T3 con una viscosidad de 2.0396 Pa-s para una concentración de goma de tara de 0.04 %.
- ❖ En cuanto al color del yogurt a diferentes concentraciones de goma de tara no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos debido a que el p-value fue mucho mayor que el nivel de significancia, por lo que se puede decir que la goma de tara no influye en el color del yogurt.
- ❖ La evaluación sensorial se vio influenciada por la adición de distintos niveles de goma de tara, demostrando que el mejor tratamiento aceptado por los panelista en cuanto al color, olor, sabor y textura fue el tratamiento T2 con una concentración de 0.04 % de goma de tara.

RECOMENDACIONES

- Continuar realizando estudios sobre otros estabilizantes para evaluar su caracterización en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.
- Continuar realizando estudios de investigación para evaluar el efecto en forma completa de la goma de tara en el yogurt o a otro producto deseado.
- Realizar análisis microbiológicos para conocer la flora microbiana presente, pues a pesar de contar con un tratamiento térmico. La adición de los componentes tal vez incrementen o se desarrollen microorganismos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- .Alatríste, K. (2002). Efecto de la adición de fibra y calcio en un yogurt con sabor. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla, Mexico.
- Alais, C. (1998). Ciencia de la Leche. Compañía Editorial Continental, S.A. España.
- Alvarado, E. (1991). Técnica modificada y uso de *Streptococcus Lactis* en la elaboración de yogurt. Universidad de Carlos de Guatemala, Facultad de medicina y zootecnia.
- Amiot, J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Ankenman, L. y Morr, C. V. (1996). Mejora el ácido , el sabor y la producción de compuestos volátiles en un alto contenido en proteínas y fibra de yogurt de leche de soja como producto. J. Food Science . 61 (2) : 331-336.
- Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y la práctica. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Ackerman, D. (1990). Una historia natural de los sentidos . Casa al azar. Nueva York.
- AOAC. (1995). Métodos de Análisis de Oficial de la AOAC International . ed 16ava . Vol . II. Virginia, EE.UU.
- Aportela, A. (2003). Estudio de las propiedades físicas, químicas y sensoriales en un yogurt saborizado, enriquecido con fibra y calcio. Tesis de Licenciatura. UDLA. Puebla – México.
- Bourne M. C. 1982. textura de los alimentos y el concepto de viscosidad y medición. Academic Press. Nueva York.
- Cabello, I. (2009), Monografía de Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze , consultado. Columbia Electronic Encyclopedia, 6ª edición.
- Cadden, A. (1988). características de sorción de humedad de las fibras de varios alimentos. J. Food Science . 53 (4): 1150-55

- Cardenas, A (2013) Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. Universidad nacional de Trujillo.
- Castillo, A. (2004) influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogurt. Revista de la facultad de farmacia Vol. 46 universidad de los andes de Venezuela.
- Codex alimentarius. 1975. Leche y lácteos recursos informativos, directrices del codex. Visitada en junio del 2004. En línea. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/codex/standard/es/CXSA11as.pdf>
- Cubero, N., Montferrer, A., Y Villalta, J. (2002). Aditivos Alimentarios. Editorial Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid.
- De la Cruz, M. (2006) Efecto del extracto hidroalcohólico de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze " taya " sobre la viabilidad del estreptococo β - hemolítico (Tesis Maestral) . Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo
- Del fabbro, P. (2001). Efecto del tipo de sal de calcio en las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt con sabor. Tesis de Licenciatura. UDLA Puebla – México.
- Díaz, B. (2002). Evaluación del efecto de la adición de fibra y modificación del nivel de grasa en las propiedades físicas, reológicas y sensoriales del yogurt.
- Early, R.1992. La Tecnología de los Productos Lácteos. VCH Publishers, Nueva York Pág. 35- 37.
- FAO/OMS (1997). Beneficios y riesgos potenciales del sistema de la Lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda. Informe de la reunión técnica de la FAO/OMS. Sede de la FAO, Roma, Italia, 28 de noviembre - 2 de diciembre de 2005.
- Fennema, O. R. 1996. Química de los alimentos. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España. Pág. 38-47, 56-78.

- Gambelli, L., Manzi, P., Los constituyentes de la importancia nutricional de los productos lácteos fermentados comercializados en Italia. *Química de Alimentos*. 66 : 353-358 .
- Grasselli, M.; Naverro A.; Fernández H.; Miranda M.; Camperi S.; Cascone O. (1997). *Revista de Divulgación y Tecnología de la asociación Ciencia Hoy*. Volumen 8. Número 43.
- Harper, W. J., & Hall, C. W. (1981). *La tecnología de productos lácteos e Ingeniería (2da Edición ed .)* : AVI . Editores. E.U.A.
- Hernández Alicia, 2003. *Microbiología Industrial, productos lácteos*. San José, Costa Rica, 1° ed. EUNED. 296p
- Hernández Montes Arturo. 2007. *Evaluación sensorial de productos agroalimentarios*. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Illescas, C. E. 2001. *Curso teórico practico sobre lactología*. Pp 13-17, 67-73.
- ISO, Organización Internacional para estandarización. (1975). *Determinación de las características del queso -*. International Organization for Standarization. Standard 3433. Leusden, Netherlands.
- Kandler, O. 1983. *Metabolismo de los carbohidratos en las bacterias de ácido láctico*. *Antonie van Leeuwenhoek* , 49: 209-224
- Larmond, E. (1977). *Los métodos de laboratorio para la evaluación sensorial de los alimentos* . Puede Dept. Agr . Publ. 1
- López A. (2003). "Manual de industrias lácteas". Madrid-España 2003 Tetra Pak Processigg System A.B. p. 21, 123, 125, 244, 246.
- Luluaga S.; Nuñez M. (2010). *Guía de elaboración de quesos artesanales. Proyecto piloto calidad II. Cartilla del participante*. Tucumán 2010
- Luquet, F.M. 1993. *Los productos lácteos. Transformación y Tecnologías*; Editorial Acribia, Zaragoza España.

- Molina, I. (2009). Comparación de tres estabilizantes comerciales utilizados en la elaboración de yogurt. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de medicina y zootecnia.
- Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica. 1ª ed. España, Madrid. Edit. ACRIBIA.
- Norma Técnica Peruana. (202.085:2006). Leche y productos Lácteos. Leche cruda. Requisitos. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. INDECOPI.
- Óztur, B. A. y Öner, M. D. 1999. Producción y evaluación de yogur con jugo de uva concentrado. J. Food Science. 64:530-532.
- Potter, N y Hotchkis, H (1999), Ciencia de los alimentos, Editorial Acribia S.A, Zaragoza – España, Págs. 509-515.
- Porter, J. (1981), Leche y productos lácteos. 2da. Ed Madrid, España edit. Acribia pág. 15-25.
- Ramirez, J. (2010) Evaluación de la viabilidad según iso 7889/idf 117 de los cultivos iniciadores streptococcus thermophilus y lactobacilus bulgaricus en yogurt y helado en almacenamiento y validación de un método para la enumeración del probiótico bifidobacterium lactis. Informe de Trabajo Final de Graduación. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Revilla, A. (1995). Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica, 399 p.
- Sáenz, C. 1989. El color en alimentos: medidas instrumentales. Publicaciones misceláneas agrícolas nº 31. Universidad de Chile. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos. Santiago. Chile. 96 p
- Salazar, M. (2009). Viscosidad extensional biaxial en espagueti cocido y su relación con firmeza. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Universidad de Sonora. México.
- Sancho J., Bota E., de Castro J. J. 2002. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona España.

Siccha, A., Estudio comparativo sobre hidrocoloides y contenido tánico en tres caesalpineas peruanas charan, tara y uila de gato, Tesis para optar el grado de Magíster en Química, PUCP., 1992.

Tamime., y Robinson. (1991). Yogurt ciencia y tecnología. España: Acribia.

Teube, M. (1995), A., La influencia de la fermentación en la calidad nutricional de los productos lácteos.

Villanueva, C. La Tara: El Oro Verde de los Incas. Edic. AGRUM, Lima. 2007, p.146.

Wittig de Penna Emma. 2001. Evaluación Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Edición Digital reproducida con autorización del autor.

Oberam, H. (1985). Tradicional fermented milk products. Elsevier Applied Science Publisher, London, England. Pág. 53-54.

EMPRESAS PROVEEDORAS DE DERIVADOS DE GOMA DE TARA

Molinos asociados SAC, Procesador/Exportador Sub-productos de Vaina de Tara.

Tecnacorp S.A.C, La goma de tara es un hidrocoloide 100% natural de origen vegetal. Visítenos para satisfacer sus necesidades.

ANEXOS

ANEXO 01: HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Catador: _____

Marque con una "X" la alternativa que usted considere.

COLOR

| Puntuación | Alternativas | Código | | | |
|------------|----------------------------|---------|-----|-----|-----|
| | | Testigo | 240 | 480 | 720 |
| 1 | Me disgusta mucho | | | | |
| 2 | Me disgusta moderadamente | | | | |
| 3 | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| 4 | Me gusta moderadamente | | | | |
| 5 | Me gusta mucho | | | | |

OLOR

| Puntuación | Alternativas | Código | | | |
|------------|----------------------------|---------|-----|-----|-----|
| | | Testigo | 240 | 480 | 720 |
| 1 | Me disgusta mucho | | | | |
| 2 | Me disgusta moderadamente | | | | |
| 3 | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| 4 | Me gusta moderadamente | | | | |
| 5 | Me gusta mucho | | | | |

SABOR

| Puntuación | Alternativas | Código | | | |
|------------|----------------------------|---------|-----|-----|-----|
| | | Testigo | 240 | 480 | 720 |
| 1 | Me disgusta mucho | | | | |
| 2 | Me disgusta moderadamente | | | | |
| 3 | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| 4 | Me gusta moderadamente | | | | |
| 5 | Me gusta mucho | | | | |

TEXTURA

| Puntuación | Alternativas | Código | | | |
|------------|----------------------------|---------|-----|-----|-----|
| | | Testigo | 240 | 480 | 720 |
| 1 | Me disgusta mucho | | | | |
| 2 | Me disgusta moderadamente | | | | |
| 3 | No me gusta ni me disgusta | | | | |
| 4 | Me gusta moderadamente | | | | |
| 5 | Me gusta mucho | | | | |

OBSERVACIONES: _____

Me gusta mucho 5, Me gusta moderadamente 4, No me gusta ni me disgusta 3, Me disgusta moderadamente 2, Me disgusta mucho 1.

ANEXO 02: EVALUACION SENSORIAL DEL YOGURT CON GOMA DE TARA (COLOR)

| | TRATAMIENTOS | | | |
|---------|--------------|------------|------------|---------|
| CATADOR | CÓDIGO 240 | CÓDIGO 480 | CÓDIGO 720 | TESTIGO |
| 1 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| 2 | 5 | 5 | 2 | 3 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 | 4 | 5 | 2 | 2 |
| 4 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| 5 | 4 | 5 | 2 | 2 |
| 6 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 7 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 8 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 9 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 12 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 14 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 15 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 16 | 5 | 4 | 2 | 4 |
| 17 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 18 | 3 | 5 | 3 | 4 |
| 19 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| 20 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| PROMEDIO | 3,85 | 4,50 | 2,75 | 3,15 |
| TOTAL | 77 | 90 | 55 | 63 |

LEYENDA:

240=Yogurt con goma de tara al 0,02%

480=Yogurt con goma de tara al 0,04%

720=Yogurt con goma de tara al 0,06%

ANEXO 03: EVALUACION SENSORIAL DEL YOGURT CON GOMA DE TARA (OLOR)

| | TRATAMIENTOS | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| CATADOR | CÓDIGO 240 | CÓDIGO 480 | CÓDIGO 720 | TESTIGO |
| 1 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 2 | 5 | 4 | 3 | 4 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 5 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 7 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 8 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 9 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 10 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 11 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| 12 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 13 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| 14 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| 15 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 16 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 17 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 18 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 19 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| 20 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| PROMEDIO | 4,10 | 4,55 | 2,75 | 3,40 |
| TOTAL | 82 | 91 | 55 | 68 |

LEYENDA:

240=Yogurt con goma de tara al 0,02%

480=Yogurt con goma de tara al 0,04%

720=Yogurt con goma de tara al 0,06%

ANEXO 04: EVALUACION SENSORIAL DEL YOGURT CON GOMA DE TARA (SABOR)

| | TRATAMIENTOS | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| CATADOR | CÓDIGO 240 | CÓDIGO 480 | CÓDIGO 720 | TESTIGO |
| 1 | 4 | 5 | 2 | 3 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| 3 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 4 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 7 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 8 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 9 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 10 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 11 | 5 | 5 | 2 | 4 |
| 12 | 5 | 4 | 2 | 4 |
| 13 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 14 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 15 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 16 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 17 | 3 | 5 | 4 | 3 |
| 18 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 19 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 20 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| PROMEDIO | 4,05 | 4,70 | 2,70 | 3,55 |
| TOTAL | 81 | 94 | 54 | 71 |

LEYENDA:

240=Yogurt con goma de tara al 0,02%

480=Yogurt con goma de tara al 0,04%

720=Yogurt con goma de tara al 0,06%

ANEXO 05: EVALUACION SENSORIAL DEL YOGURT CON GOMA DE TARA

(TEXTURA)

| | TRATAMIENTOS | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| CATADOR | CÓDIGO 240 | CÓDIGO 480 | CÓDIGO 720 | TESTIGO |
| 1 | 5 | 4 | 3 | 4 |

| | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2 | 5 | 4 | 1 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 6 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 7 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 8 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 10 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 12 | 5 | 5 | 2 | 3 |
| 13 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| 14 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| 15 | 4 | 5 | 1 | 4 |
| 16 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 17 | 5 | 5 | 2 | 4 |
| 18 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 19 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| 20 | 5 | 5 | 2 | 4 |
| PROMEDIO | 4,30 | 4,50 | 2,30 | 3,90 |
| TOTAL | 86 | 90 | 46 | 78 |

LEYENDA:

240=Yogurt con goma de tara al 0,02%

480=Yogurt con goma de tara al 0,04%

720=Yogurt con goma de tara al 0,06%

ANEXO 06: INFORME DE ANALISIS FISICOQUÍMICO DE LA VISCOSIDAD DEL YOGURT BATIDO CON GOMA DE TARA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



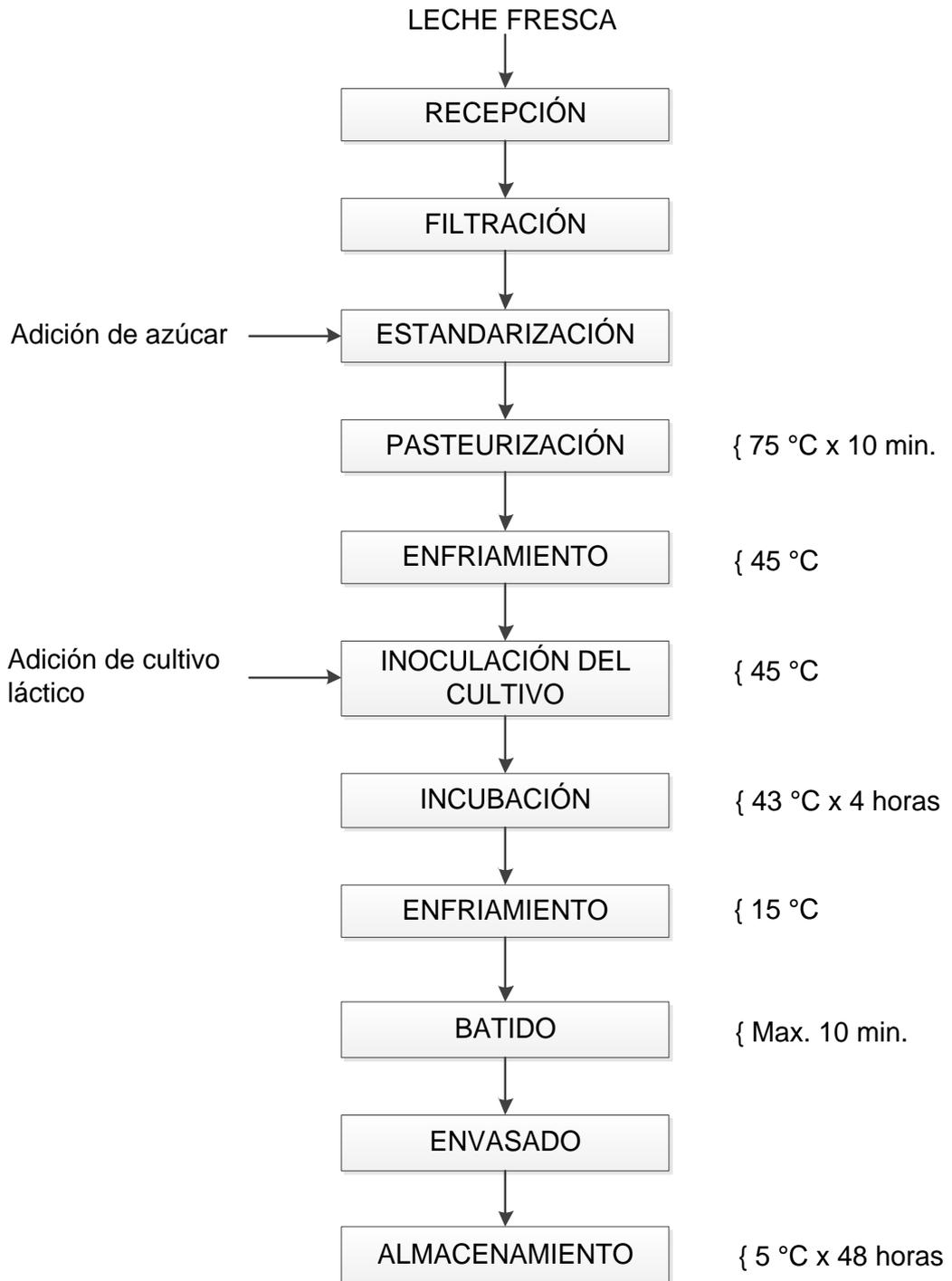
UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº00048-16-LAQ

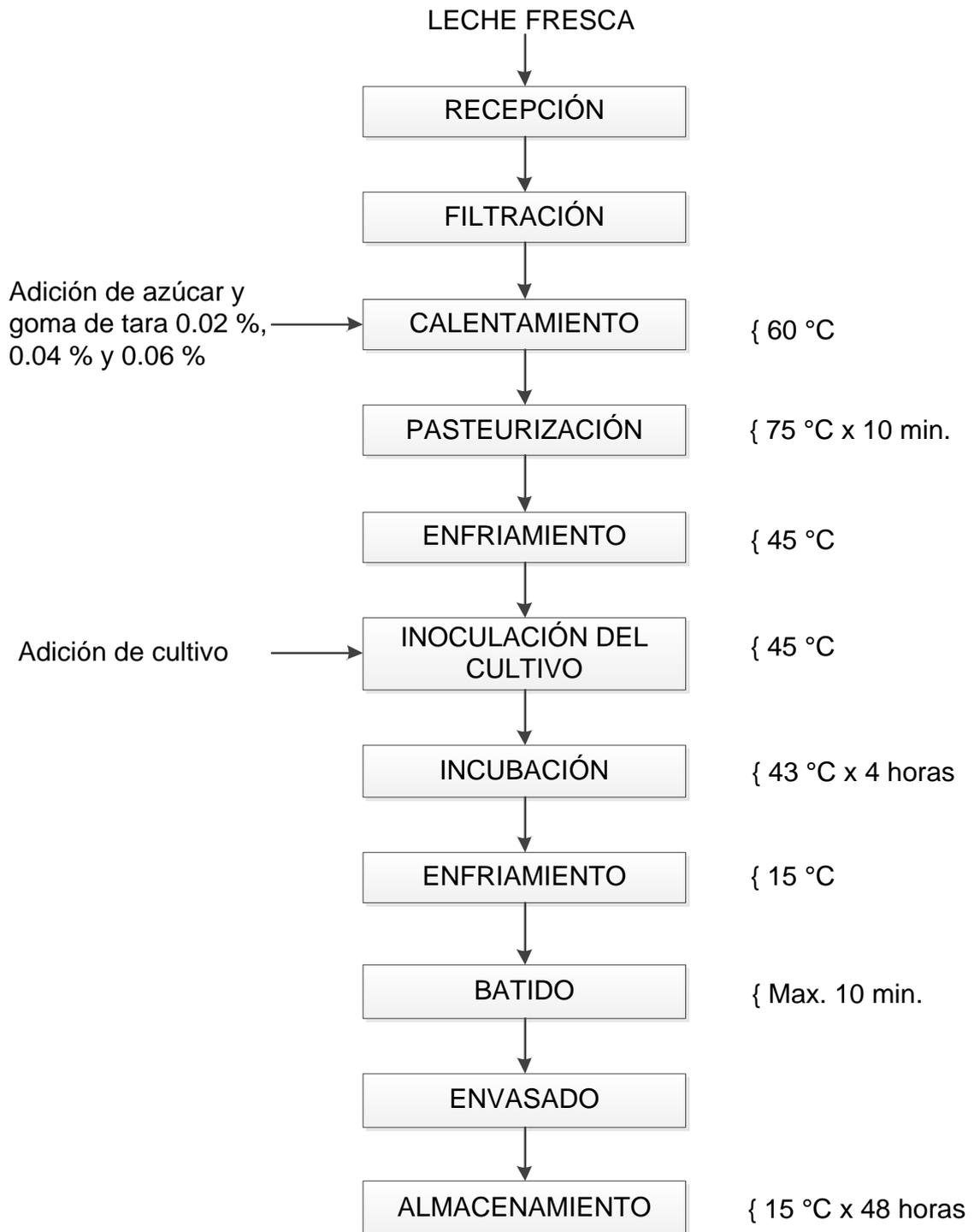
SOLICITANTE: MARTINEZ RIVAS SARITA

ANEXO 07: DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO



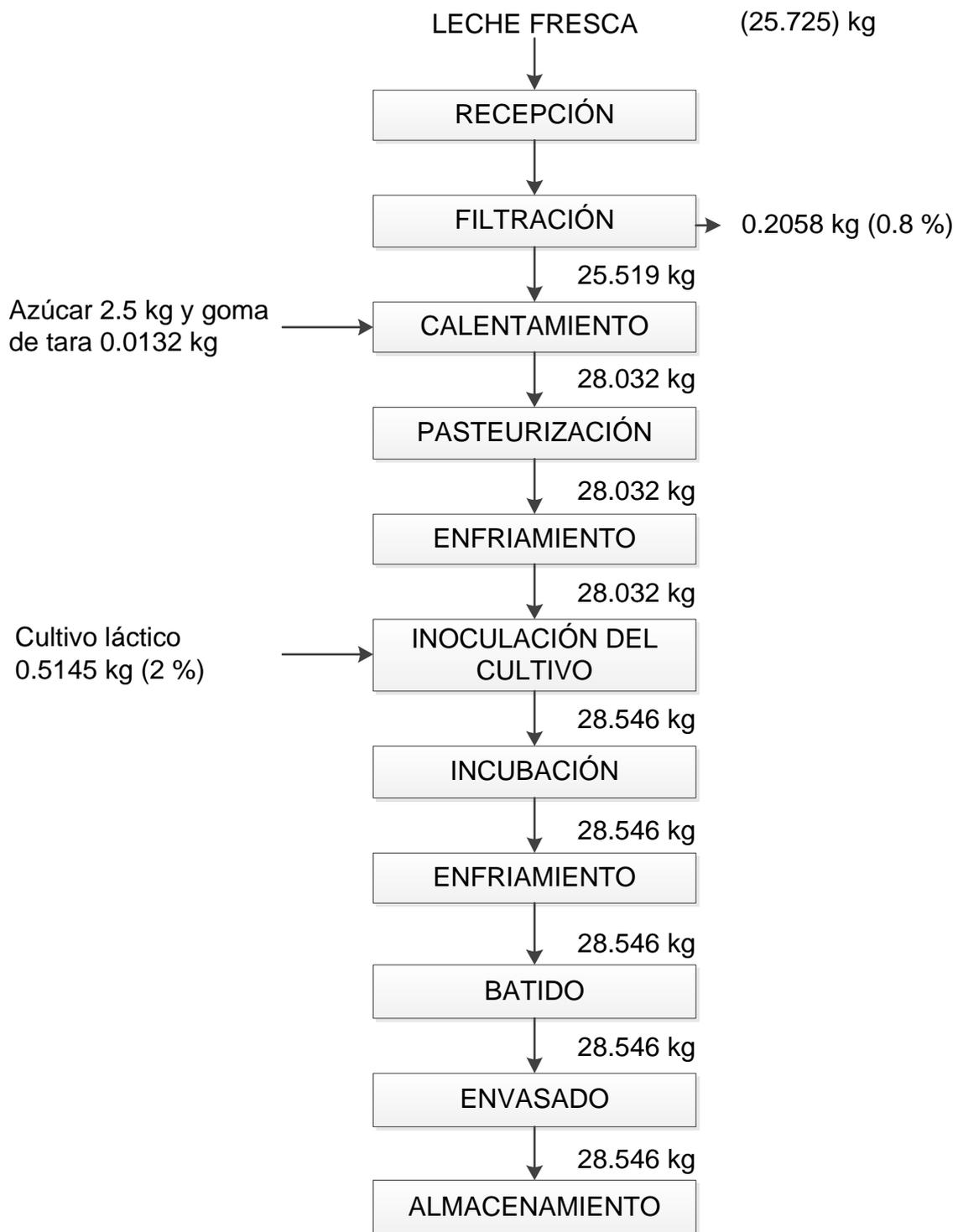
Fuente: Diagrama de flujo de elaboración del yogurt batido (Hernández, 2003)

**ANEXO 08: DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO
CON GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*)**



Fuente: Diagrama de flujo de elaboración del yogurt batido (Hernández, 2003)

ANEXO 09: BALANCE DE MATERIA DEL YOGURT BATIDO CON GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*)



ANEXO 10: BALANCE DE MASA PARA EL YOGURT CON GOMA DE TARA

$$Kg_{leche} + Kg_{azucar} + Kg_{goma\ de\ tara} + Kg_{cultivo\ lactico} - Kg_{filtracion} = kg_{yogurt\ terminado}$$

Los datos se calculan de la siguiente manera:

$$25.725kg_{leche} + 2.5Kg_{azucar} + 0.0132Kg_{goma\ de\ tara} + 0,5145Kg_{cultivo\ lactico} - 0.2058Kg_{perdida\ por\ filtracion} = 28.546kg_{yogurt\ terminado}$$

$$rendimiento = \frac{corriente\ de\ salida}{corriente\ de\ entrada} \times 100 \%$$

$$rendimiento = \frac{28.546kg}{25.725kg} \times 100 = 110.9 \%$$

ANEXO 11: FOTOGRAFÍAS DE LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DEL YOGURT BATIDO CON GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) A DIFERENTES CONCENTRACIONES.

01: Determinación de la densidad de la leche.



02: Determinación de la acidez de la leche



03: Cultivo láctico utilizado para la elaboración de



yogurt

04: Muestra de los yogures elaborados por diferentes tratamientos



05: Pesado de la goma de tara de la empresa TECNACORP SAC.



06: Control de la temperatura de pasteurización.



07: Incubación del yogurt con goma de tara



08: Charla a los panelistas, previa a la catación



10: Panelistas en plena evaluación sensorial

