

## 1.1 ANTECEDENTES

La empresa PIL ANDINA S.A es una de las empresas lácteas más importantes de Bolivia; ya que se encuentra en los principales departamentos y ciudades del país y sus productos son muy conocidos por su sabor y su gran calidad. Entre la variedad de yogures que ofrece al mercado se tiene al yogurt natural, yogurt bebible light, yogurt bebible con pulpa molida de fruta, yogurrello escolar, yogurt batido, yogurt súper frutado y entre otras variedades (PIL ANDINA, 2016).

DELIZIA es una de las más reconocidas empresas a nivel nacional, líder en la producción de helados, jugos y otros productos lácteos. DELIZIA comenzó a fabricar yogurt en sachet, enfocado al mercado escolar; línea que fue creciendo y que dio origen al conocido Chiquidrink, producto que continúa siendo líder en el mercado (Cochabandido, 2014).

Lácteos de Bolivia (LACTEOSBOL) es una empresa que tiene como principal actividad la producción y comercialización de derivados lácteos y otros productos relacionados, cuya misión consiste en apoyar en la producción nacional de lácteos y cítricos. Una de las plantas procesadoras de lácteos se encuentra en el municipio de San Lorenzo de Tarija. El mercado de la empresa son el subsidio prenatal y lactancia, subsidio universal por la vida y el desayuno escolar. Los productos lácteos que ofrece son el yogurt bebible, leche UHT entera y natural, leches saborizadas, kumis y otros (Lacteosbol, 2014).

CLARA BELLA es una empresa que se consolida en el mercado boliviano como una de las mejores empresas de lácteos, ofertando a las familias bolivianas productos sanos, nutritivos y de alta calidad, la empresa Clara Bella ofrece al mercado dos clases de yogurt afluado como ser yogurt afluado entero endulzado con stevia y yogurt afluado descremado endulzado con stevia, además ofrece una variedad de yogures como ser el yogurt con cereal, fibragurt, alogurt, progurt, yogurt griego y otros (Clara Bella, 2016).

En la ciudad de Tarija existen empresas industriales de productos lácteos como ser la Planta Industrializadora de Leche S.A. PIL TARIJA, industrializa productos lácteos con alto valor nutricional y de reconocida calidad, fue posicionada como la Empresa Láctea más importante de Tarija y del Sur de Bolivia (Pil Tarija, 2017). Es la única empresa que ofrece al mercado local yogurt aflanado a nivel industrial de diferentes sabores como frutilla, vainilla, coco y durazno además ofrece una variedad de yogures bebible, frutado y otros. Productos Lácteos Tarija (PROLAC) es una empresa familiar que se dedica a la elaboración de yogurt bebible, yogurt probiótico y otros productos. En la ciudad de Tarija también se encuentra el Laboratorio Taller de Alimentos dependiente del Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, que ofrece productos lácteos como ser: Yogur Batido, Yogur Dietético, Yogur Frutado y Yogur Natural.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

- Con el presente trabajo de investigación se pretende elaborar yogurt aflanado, con la finalidad coadyuvar con las necesidades energéticas y nutricionales que requiere un estudiante escolar, que pueden deberse a varias causas como por la actividad física diaria o mental. Por lo que se optará la introducción del almidón de yuca como estabilizante del gel característico del producto.
- Elaborar yogurt aflanado natural con almidón de yuca con la finalidad de aumentar el consumo del mismo en el sector escolar, permitiendo contar con un producto de valor nutricional para su dieta diaria.
- Con la elevada demanda de productos orgánicos y libres de conservantes o aditivos en los productos lácteos, la elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca es una buena opción para apoyar a la tendencia de consumo de alimentos más sanos y nutritivos, además de contar con una nueva alternativa del consumo del yogurt aflanado para personas que son intolerantes a la lactosa.

- Proponer una nueva alternativa para elaborar yogurt aflanado con el fin de dar una mayor estabilidad al producto en cuanto a su consistencia, para mejorar sus propiedades fisicoquímicas y así también mejorar las propiedades reológicas mediante la formación de geles más estables.

### **1.3 OBJETIVOS**

Los objetivos planteados para el presente proyecto de investigación son:

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar yogurt aflanado natural con almidón de yuca, mediante el proceso de fermentación láctea, con el fin de obtener un producto nutritivo para coadyuvar con las necesidades nutricionales de estudiantes escolares de la provincia Cercado de Tarija.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda con el fin de conocer su composición fisicoquímica.
- Determinar las características microbiológicas de la leche cruda con la finalidad de conocer la calidad de la materia prima.
- Elegir muestra patrón con la finalidad de conocer las características sensoriales a tener en cuenta en el proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de yuca.
- Elegir muestra prototipo con la finalidad de caracterizar las variables del proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca.
- Determinar la formulación adecuada de la materia prima e insumos con la finalidad de cuantificar el porcentaje de dosificación.
- Caracterizar las variables a ser controladas durante el proceso de elaboración del producto con la finalidad de obtener un producto que cumpla con las características propias del yogurt aflanado.

- Realizar el diseño experimental para determinar las variables involucradas en la etapa de fermentación.
- Controlar pH y acidez en el proceso de elaboración, con la finalidad de conocer la variación de acidez y pH que existe en el proceso.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas del producto terminado con la finalidad de conocer su calidad nutricional.
- Controlar pH, acidez y características organolépticas del producto terminado en la etapa de almacenamiento, con la finalidad de conocer la variación de pH, acidez y la aceptación del producto en un rango de un tiempo determinado.
- Determinar el balance de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca.

#### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El almidón de yuca es poco consumido en la ciudad de Tarija ya que se desconoce los beneficios nutricionales que puede aportar al organismo, además de que se cuenta con poca disponibilidad necesaria del producto por falta de demanda del mismo, sin embargo en otros departamentos de Bolivia se cuenta con la disponibilidad necesaria del producto. Por esta razón el almidón es poco valorado como materia prima; pudiéndose generar una mayor demanda en la elaboración de productos derivados lácteos y mejorar el consumo de los mismos.

En el mercado local de Tarija no existe un yogurt enriquecido que contenga almidón de yuca, que permita aprovechar las características nutricionales como ser proteína, fibra alimentaria y microcomponentes (hierro, calcio y fosforo). Además que es una buena fuente de energía para el organismo.

#### **1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el proceso de fermentación láctea aplicado para elaborar yogurt aflanado natural con almidón de yuca, con el fin de obtener un producto nutritivo para

coadyuvar con las necesidades nutricionales de estudiantes escolares de la provincia Cercado de Tarija?

### **1.6 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con el porcentaje de 1,062% de almidón de yuca, 0,850% de leche en polvo y 5 horas de fermentación en el proceso fermentativo del yogurt aplanado con almidón de yuca, se pudo obtener un producto nutritivo para coadyuvar con las necesidades nutricionales de estudiantes escolares de la provincia Cercado de Tarija.

## **2.1 DEFINICIÓN DE YOGURT**

De acuerdo al Codex Alimentarius, el yogurt es leche (usualmente de vaca) que ha sido fermentada con *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 y el ligero sabor ácido (Ruiz, 2011).

Además de la leche fermentada con cultivos lácteos el yogurt contiene otros ingredientes tales como sólidos lácteos, azúcares, frutas, algunos tipos de yogurt contienen cultivos especiales llamados probióticos. Los cultivos probióticos adicionados están presentes de forma activa es decir se encuentran vivos, en el producto. Es por esta razón que usualmente se recomienda mantener el yogurt en refrigeración (4°C) y de esta manera conservar las propiedades beneficiosas para la salud (Ruiz, 2011).

## **2.1 CLASIFICACIÓN DEL YOGURT**

La clasificación del yogurt se detalla a continuación:

### **2.2.1 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 (Castro, 2005).

#### **❖ 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 (Castro, 2005).

### **2.2.2 POR EL CONTENIDO DE GRASA**

#### ❖ Yogurt entero

El contenido de grasa es igual o mayor al 3% en la leche destinada para elaborar el yogurt. Los sólidos totales no grasos de la leche estarán como mínimo en un 8,2% (Castro, 2005).

#### ❖ Yogurt parcialmente descremado

El contenido de grasa en la leche se encuentra entre el 1% y 2,9% (Castro, 2005).

#### ❖ Yogurt descremado

La materia grasa de la leche es menor al 1%. Sólidos totales no grasos de la leche debe corresponder como mínimo a un 8,6% (Castro, 2005).

### **2.2.3 POR SU SABOR**

#### ❖ Yogurt natural

Es aquel sin adición alguna de saborizantes, azúcares y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizadores y conservadores (Castro, 2005).

#### ❖ Yogurt frutado

Es aquel al que se le ha agregado fruta procesada en trozos y aditivos permitido por la autoridad sanitaria (Castro, 2005).

#### ❖ Yogurt saborizado

Es aquel que tiene saborizantes naturales y/o artificiales y otros aditivos permitidos por la autoridad sanitaria (Castro, 2005).

## **2.2 VALOR NUTRICIONAL DEL YOGURT**

El valor nutritivo de los productos lácteos depende principalmente de la leche de partida que se utilice en su elaboración, aunque también se verá influido por los efectos del procesado (Montero et al, 2003).

En el caso concreto del yogurt, y las leches fermentadas en general, la actividad de los microorganismos responsables de la fermentación también repercute sobre el valor nutricional y biológico de los diferentes nutrientes en el producto final (Montero et al, 2003).

Tanto el valor energético como la composición en macronutrientes se mantienen similares a los de la leche de partida, así como el contenido vitamínico y mineral, que tampoco sufren grandes cambios (Montero et al, 2003).

### **2.3.1 APORTE ENERGÉTICO**

El aporte energético es similar al de la leche natural aunque tanto éste como la composición general de nutrientes dependerán de los ingredientes que se le añadan a la leche fermentada (Montero et al, 2003).

### **2.3.2 PROTEÍNAS**

El valor proteico de las leches fermentadas es similar al de la leche de partida. La diferencia entre ambos alimentos radica en la mejor digestibilidad de las proteínas en las leches fermentadas debido a las enzimas proteolíticas de los microorganismos fermentadores que hidrolizan parcialmente las proteínas. Por esto, el valor nutricional aumenta respecto a la leche líquida (Montero et al, 2003).

La acción proteolítica de las bacterias producida durante la fermentación junto con la acidez y la coagulación de la caseína mejoran la asimilación y digestión de este macronutriente por lo que el valor biológico de la fracción nitrogenada del yogur es mayor que el de la leche de partida (Montero et al, 2003).

### **2.3.3 HIDRATOS DE CARBONO**

La transformación más importante que realizan los microorganismos durante la fermentación es el paso de lactosa a ácido láctico, con la consiguiente disminución de lactosa hasta casi el 50%. Actualmente, en el proceso de elaboración industrial, las leches fermentadas se enriquecen con leche en polvo por lo que el contenido final de lactosa es más o menos similar al de la leche líquida de partida. Aun así, este proceso

mejora la asimilación y digestión de este hidrato de carbono respecto a la leche líquida (Montero et al, 2003).

Por otra parte, la presencia de ácido láctico también favorece la asimilación de calcio (Montero et al, 2003).

#### **2.3.4 GRASAS**

El contenido lipídico de las leches fermentadas dependerá principalmente del contenido graso de la leche de partida, es decir, si la leche empleada es entera, semidesnatada o desnatada (Montero et al, 2003).

Las bacterias fermentadoras también actúan sobre el componente graso de la leche generando derivados más fácilmente digeribles debido a que hidrolizan una pequeña porción de la grasa, produciendo ácidos grasos libres, que aumentan respecto a la leche de partida, aunque el perfil graso total no varía mucho. La materia grasa variará en función de las especies bacterianas utilizadas (Montero et al, 2003).

#### **2.3.5 MINERALES**

Estos productos, al igual que la leche líquida de la que proceden, son ricos en diversos minerales como magnesio, zinc, fósforo y principalmente calcio (Montero et al, 2003).

Aunque las cantidades de estos nutrientes no varían significativamente respecto a la leche líquida, debido a la disminución del pH (por la presencia del ácido láctico) durante la fermentación, el calcio y el fósforo pasan a forma soluble y las caseínas libres del calcio precipitan facilitando así la acción de las enzimas proteolíticas, lo que favorece la digestibilidad de estos minerales (Montero et al, 2003).

#### **2.3.6 VITAMINAS**

El valor vitamínico de las leches fermentadas es difícil de establecer debido a que sobre él influyen diversos factores:

Por un lado los microorganismos asimilan unas vitaminas y sintetizan otras. Los cultivos iniciadores del yogur favorecen la síntesis de vitaminas del grupo B y utilizan otras para su propio desarrollo. Su acción suele disminuir el contenido vitamínico global, menos el de ácido fólico (Montero et al, 2003).

Por otra parte, el tratamiento tecnológico aplicado a la leche de partida (tratamiento térmico y almacenamiento) suele destruir parte de las vitaminas y determina, en gran medida, el contenido vitamínico total de las leches fermentadas (Montero et al, 2003).

Por último, la presencia de vitaminas liposolubles irá en función del contenido graso de la leche de partida (Montero et al, 2003).

En la tabla 2.1 se muestran la composición nutricional de algunos yogures de la marca yogurísimo.

**Tabla 2.1**  
**Composición química de algunos tipos de yogurt**

<b>Producto (por 100g de alimento)</b>	<b>Kcal</b>	<b>HC (g)</b>	<b>Prot (g)</b>	<b>Lip (g)</b>	<b>Cal (mg)</b>	<b>Fe (mg)</b>
<b>Yogurt entero Yogurísimo con cereales</b>	61,2	10,4	2,0	1,3	61,6	0,5
<b>Yogurt entero Yogurísimo batido saborizado</b>	50,0	7,5	1,8	1,4	32,6	65,0
<b>Yogurt entero Yogurísimo bebible saborizado</b>	78,4	11,7	3,0	2,2	96,0	
<b>Yogurt entero Yogurísimo firme saborizado</b>	78,4	11,7	3,0	2,2	96,0	

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla 2.1 las cantidades están expresadas en gramos por cada 100 gramos de alimentos para hidratos de carbono (HC), proteínas (P), grasas (G) y en miligramos cada 100 gramos para Calcio y Hierro (Crocco, 2014).

### **2.3 DIFERENCIA DE PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS**

Los probióticos no son más que microorganismos vivos que se añaden a alimentos o que se presentan por su modo de elaboración en algunos productos alimenticios, tales como el yogur, al cual se inoculan lactobacilos para lograr el producto final (Gottau, 2012).

Sobre los probióticos podemos decir que éstos llegan vivos al intestino y junto a las bacterias que están presentes allí, mejoran el funcionamiento de este órgano y constituyen una excelente barrera de defensa que refuerza el sistema inmunológico (Gottau, 2012)..

Por su parte, los prebióticos no son microorganismos vivos, la diferencia con los probióticos es que éstos son simplemente sustancias que estimulan el crecimiento de los probióticos y otras bacterias que se encuentran en nuestro organismo como constituyentes de la flora intestinal (Gottau, 2012).

Los prebióticos actúan junto a los probióticos, repoblando la flora intestinal y optimizando sus funciones a favor de la salud de nuestro organismo (Gottau, 2012).

#### **2.4.1 SIMBIÓTICO**

La combinación de prebióticos con probióticos se ha definido como simbiótico, la cual beneficia al huésped mediante el aumento de la sobrevivencia e implantación de los microorganismos vivos de los suplementos dietéticos en el sistema gastrointestinal (De Las Cagigas y Blanco, 2002).

Aún está poco estudiada esta combinación, que podría aumentar la supervivencia de las bacterias en su fase de tránsito intestinal y por tanto, aumentaría su potencialidad para desarrollar su función en el colon. Se ha descrito un efecto sinérgico entre ambos, es decir, los prebióticos pueden estimular el crecimiento de cepas específicas y por tanto contribuir a la instalación de una micro flora bacteriana específica con efectos beneficiosos para la salud. La composición de la flora intestinal puede ser modificada por la ingesta de alimentos suplementados con prebióticos, probióticos o ambos (simbióticos) (De Las Cagigas y Blanco, 2002).

#### **2.4 LAS BACTERIAS DEL YOGURT COMO PROBIÓTICOS**

Los probióticos son microorganismos, bacterias o levaduras no patógenas y no tóxicas, que contribuyen al equilibrio de la flora intestinal. El papel esencial de los

probióticos es garantizar una buena higiene digestiva favoreciendo la degradación y la absorción de algunos alimentos (Longo y Bauman, 2002).

Por otra parte, permiten prevenir los trastornos intestinales evitando la colonización y el desarrollo de gérmenes patógenos, estimulando el sistema inmunitario (Longo y Bauman, 2002).

Además, son una fuente de vitaminas, sobre todo del grupo B, y de sales minerales asimilables. En general, regulando las funciones del colon, mejoran la salud (Longo y Bauman, 2002).

Entre los principales probióticos conocidos se incluyen los siguientes (Longo y Bauman, 2002):

- ❖ *Lactobacillus*.
- ❖ *Lactococcus*.
- ❖ *Bifidobacterium bifidum*.
- ❖ *Saccharomyces boulardi*.
- ❖ *Streptococcus termophilus*.
- ❖ *Leuconostoc*.

Estos microorganismos consiguen que el producto tenga las siguientes características (Cordova, 2006):

- ❖ Una acidez importante, lo que dificulta el crecimiento de otros microorganismos alterantes.
- ❖ Que el número alcanzado sea elevado, impidiendo así la existencia de otros microorganismos.
- ❖ Que tenga además un sabor agradable.

- ❖ Grasas y proteínas sufren una pre-digestión, transformándose en sustancias más sencillas y digeribles por parte de nuestro organismo (aminoácidos y ácidos grasos libres).
- ❖ Reduce intolerancia a la lactosa.
- ❖ Estimulación del sistema inmunológico de nuestro cuerpo contra las infecciones.
- ❖ Su dosis recomendada es de 10 bacterias / ml. esto equivale a 100ml. de yogurt por día.

## **2.5 IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y TERAPÉUTICA DEL YOGURT**

Durante el proceso de fermentación, se producen en la leche numerosas modificaciones, algunas de las cuales hacen que el yogurt sea un producto con mayor valor nutritivo que la leche (Mahaut et al, 2004).

### **2.6.1 MEJORA DE LA ABSORCIÓN DE LA LACTOSA**

La lactosa es el componente más afectado por estas modificaciones, ya que aproximadamente un 30% de la misma es transformado en galactosa y ácido láctico por acción de las bacterias lácticas. La presencia de bacterias lácticas viables en el yogurt permite una mejor asimilación de la lactosa a las personas que son deficitarias en lactasa (Mahaut et al, 2004).

### **2.6.2 AUMENTO DE LA DIGESTIBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS**

El yogurt es dos veces más fácil de digerir que la leche antes de la fermentación y contiene dos veces más de aminoácidos libres; estas características son el resultado del tratamiento térmico, de la acidificación, y de la actividad proteolítica de las bacterias (Mahaut et al, 2004).

### **2.6.3 MEJORA LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA GRASA**

Aunque las bacterias lácticas no tienen una gran actividad lipolítica, se produce un aumento significativo del contenido de ácidos grasos libres en el yogurt. Además, la

homogenización mejora la digestibilidad al aumentar la superficie de los glóbulos grasos (Mahaut et al, 2004).

#### **2.6.4 ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA**

El yogurt tiene una acción preventiva contra las infecciones gastrointestinales. El efecto beneficioso del yogur en el tratamiento de las diarreas infantiles ha sido claramente demostrado por numerosos investigadores. Además del ácido láctico, las bacterias del yogurt producen sustancias antimicrobianas y probióticas (Mahaut et al, 2004).

#### **2.6.5 ACCIÓN ANTICOLESTEREMICA**

El consumo de yogurt ayuda a prevenir las enfermedades coronarias y es mucho más eficaz que la leche para mantener bajo los niveles de colesterol sanguíneo (Mahaut et al, 2004).

### **2.6 YOGURT AFLANADO**

Llamado también “set yogurt”. El yogurt aflanado, después de inoculado es envasado en los envases de venta e incubados, los cuales deberán ser manipulados y transportados con cuidado a fin de no romper el coagulo. Normalmente tienen más sólidos de leche que el yogurt batido, a fin de obtener un coagulo firme y no producir sinéresis, que es uno de los principales defectos de este tipo de yogurt (Scribd, 2015).

#### **2.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL YOGURT AFLANADO**

En la tabla 2.2 se detallan las características de yogurt aflanado natural, yogurt aflanado saborizado y yogurt aflanado saborizado batido.

**Tabla 2.2**  
**Características organolépticas generales del yogurt aflanado natural y saborizado**

<b>Atributo</b>	<b>Yogurt natural (Aflanado)</b>	<b>Yogurt saborizado (Aflanado)</b>	<b>Yogurt saborizado (batido)</b>
<b>a) Superficie</b>	Suave como porcelana, sin separación de suero	Suave como porcelana, sin separación de suero	Apariencia homogénea, suficientemente batido, sin separación de suero
<b>b) Color</b>	Natural de la leche	Color correspondiente al sabor adicionado	Del correspondiente saborizante
<b>c) Condiciones de frescura</b>	Apariencia fresca	Apariencia fresca	Apariencia fresca
<b>Olor</b>	Característica de la leche acidificada	Típico del saborizante adicionado acidificado	Típico del saborizante adicionado acidificado
<b>Sabor</b>	Típico, característico, agradable, de ligero a medianamente ácido	Típico, del saborizante, agradable, de ligero a medianamente ácido	Típico, del saborizante, agradable, de ligero a medianamente ácido
<b>Consistencia</b>	Casi cortable. Ligeramente aflanado, sin separación de suero	Ligeramente aflanado, firme sin separación de suero	Cre moso, viscoso no pastoso

**Fuente: Scribd, 2015**

## **2.7 DEFINICIÓN DE LECHE**

“Leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas”. Las características principales que se tienen en cuenta para medir la calidad de la leche son: densidad, acidez, grasa y sólidos no grasos, cantidad de leucocitos, gérmenes patógenos y presencia de antisépticos, antibióticos y sustancias alcalinas. El calostro, es el producto segregado por la glándula mamaria inmediatamente después del parto de la vaca, es una sustancia que presenta una composición muy diferente a la leche y contiene una cantidad de proteínas en el suero, especialmente inmunoglobulinas que son necesarias para la

nutrición del ternero, pero que su presencia daña la calidad de la leche en la medida que se gelifica con el calentamiento de la leche por ejemplo a uno 80 °C, produciendo la coagulación de la leche (UNAD, 2016).

### **2.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE**

La leche presenta las siguientes características (INCE, 2015):

- Sabor y Olor: La leche, producida bajo condiciones adecuadas, tiene un gusto ligeramente dulce y tenue, sabor aromatizado. El sabor dulce proviene de la lactosa y el aroma principalmente de la grasa.
- Color: La leche, normalmente, tiene un color ligeramente blanco–amarillento, debido a la grasa y la caseína, así como pequeñas cantidades de materia colorante. La grasa y la caseína existen en la leche en suspensión en un estado finamente dividido, de ahí que impidan que la luz pase a través de ella.
- Densidad específica: Significa el peso de un volumen dado de la leche comparado con el mismo volumen de agua, al mismo grado de temperatura. La densidad específica media de la leche es 1,030 a 1,034 a 15 °C.
- Punto de Ebullición: El punto de ebullición de la leche varía entre 100 y 101°C.
- Viscosidad: La leche es un poco más espesa o viscosa que el agua a causa de los sólidos contenidos en ella.
- pH: Una leche fresca normalmente es neutra o ligeramente ácida, más o menos como el agua pura, que posee un pH 7 a 20 °C. Si el pH es menor que 6,5 la leche es ácida.
- Acidez Valorable: Oscila 0,16 y 0,18% de ácido lácteo, la cual sirve como una indicación de la calidad higiénica de la leche, ya que una elevación de la misma es la consecuencia del crecimiento de bacteria.

## **2.8 USOS DEL ALMIDÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS**

El empleo de los almidones es amplio, y se usan fundamentalmente en aplicaciones en las que se necesite incrementar la viscosidad del alimento que se esté preparando, darle consistencia y estabilidad. Entre las principales ventajas del empleo de los almidones vale la pena resaltar las siguientes: Aumentan la estabilidad de la mezcla y/o producto, mejoran las características del rebanado, incrementan la viscosidad de productos, estabilidad a altas temperaturas (Acosta-Blanco, 2013).

## **2.9 ALMIDÓN DE YUCA**

Es un polvo fino, blanco e insípido. El almidón natural pertenece a la familia de los carbohidratos y está constituido por 17% de cadenas lineales (Amilasa) y 83% de cadenas ramificadas (Amilopectina). Es extremadamente versátil y alcanza una alta eficiencia en todas sus aplicaciones (Fretes, 2010).

### **2.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE YUCA**

El almidón es quizás el polímero natural más importante que existe y es la mayor fuente de energía obtenida de varias plantas. Se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz, sorgo), en tubérculos (papa), en raíces (yuca, batata, arrurruz), en semillas de leguminosas (frijoles, lentejas, guisantes), frutas (bananas y manzanas y tomates verdes), troncos (palma sago) y hojas (tabaco). El alto contenido de almidón de la yuca y su mayor proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón, hace de este un importante cultivo industrial además de ser un cultivo alimenticio rico en calorías. El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, dispersión y de esta manera poder usarlo en diferentes aplicaciones industriales que requieren ciertas propiedades particulares (Aristizábal y Sánchez, 2007).

El almidón de yuca tiene una temperatura de gelatinización relativamente baja en comparación con otros almidones, la cual varía de 49 a 64 °C ó de 62 a 73 °C (Moorthy, 2004), según la variedad, constitución genética y el ambiente de desarrollo del cultivo. El rango de temperatura de gelatinización para este producto, concuerda con la temperatura reportada por Karam de 62 °C (Aristizábal y Sánchez, 2007).

En cuanto al contenido energético, se observa en la tabla 2.3, que éstos productos son una buena fuente calórica; la yuca con un contenido en carbohidratos del 86,9% base seca, es que provee un mayor aporte calórico en Kcal/100 g b.s (Aristizábal y Sánchez, 2007).

**Tabla 2. 3**  
**Contenido calórico de algunos almidones de origen tropical**

<b>Raíz o tubérculo</b>	<b>Materia seca (g/100g de producto seco)</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Carbohidratos totales</b>	<b>Fibra total</b>	<b>Energía (kcal)</b>
		g/100g base seca				
<b>Yuca</b>	31,3	2,7	0,62	86,9	7,9	364
<b>Papa</b>	22,2	9,2	0,50	66,7	9,3	316
<b>Camote</b>	30,8	5,3	1,95	78,2	10,2	351
<b>Ñame</b>	31,1	6,4	0,42	72,8	17,9	318

**Fuente: Aristizábal y Sánchez, 2007**

Fibra e índice glicémico. De acuerdo a un estudio realizado, se señala la importancia de la fibra sobre la salud y su relación con la mejora del proceso digestivo, igualmente sobre la importancia que tiene ésta en el tratamiento de enfermedades tales como la diabetes, por su influencia positiva sobre el índice glicémico. El cuadro 2.4 se muestra la variación en los resultados obtenidos tanto en relación al contenido de fibra así como la respuesta obtenida de índice glicémico. El índice glicémico corresponde a una medición de la absorción de la glucosa en el organismo, y de los datos del estudio, se muestra que resulta ligeramente diferente para personas con diabetes en comparación con las personas que no padecen esta enfermedad (Aristizábal y Sánchez, 2007).

**Tabla 2. 4**  
**Contenido de fibra dietética e índice glicémico de algunas raíces de origen tropical**

Ejemplo	Fibra dietética (g/100g m.s)			Índice glicémico	
	Total	Insoluble	Soluble	Normal	Diabético
Ñame	11	8	3	41	33
Camote	7	3	4	48	48
Yuca	3	2	1	53	52
Ñampi	12	8	4	46	46

**Fuente: Aristizábal y Sánchez, 2007**

En relación al contenido de fibra soluble es similar para todos los productos. Otro aspecto interesante es que a menor contenido de fibra total, tal es el caso de la yuca y el camote, los valores de índice glicémico son mayores (Aristizábal y Sánchez, 2007).

## 2.10 INSUMOS

Los insumos utilizados en la elaboración de yogurt son:

### 2.11.1 LECHE EN POLVO

La leche en polvo ayuda al desarrollo de una variedad de nuevos productos lácteos. La leche en polvo proporciona sabor y funcionalidad en productos lácteos como queso, helado, yogurt y leche recombinaada (Portalechero, 2003).

#### 2.11.1.1 FUNCIÓN DE LA LECHE EN POLVO EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT

Las funciones que cumplen son (Portalechero, 2003):

- **Aumenta el valor nutricional:** La leche en polvo proporciona un valor nutricional excepcional a los productos lácteos. Es una fuente de proteína de buena calidad, con aminoácidos fácilmente digeribles. La leche en polvo tiene alto contenido de calcio y vitaminas solubles, se puede utilizar para fortificar productos lácteos.
- **Agua ligada:** La capacidad de ligar agua se refiere a la capacidad del gel a retener agua bajo ciertas condiciones. Esta agua, incluida en la estructura tridimensional del gel, mejora el rendimiento y la percepción sensorial. La

propiedad de ligar agua de la leche en polvo es muy importante en la formulación de productos lácteos bajos en grasa.

- **Color:** La leche en polvo mejora la apariencia de productos lácteos, particularmente la de los productos bajos en grasa. Eliminar la grasa de productos lácteos produce cambios en su apariencia, especialmente blancura y opacidad, ya que los glóbulos de la grasa de leche reflejan la luz y proporcionan blancura. La leche en polvo restablece la apariencia en los productos lácteos bajos en grasa.
- **Sabor/Aroma:** La leche en polvo mejora el sabor de los productos lácteos. Muy poco sabor se debe a las proteínas lácteas, las cuales son muy insípidas y no proporcionan sabores discordantes. La mayoría del sabor se debe a la grasa de la leche, la cual añade gusto a ciertos productos lácteos.. El punto de fusión bajo de la grasa láctea asegura que se libere todo el sabor.

### 2.11.2 AZÚCAR

El azúcar es una sustancia de sabor dulce y color blanco, cristalizada en pequeñísimos granos, que se obtiene primordialmente de la remolacha, en el caso de los países con climas templados y en aquellos con características climáticas tropicales, de la caña de azúcar, a partir de la concentración y la cristalización de su jugo (Ramos, 2015).

En cuanto a textura el azúcar proporciona volumen a los alimentos y esto influye en las sensaciones que se producen en la boca al consumirlos. La fermentación es un proceso en el que los microorganismos en ausencia de oxígeno generan energía mediante la oxidación de hidratos de carbono, como el azúcar. Así, es común añadir azúcar en la elaboración de muchos productos de alimentos y bebidas cotidianos como el yogur, el vinagre, el vino, la cerveza, el queso o la salsa de soja (Ramos, 2015).

### **3.1 DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL**

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca”, se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO, UTENSILIOS DE COCINA E INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO**

Para la realización de la parte experimental del trabajo de investigación se utilizaron diferentes equipos, instrumentos de laboratorio y materiales de cocina, proporcionados por el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); Los cuales serán utilizados de acuerdo al proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca.

#### **3.2.1 EQUIPOS DE PROCESO**

Los equipos utilizados en la elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca son:

##### **3.2.1.1 TERMOSTATO**

En la figura 3.1, se muestra el termostato que se utilizó para realizar la fermentación del yogurt aflanado natural con almidón de yuca. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 3.1. Este equipo pertenece al Laboratorio de Química, pero actualmente se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

**Figura 3. 1  
Termostato**



**Fuente: L.T.A, 2017**

**Tabla 3. 1**  
**Especificaciones técnicas del termostato**

<b>Modelo</b>	<b>854 schwabach 770-331 W720</b>
<b>Marca</b>	memmet
<b>Potencia conectada</b>	270-1100 W
<b>Tiempo y temperatura máxima</b>	12h-100°C

Fuente: L.T.A, 2017

### 3.2.1.2 BATIDORA ELÉCTRICA

En la figura 3.2 se muestra el equipo utilizado en la homogenización de la leche y en la tabla 3.2 se detallan las especificaciones técnicas de la batidora eléctrica.

**Figura 3. 2**  
**Batidora eléctrica**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. 2**  
**Especificaciones técnicas de la batidora**

<b>Marca</b>	<b>Oster</b>
<b>Potencia (motor)</b>	250W
<b>Velocidades</b>	6

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.3 COCINA INDUSTRIAL

En la figura 3.3 se muestra la cocina a gas licuado, utilizado para preparar el baño maría indispensable para la pasteurización de la leche. Las especificaciones técnicas de la cocina industrial se detallan en la tabla 3.3. Este equipo pertenece al Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A), de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

**Figura 3.3**  
**Cocina industrial**



**Fuente: L.T.A, 2017**

**Tabla 3.3**  
**Especificaciones técnicas de la cocina industrial**

<b>Material</b>	<b>Acero inoxidable</b>
<b>Numero de hornallas</b>	<b>2</b>

**Fuente: L.T.A, 2017**

#### **3.2.1.4 FREEZER**

En la figura 3.4 se muestra el freezer, utilizado para realizar el enfriamiento y almacenamiento del producto terminado. Las especificaciones técnicas del freezer se detallan en la tabla 3.4. Este equipo pertenece al Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A), de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

**Figura 3.4**  
**Freezer**



**Fuente: L.T.A, 2017**

**Tabla 3. 4**  
**Especificaciones técnicas del Freezer**

<b>Marca</b>	<b>CONSUL</b>
<b>Capacidad de congelación</b>	33,7 Kg
<b>Potencia conectada</b>	266 W
<b>Frecuencia</b>	50 Hz

**Fuente: L.T.A, 2017**

### **3.2.2 INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO**

Los instrumentos y materiales utilizados durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo son detallados a continuación:

#### **3.2.2.1 BALANZA ANALÍTICA DIGITAL**

En la figura 3.5 se muestra la balanza analítica utilizado para realizar la dosificación de insumos para elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca y en la tabla 3.5 se detallan las especificaciones técnicas de la balanza analítica. Este instrumento pertenece al Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

**Figura 3.5**  
**Balanza analítica digital**



**Fuente: L.T.A, 2017**

**Tabla 3.5**  
**Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital**

<b>Industria</b>	<b>Switzerland</b>
<b>Marca</b>	METTER TOLEDO
<b>Modelo</b>	PB 1502
<b>Potencia</b>	5W
<b>Capacidad mínima-máxima</b>	0,5g-1510g
<b>Error</b>	0,01g

**Fuente: L.T.A, 2017**

### 3.2.2.2 pH-METRO DE MESA

En la figura 3.6 se muestra el instrumento utilizado para realizar los controles de pH durante el proceso de elaboración del producto y en la tabla 3.6 se detallan las especificaciones técnicas del pH-metro de mesa. Este instrumento pertenece al Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A), de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

**Figura 3.6**  
**pH-metro de mesa digital**



**Fuente: L.T.A, 2018**

**Tabla 3.6**  
**Especificaciones técnicas de pH-metro de mesa digital**

<b>Marca</b>	<b>HANNA</b>
<b>Rango</b>	pH=0,00-14,00
<b>Resolución</b>	pH 0,1 T 0,5°C

**Fuente: L.T.A, 2017**

### 3.2.2.3 REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

En la figura 3.7 se muestra el instrumento utilizado para realizar el control fisicoquímico (°Brix), durante el proceso de elaboración del producto. En la tabla 3.7

se detalla las especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo. Este instrumento pertenece al Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A), de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

**Figura 3. 7**  
**Refractómetro de bolsillo**



**Fuente: L.T.A, 2017**

**Tabla 3.7**  
**Especificación técnica del refractómetro de bolsillo**

<b>Escala de medición</b>	<b>0,0-30%</b>
<b>Exactitud de medición</b>	Brix=0,2% (10-30°C)
<b>Volumen de muestra</b>	10μl o mas
<b>Clase de protección internacional</b>	IP65P Protección al polvo y chorros de agua (excepto ocular)
<b>Tamaño y peso</b>	3,3x3,3x20,4 cm, 160g

**Fuente: L.T.A, 2017**

### 3.2.3 MATERIAL DE LABORATORIO

El material de laboratorio a ser utilizado durante el desarrollo del trabajo de investigación se detalla en la tabla 3.8.

**Tabla 3. 8**  
**Materiales de laboratorio**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Calidad</b>
<b>Bureta</b>	1	30 ml	Vidrio
<b>Vasos precipitados</b>	2	100 ml	vidrio
<b>Erlenmeyer</b>	4	50 ml	Vidrio
<b>Probeta</b>	1	100 ml	plástico
<b>Espátula</b>	1	normal	metálico
<b>Soporte universal</b>	1	normal	metálico
<b>Termómetro de alcohol</b>	1	normal	vidrio
<b>Piseta</b>	1	normal	plástico
<b>Pipeta</b>	2	2 ml	vidrio
<b>Pipeta</b>	1	5 ml	vidrio
<b>Paleta de mastitis</b>	1	normal	plástico
<b>Jarra graduada</b>	1	250 ml	plástico
<b>Jarra graduada</b>	1	1lt	plástico

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.2.4 UTENSILIOS

Los utensilios de cocina que serán necesarios para la elaboración del trabajo de investigación se detallan en la tabla 3.9.

**Tabla 3. 9**  
**Utensilios**

<b>Utensilios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Calidad</b>
<b>Olla</b>	1	2 lt	Acero inoxidable
<b>Olla</b>	1	3lt	Acero inoxidable
<b>Envases</b>	80	160 ml	Plástico
<b>Cuchara</b>	1	Normal	Acero inoxidable
<b>Batidor de mano</b>	1	Normal	Acero inoxidable

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.3 MATERIA PRIMA (LECHE CRUDA)

La materia prima utilizada para realizar el trabajo de investigación fue leche cruda entera obtenida del proveedor de la granja lujan de la ciudad de Tarija.

### 3.4 REACTIVOS E INSUMOS ALIMENTARIOS

Los reactivos e insumos alimentarios necesarios para la elaboración del yogurt afianado natural con almidón de yuca se detallan a continuación:

### 3.4.1 REACTIVOS QUÍMICOS DE GRADO ALIMENTICIO

Los reactivos químicos necesarios para la elaboración del trabajo de investigación se detallan en la tabla 3.10

**Tabla 3.10**  
**Reactivos químicos de grado alimenticios**

Insumos	Estado	Procedencia	Marca
Cultivo lácteos para yogurt	sólido	Bolivia	ANSENS
Sorbato de potasio	sólido	Bolivia	Escencial
Fosfato de sodio	sólido	Bolivia	Escencial
Saborizante	líquido	Bolivia	Escencial
Colorante	líquido	Bolivia	Escencial
Agua filtrada	líquido	Tarija	L.T.A

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2 INSUMOS ALIMENTARIOS

Los insumos alimentarios que se utilizaron en el trabajo de investigación, se detallan en la tabla 3.11 y en la tabla 3.12 se detalla la composición nutricional del almidón de yuca utilizado en 20g.

**Tabla 3.11**  
**Insumos alimentarios**

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Leche entera en polvo	sólido	Tarija	Pil Tarija S.A
Azúcar	sólido	Bermejo	IPSA
Almidón de yuca	sólido	Santa cruz	Yucabol

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.12**  
**Información nutricional del almidón de yuca (Yucabol)**

Valor energético	3%
Fibra alimentaria	6%
carbohidratos	5%

Fuente: Yucabol, 2017

### 3.5 REACTIVOS QUÍMICOS DE LABORATORIO

Los reactivos utilizados en el seguimiento de control de acidez, pH y mastitis en el proceso de elaboración del trabajo de investigación se detallan en la 3.13.

**Tabla 3.13**  
**Reactivos químicos de laboratorio**

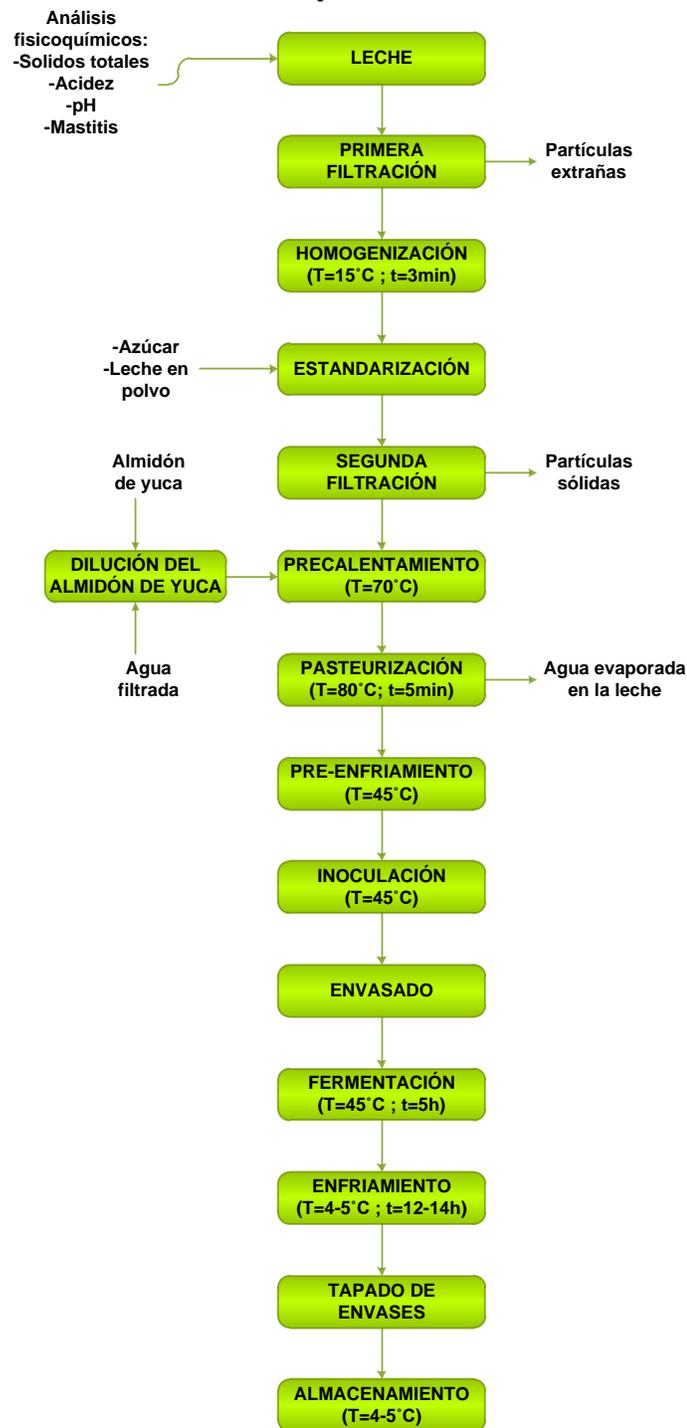
<b>Reactivos</b>	<b>Concentración</b>	<b>Unidad</b>	<b>Industria</b>
<b>Solución de NaOH 1N</b>	0,10	ml	Argentina
<b>Fenolftaleína</b>	5	%	Argentina
<b>Agua destilada</b>	-	-	-

**Fuente: Elaboración propia**

### **3.6 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

En la figura 3.8 se muestra el diagrama de flujo y las diferentes etapas del proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón yuca, proceso adaptado de (Bauman, 2007).

**Figura 3. 8**  
**Diagrama de proceso de elaboración de yogurt afluado natural con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

### **3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para el proceso de elaboración de yogurt aplanado natural con almidón de yuca se necesita realizar las siguientes etapas:

#### **3.6.1.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA (LECHE CRUDA)**

El producto a ser obtenido depende directamente de la calidad de la materia prima por lo que se procedió a medir los siguientes parámetros de acuerdo a la técnica empleada (Anexo F):

- ❖ Análisis de mastitis: Se procedió a introducir en la paleta para determinar la presencia de mastitis, 3 gotas del reactivo indicador y 2 ml de leche donde no se evidenció presencia de mastitis (-).
- ❖ Acidez titulable: se procedió a titular la muestra con hidróxido de sodio 0,1N, utilizando como indicador fenolftaleína al 5% obteniendo un porcentaje acidez de 0,179% de ácido láctico.
- ❖ Determinación de pH: El pH se determinó con el pH-metro de mesa digital en el LTA, obteniéndose un valor de 6,87.
- ❖ Medición de sólidos totales: Con el uso de refractómetro de bolsillo (0-26%) se tuvo una lectura de 8,5 (°Brix).

#### **3.6.1.2 PRIMERA FILTRACIÓN DE LA LECHE CRUDA**

La filtración se realizó utilizando un tamiz de plástico con una malla filtrante de 0,02mm de abertura para leche, con el fin de evitar el paso de partículas extrañas a la etapa de homogenización. Posteriormente la leche se pasa al recipiente de proceso de acero inoxidable.

#### **3.6.1.3 HOMOGENIZACIÓN DE LA LECHE CRUDA**

Para la homogenización de la leche cruda, se utilizó una batidora eléctrica la cual tiene 6 velocidades y se utilizó la velocidad máxima de 6, por un tiempo de 3 min a una temperatura de 15°C, con finalidad de evitar la formación de nata y mejorar el

sabor, ya que con la homogenización de la leche se reducen los glóbulos de grasa, la emulsión de grasa se hace más estable y las grasa no se degrada.

#### **3.6.1.4 ESTANDARIZACIÓN DE LA LECHE**

Para realizar la estandarización de la leche, el contenedor de leche se sometió a baño maría para atemperar la leche de 15°C a 30°C, alcanzada la temperatura se procede a sacar 250ml de leche en una jarra graduada de plástico para diluir la mezcla de azúcar y leche en polvo.

#### **3.6.1.5 SEGUNDA FILTRACIÓN**

La filtración se realizó utilizando un tamiz de plástico con una malla filtrante de 0,02mm de abertura para leche, con el fin de evitar el paso de partículas sólidas provenientes de la mezcla de azúcar y leche en polvo. La leche filtrada es incorporada nuevamente al recipiente de proceso de acero inoxidable.

#### **3.6.1.6 DILUCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA**

La dilución del almidón yuca se realizó en un vaso precipitado de 100ml, donde se procedió a diluir el almidón de yuca con agua filtrada con la ayuda de una espátula metálica.

#### **3.6.1.7 PRECALENTAMIENTO**

La leche estandarizada se precalentó a una temperatura de 70°C, para optimizar la incorporación del almidón ya que a una temperatura mayor existe la formación de grumos, alcanzada la temperatura se adiciona el almidón de yuca diluido mezclando la preparación con la ayuda de un batidor de mano de acero inoxidable, con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

#### **3.6.1.8 PASTEURIZACIÓN**

Una vez obtenida la mezcla acondicionada con almidón de yuca se procede a realizar la pasteurización, por lo que se elevó la temperatura de la mezcla acondicionada a 80°C por 5 min, con la finalidad de esterilizar la mezcla acondicionada y así también dar lugar a la coagulación ácida por los microorganismos del cultivo láctico para yogurt.

### **3.6.1.9 PRE-ENFRIAMIENTO**

Finalizada la pasteurización se procede a enfriar rápidamente la mezcla obtenida desde 80°C a 45°C, para dar lugar a la acción de las bacterias lácticas de yogurt.

### **3.6.1.10 INOCULACIÓN**

Para pesar el cultivo láctico se utilizó un envase plástico de 50 ml de capacidad y una espátula de acero inoxidable, ambos materiales previamente desinfectados con alcohol etílico 70° “SQF”. Para poder activar las bacterias lácticas del yogurt se disolvió previamente con 40ml de leche a 45°C, realizada la disolución de las bacterias lácticas se incorpora a la mezcla acondicionada a 45°C, mezclando con la ayuda de un batidor de mano de acero inoxidable para una incorporación homogénea del cultivo láctico.

### **3.6.1.11 ENVASADO**

Para realizar el envasado se procedió a esterilizar la mesa de trabajo y jarra de plástico graduada con la finalidad de evitar la contaminación del cultivo en el momento del envasado. El envasado se realiza en envases plásticos de 180ml de capacidad previamente esterilizados con alcohol etílico 70° “SQF” para evitar la contaminación del cultivo.

### **3.6.1.12 FERMENTACIÓN**

Para realizar la fermentación, el termostato se ubicó en una mesa de acero inoxidable donde no haya la intervención de agentes físicos o químicos.

Una vez finalizado el envasado inmediatamente se ordena el producto envasado en el termostato para dar inicio a la fermentación láctica, para lo cual previamente se atempero el agua del termostato a una temperatura de 45°C por 5 horas.

### **3.6.1.13 ENFRIAMIENTO**

Finalizado el tiempo de fermentación los envases se refrigeran rápidamente en un freezer con la finalidad de parar la fermentación del yogurt aplanado, por un tiempo de 12h a una temperatura de 4-5°C. Esta etapa requiere de un estricto control de inocuidad, ya que el enfriamiento se realiza sin tapar los envases ya que de lo

contario existe una condensación de agua que interviene directamente con el producto, dando lugar a la contaminación del mismo.

#### **3.6.1.14 TAPADO DE LOS ENVASES**

El tapado de los envases tiene la finalidad de proteger el producto del medio ambiente, las tapas son desinfectadas previamente con alcohol etílico 70° “SQF”, para evitar la contaminación del producto final.

#### **3.6.1.15 ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento del producto se realizó en un freezer a una temperatura de 4-5°C, Con la finalidad de mantener las características organolépticas del producto.

### **3.7 METODOLOGÍA PARA OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

La metodología para la obtención de resultados se realizó en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) ubicado en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, donde se determinaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima y del producto final. Para la obtención de los resultados experimentales se realizaron test de evaluación sensorial a escala hedónica.

#### **3.7.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA (LECHE CRUDA) Y PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 3.14 se describen los parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica de la leche cruda y producto terminado, que se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.14**  
**Métodos de análisis fisicoquímicos en materia prima y producto terminado**

Parámetros	Método	Unidades
Proteína total (Nx6,38)	NB/ISO 8968-1:08	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Ceniza	NB 39034:10	%
Humedad	NB 313010:05	%
Sólidos totales	NB 231:1-1998	%
Acidez (como ac.láctico)	NB 229:98	%
pH (20°C)	SM 4500-H-B	-
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
Calcio	Absorción atómica	mg/ 100g
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/ 100g
Hierro	Absorción atómica	mg/ 100g

**Fuente: CEANID, 2017**

### 3.7.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA (LECHE CRUDA) Y PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 3.15 se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica de la leche cruda y producto final que se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.15**  
**Métodos de análisis microbiológicos en materia prima y producto terminado**

Parámetros	Método	Unidades
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g

**Fuente: CEANID, 2017**

### 3.8 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora,

para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas (García, 2002).

En la tabla 3.15 se detallan las evaluaciones sensoriales, que se utilizaron para caracterizar las propiedades organolépticas durante el trabajo de investigación.

**Tabla 3.16**  
**Evaluaciones sensoriales**

<b>Evaluación sensorial</b>	<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Test</b>
<b>Muestra Patrón</b>	Consistencia	24 jueces no entrenados	Test 1 (Anexo B)
	Color		
	Aroma		
	Sabor		
	Textura		
<b>Muestra Preliminar</b>	Consistencia	25 Jueces no entrenados	Test 2 (Anexo B)
	Color		
	Aroma		
	Sabor		
	Textura		
<b>Dosificación de insumos</b>	Consistencia	21 Jueces no entrenados	Test 4 (Anexo B)
	Adhesividad		
	Olor		
	Sabor		
<b>Factor</b>	Acidez		
<b>Variación de cultivo láctico</b>	Consistencia	21 Jueces no entrenados	Test 5 (Anexo B)
	Adhesividad		
	Olor		
	Sabor		
<b>Adición de saborizante</b>	Aroma	28 Jueces no entrenados	Test 6 (Anexo B)
	Sabor		
	Color		
<b>Comparación con muestra patrón</b>	Consistencia	24 Jueces no entrenados	Test 7 (Anexo B)
	Adhesividad		
	Color		
	Sabor		
<b>Factor</b>	Acidez		
<b>Características organolépticas</b>	Consistencia	10 jueces semientrenados	Test 8 (Anexo B)
	Adhesividad		
	Color		
	Sabor		
<b>Factor</b>	Acidez		
<b>Características organolépticas (periodo 2)</b>	Consistencia	10 jueces semientrenados	Test 9 (Anexo B)
	Adhesividad		
	Color		
	Sabor		
<b>Factor</b>	Acidez		

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras (Gutierrez y De La Vara, 2008).

El diseño de experimentos es un conjunto de técnicas activas, en el sentido de que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejoría (Gutierrez y De La Vara, 2008).

El diseño factorial utilizada en el trabajo experimental, se muestra en la ecuación:

$$2^k \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Dónde:

- $2 = \text{Numero de niveles}$
- $k = \text{Número de variables}$

#### 3.9.1 DISEÑO FACTORIAL $2^k$

El objetivo de un *diseño factorial* es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, cuando se tiene el mismo interés sobre todos los factores. Un experimento  $2^k$  proporciona el menor número de ensayos con los cuales se pueden estudiar k factores en un diseño factorial completo (Gutierrez y De La Vara, 2008).

Así, la matriz de diseño o arreglo factorial es el conjunto de puntos experimentales o tratamientos que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores (Gutierrez y De La Vara, 2008).

### 3.9.2 DISEÑO FACTORIAL $2^3$ EN LA ETAPA DE FERMENTACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA

Para efectuar el diseño experimental en la etapa de fermentación del yogurt aflanado natural con almidón de yuca, se aplicó de acuerdo a la (ecuación 3.1). El diseño experimental corresponde a:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba}$$

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- Porcentaje de almidón de yuca (AY) (A) = 2 Niveles
- Porcentaje de leche en polvo (LP) (B) = 2 Niveles
- Tiempo de fermentación (TF) (C) = 2 Niveles

En la tabla 3.16 se muestra la matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de fermentación, para la elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca, compuesta por tres variables: porcentaje de almidón de yuca (A), porcentaje de leche en polvo (B) y tiempo de fermentación (C).

**Tabla 3.17**  
**Matriz experimental de las variables en la etapa de fermentación de yogurt aflanado natural con almidón de yuca**

Combinación de tratamientos	Variables			Interacciones				Respuesta
	AY	LP	TF	AY LP	AY LP	LP TF	AY LP TF	$Y_i$
(1)	-	-	-	+	+	+	-	$Y_1$
a	+	-	-	-	-	+	+	$Y_2$
b	-	+	-	-	+	-	+	$Y_3$
ab	+	+	-	+	-	-	-	$Y_4$
c	-	-	+	+	-	-	+	$Y_5$
ac	+	-	+	-	+	-	-	$Y_6$
bc	-	+	+	-	-	+	-	$Y_7$
abc	+	+	+	+	+	+	+	$Y_8$

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

$$Y_j = \text{Porcentaje de ácido láctico}$$

En la tabla 3.17, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), aplicados en la etapa de fermentación.

**Tabla 3. 18**  
**Niveles de variación de los factores en la etapa de fermentación de yogurt**  
**aflanado natural con almidón de yuca**

<b>Variables</b>	<b>Nivel superior</b>	<b>Nivel inferior</b>
<b>Almidón de yuca</b>	1,266%	1,062%
<b>Leche en polvo</b>	1,055%	0,850%
<b>Tiempo de fermentación</b>	5h	4h

#### **4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

## 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización de la materia prima (leche cruda), se tomaron en cuenta las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

### 4.1.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.1 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche extraídos del (Anexo A), realizados en el Laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.1**  
**Composición fisicoquímica de la leche cruda**

Parámetros	Unidad	Resultados
<b>Proteína total (Nx6,38)</b>	%	3,02
<b>Grasa</b>	%	3,6
<b>Hidratos de carbono</b>	%	4,82
<b>Ceniza</b>	%	0,70
<b>Humedad</b>	%	87,86
<b>Sólidos totales</b>	%	12,14
<b>Acidez (ac. láctico)</b>	%	0,18
<b>pH (20°C)</b>	-	6,7
<b>Valor energético</b>	Kcal/100g	63,73
<b>Calcio</b>	mg/ 100g	111
<b>Fosforo</b>	mg/ 100g	91,48
<b>Hierro</b>	mg/ 100g	0,08

**Fuente: CEANID, 2017**

En la tabla 4.1 se muestran los resultados fisicoquímicos de la leche cruda donde el contenido de proteína total es de 3,02%, grasa 3,6%, hidratos de carbono 4,82%, ceniza 0,70%, humedad 87,86%, sólidos totales 12,14%, acidez como ácido láctico 0,18%, pH (20°C) 6,7, valor energético de 63,73 kcal/100g, calcio 111 mg/100g, fosforo 91,48 mg/100g y hierro 0,08 mg/100g.

### 4.1.2 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.2 se muestran los resultados del análisis microbiológico, datos extraídos de (Anexo A), realizados en el Laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.2**  
**Resultados microbiológicos de la leche cruda**

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes fecales	UFC/g	$2,6 \times 10^2$
Coliformes totales	UFC/g	$1,3 \times 10^3$
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$2,5 \times 10^5$
Salmonella	P/A/25g	Ausencia

**Fuente: CEANID, 2017**

En la tabla 4.2 se muestran los análisis microbiológicos de la leche cruda, donde el contenido de coliformes fecales es de  $2,6 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales de  $1,3 \times 10^3$  UFC/g, bacteria aerobias mesófilas de  $2,5 \times 10^5$  UFC/g y ausencia de salmonella.

#### **4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO PARA YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para caracterizar las variables de proceso de elaboración de yogurt aflanado con almidón de yuca, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

##### **4.2.1 ELECCIÓN DE MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO**

Al no contar en el mercado local de Tarija con yogurt aflanado que contenga almidón de yuca como estabilizante del gel característico del producto, se procedió a adquirir las muestras que existen en el mercado, con la finalidad de determinar muestra patrón de yogurt aflanado. Para realizar la elección de la muestra patrón en el presente trabajo, se tomó en cuenta yogurt aflanado de la Pil Tarija S.A de diferentes sabores como se detalla en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3**  
**Muestras patrón de yogurt aflanado**

Muestras	Sabores	Marca
YAa	Durazno	Pil Tarija S.A.
YAb	Frutilla	Pil Tarija S.A.
YAc	Coco	Pil Tarija S.A.
YAd	Vainilla	Pil Tarija S.A.

**Fuente: Elaboración propia**

Los parámetros tomados en cuenta para evaluar las muestras son consistencia, textura, sabor, aroma y color, para lo cual se realizó una evaluación sensorial a escala

hedónica de siete puntos para valorar el grado de aceptación del producto, para tal efecto se utilizaron 24 jueces no entrenados.

#### 4.2.1.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO

En el cuadro 4.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia de yogurt aflanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.1.

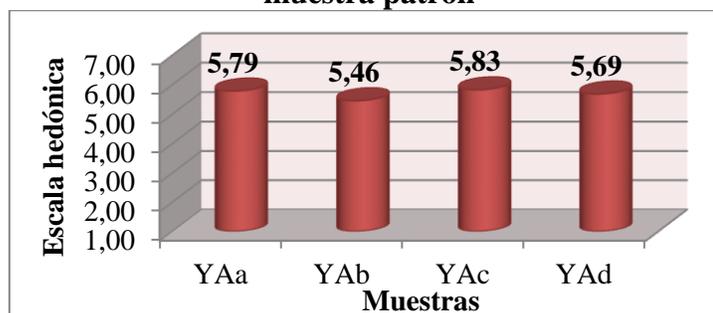
**Cuadro 4. 1**  
**Evaluación sensorial del atributo consistencia para muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			
	YA-a	YA-b	YA-c	YA-d
1	5	6	6	6
2	5	5	6	5
3	6	6	6	6
4	6	6	5	4
5	7	4	5	6
6	5	4	7	5
7	6	5	6	6
8	6	4	6	7
9	6	6	6	6
10	6	6	6	6
11	5	6	6	6
12	6	5	6	6
13	7	7	6	5
14	6	5	6	6
15	7	5	6	6
16	6	6	6	6
17	6	5	7	6
18	6	7	6	5
19	6	5	5	5
20	4	5	6	4
21	6	6	5	6
22	6	6	5	6
23	4	5	5	6
24	6	6	6	6
$\bar{X}_i$	5,79	5,46	5,83	5,67

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.1 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para elegir la muestra patrón de yogurt aflanado, extraídos del cuadro 4.1.

**Figura 4.1**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.1 se puede observar que la muestra YAc tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,83 para el atributo de consistencia; las muestras YAa (5,79), YAd (5,69) y muestra YAb (5,46), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO**

En el cuadro 4.2 se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para elegir muestra patrón de yogurt aplanado, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.2.

**Cuadro 4.2**

**Cuadro de análisis de varianza del atributo consistencia para muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	50,63	95			
<b>Muestra</b>	2,04	3	0,68	1,32	2,75
<b>Jueces</b>	13,13	23	0,57	1,11	1,70
<b>Error</b>	35,46	69	0,51		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de consistencia (cuadro 4.2), el valor  $F_{cal}(1,32) < F_{tab}(2,75)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAc es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo consistencia.

#### 4.2.1.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO

En el cuadro 4.3, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del atributo textura de yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.3.

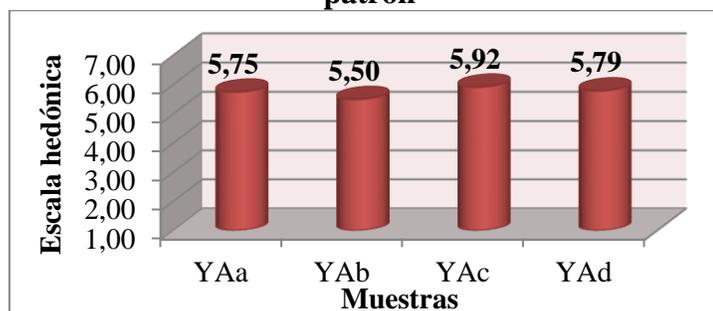
**Cuadro 4.3**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			
	YA-a	YA-b	YA-c	YA-d
1	5	5	6	6
2	6	5	6	6
3	6	6	6	6
4	4	3	4	5
5	6	5	7	6
6	6	5	7	4
7	5	6	7	6
8	7	4	5	7
9	6	6	6	6
10	6	6	6	6
11	6	5	6	7
12	6	5	6	6
13	6	7	6	5
14	5	5	7	6
15	7	5	6	6
16	6	6	6	5
17	7	6	7	7
18	4	7	6	7
19	6	5	5	5
20	5	6	6	4
21	6	6	5	6
22	6	6	5	6
23	5	6	5	5
24	6	6	6	6
$\bar{X}_i$	5,75	5,50	5,92	5,79

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.2 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura para elegir la muestra patrón de yogurt aplanado, extraídos del cuadro 4.3.

**Figura 4.2**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura para muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.2 se puede observar que la muestra YAc tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de siete puntos, con un valor de 5,92 para el atributo textura; las muestras YAd (5,79), YAa (5,75) y muestra YAb (5,50), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR LA MUESTRA PATRÓN DEL YOGURT AFLANADO**

En el cuadro 4.4 se muestra el análisis de varianza del atributo textura para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.4.

**Cuadro 4. 4**

**Cuadro de análisis de varianza para el atributo textura para muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	64,49	95			
<b>Muestra</b>	2,20	3	0,73	1,26	2,75
<b>Jueces</b>	22,24	23	0,97	1,67	1,70
<b>Error</b>	40,05	69	0,58		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo textura (Cuadro 4.4), el valor  $F_{cal}(1,26) < F_{tab}(2,75)$  para las muestras, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo que, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAc es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

### 4.2.1.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO

En el cuadro 4.5, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor de yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.5.

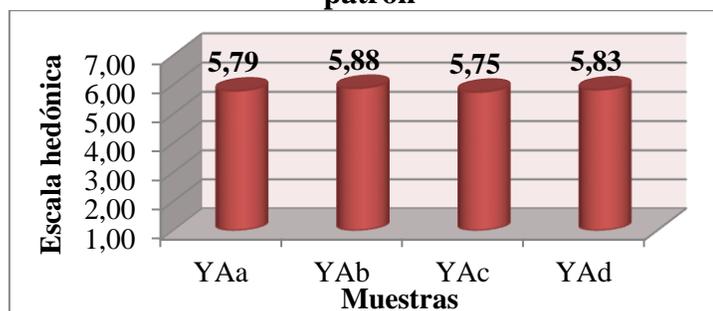
**Cuadro 4.5**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			
	YA-a	YA-b	YA-c	YA-d
1	6	7	6	7
2	5	5	7	6
3	5	7	7	4
4	4	7	5	6
5	6	4	4	3
6	5	6	7	6
7	6	7	7	6
8	7	7	5	7
9	5	6	5	7
10	7	5	5	6
11	6	6	7	5
12	5	5	6	6
13	6	6	7	5
14	6	5	7	6
15	7	5	5	6
16	6	6	5	4
17	7	6	6	7
18	7	6	4	7
19	7	5	6	6
20	5	6	5	4
21	4	7	6	7
22	6	6	4	5
23	5	6	5	7
24	6	5	7	7
$\bar{X}_i$	5,79	5,88	5,75	5,83

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.3 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para elegir muestra patrón de yogurt aplanado, extraídos del cuadro 4.5.

**Figura 4.3**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.3 se puede observar que la muestra YAb tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de siete puntos, con un valor de 5,88 para el atributo sabor; las muestras YAd (5,83), YAa (5,79) y muestra YAc (5,75), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DEL YOGURT AFLANADO**

En el cuadro 4.6 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.6.

**Cuadro 4. 6**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor para muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	94,63	95			
<b>Muestra</b>	0,21	3	0,07	0,07	2,75
<b>Jueces</b>	25,13	23	1,09	1,09	1,70
<b>Error</b>	69,29	69	1,00		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de sabor (cuadro 4.6), el valor  $F_{cal}(0,07) < F_{tab}(2,75)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAb es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.2.1.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DE YOGURT AFLANADO

En el cuadro 4.7, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma de yogurt aflanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.7.

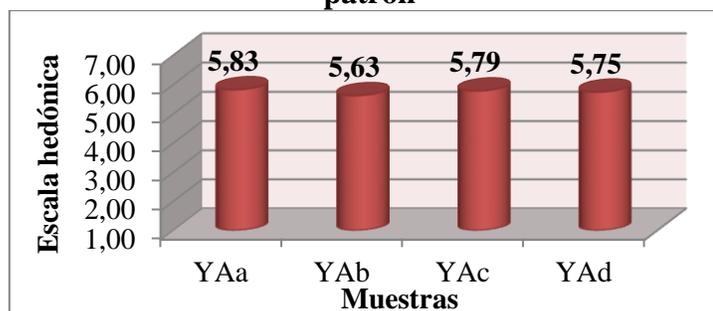
**Cuadro 4.7**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma para muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			
	YA-a	YA-b	YA-c	YA-d
1	7	6	5	6
2	5	5	7	6
3	5	6	7	4
4	5	6	7	5
5	7	5	6	6
6	5	5	7	5
7	5	5	6	6
8	6	6	5	7
9	6	6	5	6
10	7	5	5	6
11	7	7	7	6
12	5	6	6	5
13	7	4	5	6
14	6	5	7	6
15	6	5	5	7
16	7	5	7	6
17	7	7	5	6
18	7	6	5	4
19	6	6	5	5
20	4	5	5	5
21	5	6	5	6
22	5	7	5	6
23	4	6	6	6
24	6	5	6	7
$\bar{X}_i$	5,83	5,63	5,79	5,75

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.4 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, extraídos del cuadro 4.7.

**Figura 4.4**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.4 se puede observar que la muestra YAa tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de siete puntos, con un valor de 5,83 para el atributo aroma; las muestras YAc (5,79), YAd (5,75) y muestra YAb (5,63), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DEL YOGURT AFLANADO**

En el cuadro 4.8 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.8.

**Cuadro 4. 8**

**Cuadro de análisis de varianza para el atributo aroma para muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	70,00	95			
<b>Muestra A</b>	0,58	3	0,19	0,24	2,75
<b>Jueces B</b>	13,50	23	0,59	0,72	1,70
<b>Error</b>	55,92	69	0,81		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de aroma (cuadro 4.8), el valor  $F_{cal}(0,24) < F_{tab}(2,75)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAa es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### 4.2.1.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DEL YOGURT AFLANADO

En el cuadro 4.9, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color de yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.9.

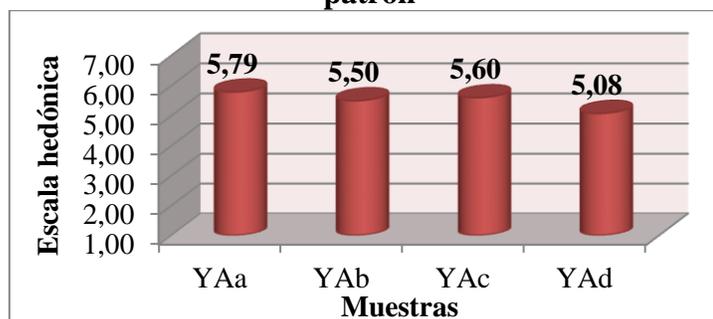
**Cuadro 4.9**  
**Evaluación sensorial del atributo color para muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)			
	YA-a	YA-b	YA-c	YA-d
1	6	5	5	7
2	5	6	7	6
3	6	6	6	5
4	5	4	6	6
5	7	5	7	5
6	5	5	7	5
7	4	6	7	6
8	6	4	6	7
9	6	6	6	6
10	7	6	7	7
11	6	6	7	5
12	6	6	6	6
13	5	6	7	6
14	6	6	6	6
15	7	5	5	6
16	6	4	6	7
17	7	6	6	7
18	7	4	5	7
19	6	5	6	5
20	4	6	5	4
21	5	6	6	7
22	6	7	5	6
23	5	6	4	7
24	6	6	6	7
$\bar{X}_i$	5,79	5,50	6,00	6,08

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.5 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para elegir muestra patrón de yogurt aplanado, extraídos del cuadro 4.9.

**Figura 4. 5**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.5 se puede observar que la muestra YAa tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de siete puntos, con un valor de 5,79 para el atributo color; las muestras YAc (5,60), YAb (5,50) y muestra YAd (5,08), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN DEL YOGURT AFLANADO**

En el cuadro 4.10 se muestra el análisis de varianza del atributo color para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.10.

**Cuadro 4. 10**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo color para muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	72,66	95			
<b>Muestra</b>	4,86	3	1,62	2,10	2,75
<b>Jueces</b>	14,41	23	0,63	0,81	1,70
<b>Error</b>	53,39	69	0,77		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de color (cuadro 4.10), el valor  $F_{cal}(2,10) < F_{tab}(2,75)$  para las muestras; se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto se, puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra a YAa es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

Las muestras elegidas para muestra patrón fueron YAb con promedio para consistencia(5,46), textura(5,50), sabor(5,88), aroma(5,63) y color(5,50) y la muestra YAa con promedio de consistencia(5,49), textura(5,75),sabor(5,79), aroma(5,83) y color (5,79) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico para las muestras no existe evidencia estadística significativa, ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .

#### **4.2.2 ELABORACIÓN DE MUESTRA PROTOTIPO DE YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para la elaboración de muestra prototipo del yogurt aflanado con almidón de yuca, se procedió a elaborar tres muestras de yogurt aflanado sin saborizar a nivel experimental con distintos porcentajes de almidón de yuca como se detalla en la tabla 4.4, manteniendo los porcentajes de leche en polvo, azúcar, cultivo y el tiempo de fermentación.

**Tabla 4. 4**

<b>Especificaciones de las muestras prototipo</b>	
<b>Muestras</b>	<b>Porcentaje de almidón de yuca</b>
<b>YA1</b>	0,862%
<b>YA2</b>	1,287%
<b>YA3</b>	1,706%

**Fuente: Elaboración propia**

Para la evaluación sensorial se utilizaron 25 jueces para valorar el grado de aceptación de los atributos consistencia, textura, sabor, color y olor.

##### **4.2.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO**

En el cuadro 4.11, se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.11.

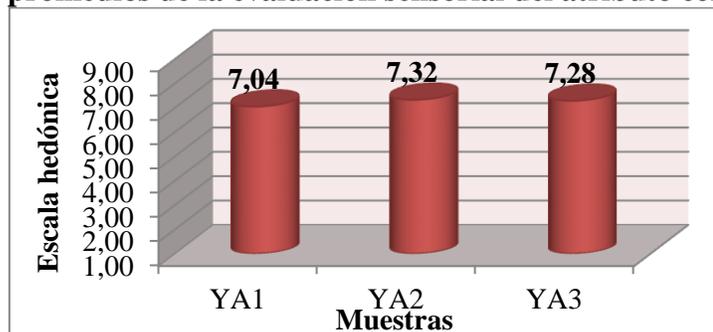
**Cuadro 4. 11**  
**Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YA 1	YA 2	YA 3
1	9	8	9
2	8	9	9
3	6	7	8
4	8	7	7
5	6	6	5
6	8	8	9
7	6	5	5
8	8	9	6
9	6	7	8
10	7	8	8
11	7	8	9
12	8	7	7
13	7	6	8
14	7	8	9
15	8	7	8
16	6	8	7
17	8	6	8
18	8	5	7
19	5	7	5
20	9	8	8
21	8	7	6
22	6	9	6
23	7	8	9
24	4	8	5
25	6	7	6
$\bar{X}_i$	7,04	7,32	7,28

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.6 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la muestra prototipo de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos del cuadro 4.11. Se puede observar que la muestra YA2 tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de nueve puntos, con un valor de 7,32 para el atributo consistencia; las muestras YA3 (5,28) y YA1 (7,04), presentan una menor aceptación por los jueces.

**Figura 4. 6**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.2.2.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO

En el cuadro 4.12 se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.12.

**Cuadro 4. 12**  
**Análisis de varianza del atributo consistencia para muestra prototipo**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	116,59	74			
<b>Muestra</b>	1,15	2	0,57	0,53	3,19
<b>Jueces</b>	63,92	24	2,66	2,48	1,75
<b>Error</b>	51,52	48	1,07		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de consistencia (cuadro 4.12), el valor  $F_{cal}(0,53) < F_{tab}(3,20)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YA2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo consistencia.

#### 4.2.2.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO

En el cuadro 4.13, se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo textura en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.13.

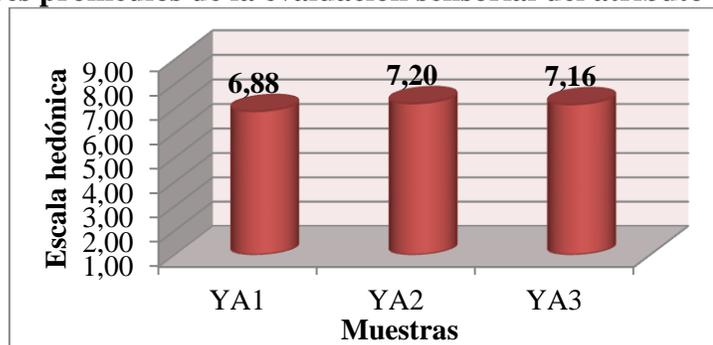
**Cuadro 4.13**  
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar muestra prototipo

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YA 1	YA 2	YA 3
1	8	6	8
2	7	5	8
3	8	8	8
4	7	8	7
5	5	6	4
6	8	7	9
7	7	4	5
8	6	8	7
9	5	8	8
10	7	8	7
11	7	9	8
12	6	7	8
13	6	7	8
14	7	8	8
15	8	7	8
16	7	8	6
17	7	7	6
18	7	6	8
19	4	7	7
20	9	8	7
21	8	6	7
22	9	9	6
23	8	7	8
24	7	8	7
25	4	8	6
$\bar{X}_i$	6,88	7,20	7,16

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.7 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura para determinar la muestra prototipo de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos del cuadro 4.13.

**Figura 4. 7**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.7 se puede observar que la muestra YA2 tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de nueve puntos, con un valor de 7,20 para el atributo textura; las muestras YA3 (7,16) y YA1 (6,88), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.2.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO**

En el cuadro 4.14 se muestra el análisis de varianza del atributo textura para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.14.

**Cuadro 4. 14**  
**Análisis de varianza del atributo textura para muestra prototipo**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	109,52	74			
<b>Muestra</b>	1,52	2	0,76	0,60	3,19
<b>Jueces</b>	46,85	24	1,95	1,53	1,75
<b>Error</b>	61,15	48	1,27		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de textura (cuadro 4.14), el valor  $F_{cal}(0,60) < F_{tab}(3,19)$  para las muestras; por lo que, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YA2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

### 4.2.2.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO

En el cuadro 4.15, se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.15.

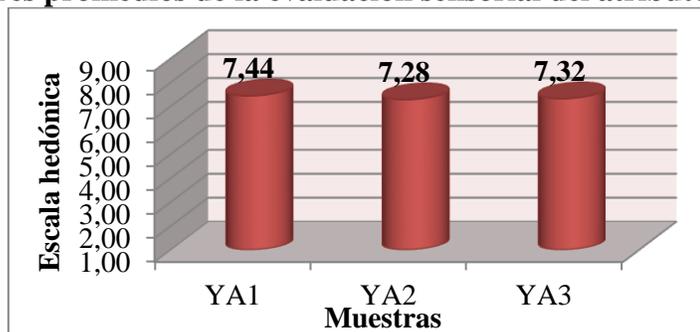
**Cuadro 4. 15**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YA 1	YA 2	YA 3
1	8	9	8
2	7	8	9
3	8	9	8
4	7	7	8
5	8	6	5
6	8	7	7
7	6	5	4
8	6	9	6
9	6	7	8
10	8	8	9
11	7	8	9
12	7	7	8
13	6	8	9
14	8	7	9
15	8	7	8
16	9	7	6
17	8	8	6
18	9	6	6
19	6	7	7
20	7	8	9
21	8	6	6
22	9	8	6
23	8	7	7
24	8	6	7
25	6	7	8
$\bar{X}_i$	7,44	7,28	7,32

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.8 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos del cuadro 4.15.

**Figura 4. 8**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.8 se puede observar que la muestra YA1 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 7,44 para el atributo sabor; las muestras YA3 (7,32) y la muestra YA2 (7,28), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.2.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO**

En el cuadro 4.16 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.16.

**Cuadro 4. 16**  
**Análisis de varianza del atributo sabor para muestra prototipo**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	96,99	74			
<b>Muestra</b>	0,35	2	0,17	0,14	3,19
<b>Jueces</b>	38,99	24	1,62	1,35	1,75
<b>Error</b>	57,65	48	1,20		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de sabor (cuadro 4.16), el valor  $F_{cal}(0,14) < F_{tab}(3,19)$  para las muestras; por lo que se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YA1 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.2.2.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO

En el cuadro 4.17, se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo olor en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.17.

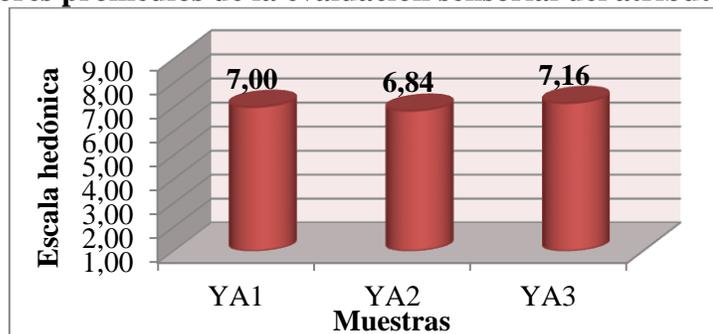
**Cuadro 4. 17**  
**Evaluación sensorial del atributo olor para determinar muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YA 1	YA 2	YA 3
1	7	8	8
2	7	8	8
3	6	8	6
4	9	6	6
5	7	7	6
6	6	6	7
7	5	5	7
8	8	8	6
9	7	7	7
10	8	7	8
11	7	8	8
12	7	7	7
13	7	7	8
14	7	8	8
15	8	7	8
16	7	6	6
17	6	7	8
18	6	6	8
19	5	6	7
20	9	8	7
21	8	6	6
22	8	6	7
23	8	7	8
24	7	6	6
25	5	6	8
$\bar{X}_i$	7,00	6,84	7,16

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.9 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor para determinar la muestra prototipo de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos del cuadro 4.17.

**Figura 4. 9**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.9 se puede observar que la muestra YA3 tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de nueve puntos, con un valor de 7,16 para el atributo olor; las muestras YA1 (7,00) y la muestra YA2 (6,84), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.2.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO**

En el cuadro 4.18 se muestra el análisis de varianza del atributo olor para determinar la muestra prototipo de yogurt aplanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.18.

**Cuadro 4. 18**  
**Análisis de varianza para el atributo olor para muestra prototipo**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	68,00	74			
<b>Muestra</b>	1,28	2	0,64	0,79	3,19
<b>Jueces</b>	28,00	24	1,17	1,45	1,75
<b>Error</b>	38,72	48	0,81		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de olor (cuadro 4.18), el valor  $F_{cal}(0,79) < F_{tab}(3,19)$  para las muestras; por lo que se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, YA3 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo olor.

#### 4.2.2.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO

En el cuadro 4.19, se muestran los valores obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.19.

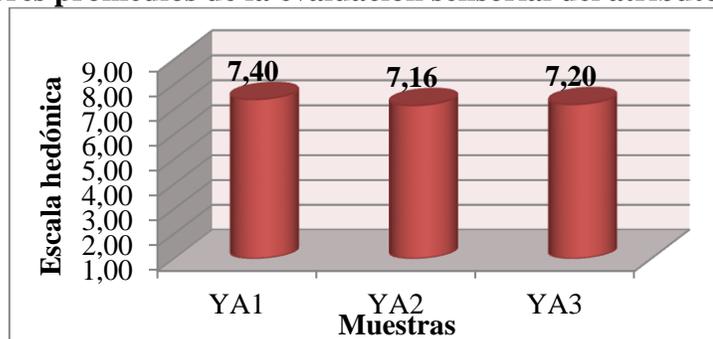
**Cuadro 4.19**  
**Evaluación sensorial del atributo color para determinar muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YA 1	YA 2	YA 3
1	8	8	9
2	9	8	8
3	8	8	8
4	7	7	7
5	7	6	6
6	8	7	6
7	5	6	5
8	8	8	8
9	7	7	7
10	9	7	5
11	8	7	9
12	7	7	7
13	8	8	8
14	8	8	9
15	7	6	8
16	8	6	6
17	8	7	8
18	7	7	6
19	6	7	6
20	7	7	7
21	8	8	7
22	8	8	8
23	8	7	8
24	6	8	7
25	5	6	7
$\bar{X}_i$	7,40	7,16	7,20

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.10 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos del cuadro 4.19.

**Figura 4.10**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.10 se puede observar que la muestra YA1 tiene mayor puntaje promedio, con respecto a la escala hedónica de nueve puntos, con un valor de 7,40 para el atributo color; las muestras YA3 (7,20) y la muestra YA2 (7,16), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.2.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PROTOTIPO**

En el cuadro 4.20 se muestra el análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra prototipo de yogurt aplanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.20.

**Cuadro 4. 20**  
**Análisis de varianza para el atributo color para muestra prototipo**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	72,19	74			
<b>Muestra</b>	0,83	2	0,41	0,75	3,19
<b>Jueces</b>	44,85	24	1,87	3,38	1,75
<b>Error</b>	26,51	48	0,55		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de color (cuadro 4.20), el valor  $F_{cal}(0,75) < F_{tab}(3,19)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces la muestra a YA1 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

La muestra elegida para determinar la muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca fue YA2 con promedio para consistencia (7,32), textura (7,20), sabor (7,28), olor (6,88) y color (7,16) en escala hedónica. Asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .

#### **4.2.3 DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para la dosificación de insumos se elaboraron a nivel experimental ocho muestras en base a la muestra prototipo (YA2), donde se variaron el porcentaje de almidón de yuca, leche en polvo y tiempo de fermentación, que influyen en la acidez y en la consistencia del producto final.

Para tal efecto las ocho muestras fueron evaluadas utilizando 21 jueces para valorar el grado de aceptación sobre los atributos consistencia, adhesividad, olor y sabor del producto.

##### **4.2.3.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.21, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.21.

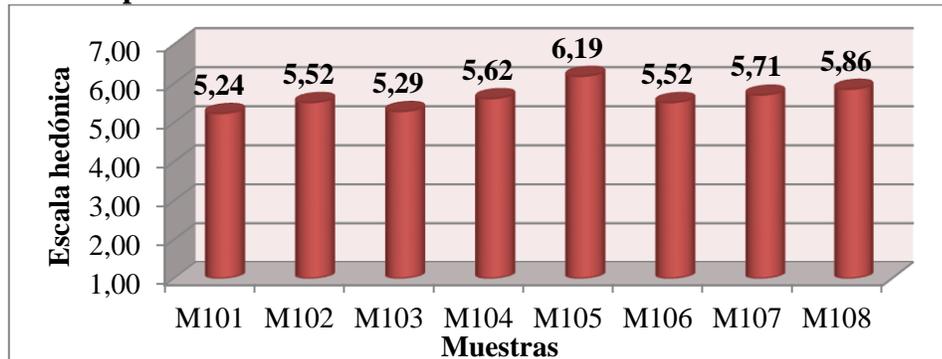
**Cuadro 4. 21**  
**Evaluación sensorial del atributo consistencia para dosificación del yogurt**  
**aflanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
<b>1</b>	6	5	5	6	6	5	6	7
<b>2</b>	3	5	6	6	6	5	3	7
<b>3</b>	6	6	7	6	7	6	5	7
<b>4</b>	6	6	5	5	6	5	5	5
<b>5</b>	3	4	4	4	7	6	5	7
<b>6</b>	6	6	5	6	6	7	4	6
<b>7</b>	5	4	4	5	7	6	6	5
<b>8</b>	6	5	4	6	6	6	6	6
<b>9</b>	4	5	4	5	6	5	5	5
<b>10</b>	4	6	6	6	6	5	5	5
<b>11</b>	5	6	4	3	6	6	7	6
<b>12</b>	5	5	6	6	4	5	6	5
<b>13</b>	6	6	6	6	6	5	6	7
<b>14</b>	7	6	6	6	7	7	7	6
<b>15</b>	7	5	6	7	7	6	7	6
<b>16</b>	6	4	4	6	5	6	6	5
<b>17</b>	4	7	7	7	6	5	6	6
<b>18</b>	3	6	6	6	6	4	6	5
<b>19</b>	6	7	6	5	6	5	5	5
<b>20</b>	6	6	6	6	7	6	7	7
<b>21</b>	6	6	4	5	7	5	7	5
$\bar{X}_i$	5,24	5,52	5,29	5,62	6,19	5,52	5,71	5,86

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.11 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la dosificación de yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.21.

**Figura 4.11**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.11 se puede observar que la muestra M105 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,19 para el atributo de consistencia; las muestras M108 (5,86), M107 (5,71), M104 (5,62), M102 (5,52), M106 (5,52), M103 (5,29) y muestra Y101 (5,24), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.3.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.22, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraídos (Anexo C) y cuadro C.23, para el atributo consistencia para establecer la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca.

**Cuadro 4. 22**  
**Prueba de Duncan del atributo consistencia para la dosificación del yogurt**  
**aflanado con almidón de yuca**

<b>Tratamientos</b>	<b>Valor</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Significancia</b>
M105-M108	0,33	0,33<0,38	Si hay diferencia significativa
M105-M107	0,48	0,48>0,38	Si hay diferencia significativa
M105-M104	0,57	0,57>0,41	Si hay diferencia significativa
M105-M106	0,67	0,67>0,42	Si hay diferencia significativa
M105-M102	0,67	0,67>0,42	Si hay diferencia significativa
M105-M103	0,90	0,90>0,43	SI hay diferencia significativa
M105-M101	0,95	0,95>0,43	Si hay diferencia significativa
M108-M107	0,15	0,15<0,38	No hay diferencia significativa
M108-M104	0,24	0,24<0,38	No hay diferencia significativa
M108-M106	0,34	0,34<0,41	No hay diferencia significativa
M108-M102	0,34	0,34<0,42	No hay diferencia significativa
M108-M103	0,57	0,57>0,42	Si hay diferencia significativa
M108-M101	0,62	0,62>0,43	Si hay diferencia significativa
M107-M104	0,09	0,09<0,38	No hay diferencia significativa
M107-M106	0,19	0,19<0,38	No hay diferencia significativa
M107-M102	0,19	0,19<0,41	No hay diferencia significativa
M107-M103	0,42	0,42<0,42	No hay diferencia significativa
M107-M101	0,47	0,47>0,42	Si hay diferencia significativa
M104-M106	0,10	0,10<0,38	No hay diferencia significativa
M104-M102	0,10	0,10<0,38	No hay diferencia significativa
M104-M103	0,33	0,33<0,41	No hay diferencia significativa
M104-M101	0,38	0,38<0,42	No hay diferencia significativa
M106-M102	0,00	0<0,38	No hay diferencia significativa
M106-M103	0,23	0,23<0,38	No hay diferencia significativa
M106-M101	0,28	0,28<0,41	No hay diferencia significativa
M102-M103	0,23	0,23<0,38	No hay diferencia significativa
M102-M101	0,28	0,28<0,38	No hay diferencia significativa
M103-M101	0,05	0,05<0,38	No hay diferencia significativa

**Fuente: Elaboración propia**

En el cuadro 4.22 se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos M105-M107, M105-M104, M105-M106, M105-M102 M105-M103, M108-M101, M108-M103, M107-M101. Sin embargo los tratamientos M105-M108, M108-M107, M108-M104, M108-M106, M108-M102, M107-M104, M107-M106, M107-M102, M107-M103, M104-M106, M104-M102, M104-M103, M104-M101, M106-M102, M106-M103, M106-M101, M102-M103, M102-M101, M103-M101 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la

preferencia de los jueces, la muestra M105 se tomó como la mejor opción en cuanto a consistencia.

#### 4.2.3.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.23, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo adhesividad en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C), cuadro C.24.

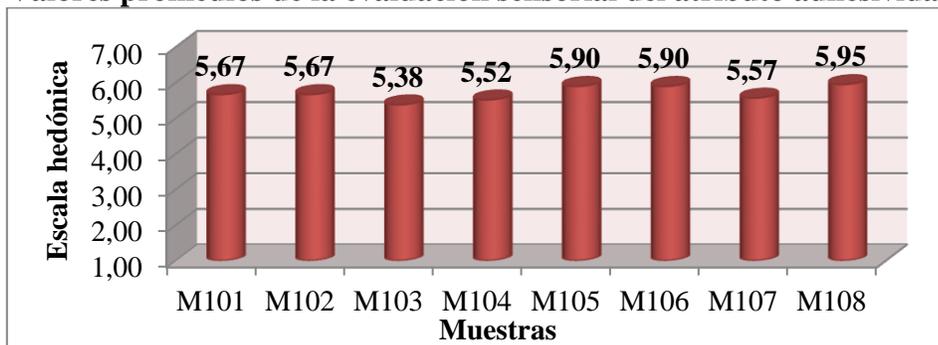
**Cuadro 4. 23**  
**Evaluación sensorial para el atributo adhesividad para la dosificación del yogurt aplanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
1	5	7	5	5	6	5	6	7
2	5	5	5	4	6	6	6	7
3	5	5	7	6	7	6	4	6
4	4	6	5	4	5	6	4	5
5	5	5	5	5	6	6	5	7
6	6	6	6	6	6	7	3	6
7	6	4	5	5	6	7	6	5
8	5	6	4	5	5	6	6	6
9	5	5	4	6	5	6	5	6
10	6	6	6	6	4	6	4	6
11	6	6	5	5	6	6	7	7
12	6	7	6	5	6	6	5	6
13	5	5	5	5	6	5	6	6
14	7	6	6	6	7	7	7	6
15	7	5	6	7	7	7	7	6
16	6	4	4	6	6	6	6	5
17	5	6	6	6	4	5	6	5
18	6	6	7	6	7	5	6	6
19	6	7	6	6	5	6	5	6
20	7	7	6	6	7	5	7	6
21	6	5	4	6	7	5	6	5
$\bar{X}_i$	5,67	5,67	5,38	5,52	5,90	5,90	5,57	5,95

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.12 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad para establecer la dosificación de yogurt aplanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.23.

**Figura 4. 12**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.12 se puede observar que la muestra M108 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,95 para el atributo adhesividad; las muestras M105 (5,90), M106 (5,90), M101 (5,67), M102 (5,67), M107 (5,57), M104 (5,52) y muestra Y103 (5,38), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.3.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.24 se muestra el análisis de varianza del atributo adhesividad para establecer la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.25.

**Cuadro 4. 24**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo adhesividad**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	125,52	167			
<b>Muestras</b>	6,28	7	0,90	1,39	2,07
<b>Jueces</b>	28,64	20	1,43	2,21	1,65
<b>Error</b>	90,60	140	0,65		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de adhesividad (cuadro 4.24), el valor  $F_{cal}(1,39) < F_{tab}(2,07)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la

muestra a M108, es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo adhesividad.

#### 4.2.3.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.25, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo olor en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.26.

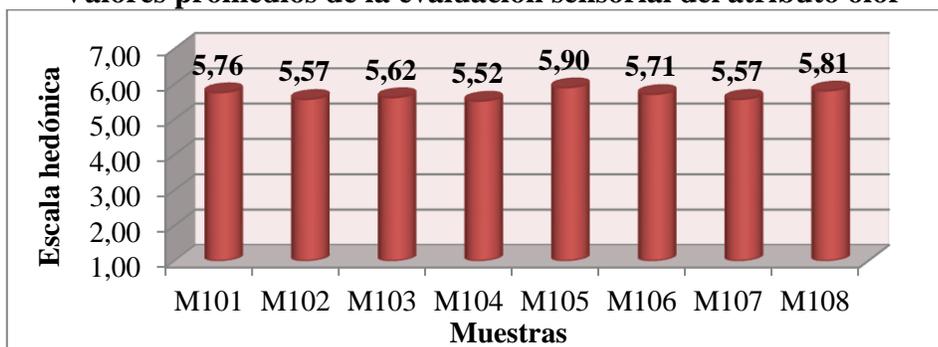
**Cuadro 4. 25**  
**Evaluación sensorial del atributo olor para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
1	5	6	7	4	6	5	5	6
2	5	5	4	4	5	6	5	7
3	6	6	7	6	6	6	5	6
4	7	6	6	6	6	4	3	5
5	6	5	5	5	5	6	5	7
6	6	7	6	4	7	6	6	4
7	6	5	4	4	5	6	6	5
8	6	4	5	7	6	6	6	7
9	4	4	5	6	4	6	5	4
10	5	6	6	6	5	4	5	6
11	6	5	5	5	6	6	7	5
12	6	6	5	6	6	6	5	6
13	6	6	6	6	6	6	6	7
14	7	7	7	7	7	7	7	7
15	7	6	5	6	7	7	7	6
16	6	4	4	6	6	6	6	5
17	5	6	6	6	6	6	5	5
18	5	6	6	6	6	5	6	6
19	5	6	7	6	5	5	5	5
20	6	6	6	6	7	6	6	7
21	6	5	6	4	7	5	6	6
$\bar{X}_i$	5,76	5,57	5,62	5,52	5,90	5,71	5,57	5,81

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.13 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor para la dosificación de yogurt aflanado con almidón de yuca.

**Figura 4. 13**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.13 se puede observar que la muestra M105 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,90 para el atributo olor; las muestras M108 (5,81), M101 (5,76), M106 (5,71), M103 (5,62), M102 (5,57), M107 (5,57) y la muestra M104 (5,62), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.3.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO OLOR PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.26 se muestra el análisis de varianza del atributo olor para establecer la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.27.

**Cuadro 4. 26**

**Cuadro de análisis de varianza del atributo olor**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	130,28	167			
<b>Muestras</b>	2,66	7	0,38	0,59	2,07
<b>Jueces</b>	38,15	20	1,91	2,99	1,65
<b>Error</b>	89,46	140	0,64		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de olor (cuadro 4.27), el valor  $F_{cal}(0,59) < F_{tab}(2,07)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar

y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra M105, es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo olor.

#### 4.2.3.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DOSIFICACIÓN DE YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.27, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.28.

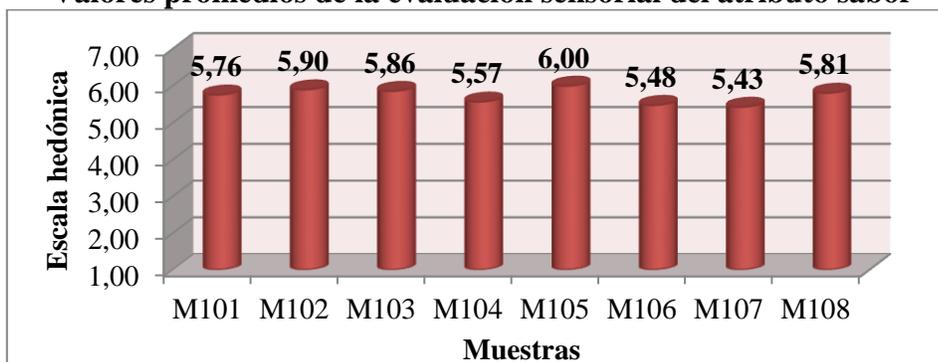
**Cuadro 4. 27**  
**Evaluación sensorial para el atributo sabor para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
1	5	7	5	5	7	6	5	7
2	5	6	4	6	7	7	5	6
3	4	6	7	6	6	7	4	5
4	6	6	6	7	6	4	4	5
5	5	5	5	5	7	6	5	6
6	6	7	6	6	5	7	4	7
7	6	5	6	5	4	7	6	6
8	6	6	5	4	6	6	6	5
9	5	6	4	7	5	6	5	5
10	7	5	6	5	6	6	5	5
11	7	7	5	5	5	5	7	4
12	5	5	7	6	6	6	6	4
13	6	6	5	5	7	6	5	6
14	7	6	6	7	6	6	6	7
15	7	5	6	6	7	7	7	7
16	6	4	4	5	6	6	7	5
17	6	7	6	5	6	4	4	5
18	5	7	7	7	7	6	6	7
19	5	7	6	5	5	4	4	6
20	6	7	5	5	6	6	7	7
21	6	4	4	5	6	5	6	7
$\bar{X}_i$	5,76	5,90	5,48	5,57	6,00	5,86	5,43	5,81

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.14 se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para establecer la dosificación de yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.27.

**Figura 4. 14**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.14 se puede observar que la muestra M105 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,00 para el atributo sabor; las muestras M102 (5,90), M103 (5,86), M108 (5,81), M101 (76), M104 (5,57), M106 (5,48) y la muestra M107 (5,43), presentan valores promedios menores a la escala hedónica establecida.

#### **4.2.3.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DOSIFICACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.29 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para establecer la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y tabla cuadro C.29.

**Cuadro 4. 28**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	151,40	167			
<b>Muestras</b>	6,45	7	0,92	1,05	2,07
<b>Jueces</b>	22,40	20	1,12	1,28	1,65
<b>Error</b>	122,55	140	0,88		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de sabor (cuadro 4.28), el valor  $F_{cal}(1,05) < F_{tab}(2,07)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar

y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra M105, es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

La muestra elegida para la dosificación de yogurt aflanado con almidón de yuca fue M105 con promedio para consistencia (6,19), adhesividad (5,90), olor (5,90) y sabor (6,99) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ , para los atributos de adhesividad, olor y sabor.

### **4.3 CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR ACIDEZ PARA YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para caracterizar la acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca, se elaboraron ocho muestras a nivel experimental en base a la muestra prototipo (YA2), donde se variaron el porcentaje de almidón de yuca, leche en polvo y tiempo de fermentación, que influyen en el factor acidez del producto final.

Para tal efecto las ocho muestras fueron evaluadas utilizando 21 jueces no entrenados para valorar el atributo acidez del producto.

#### **4.3.1 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACIDEZ PARA CARACTERIZAR EL FACTOR ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.29, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del factor acidez en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.30.

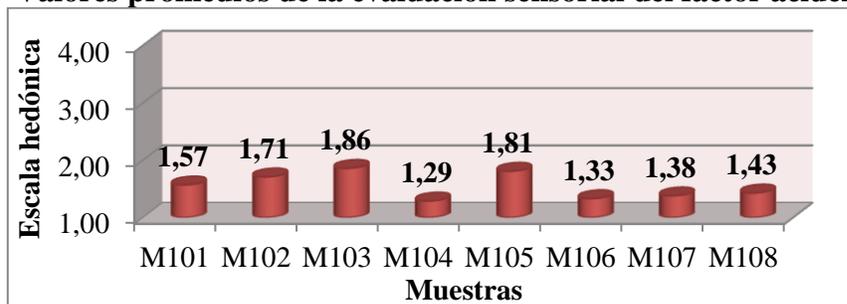
**Cuadro 4. 29**  
**Evaluación sensorial para el factor acidez de yogurt aplanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
1	1	2	1	1	2	1	1	1
2	3	1	2	2	2	1	1	1
3	2	1	1	1	2	1	1	1
4	2	1	1	1	2	1	1	1
5	2	3	3	2	1	1	1	1
6	1	2	2	1	2	1	2	1
7	2	1	1	1	2	1	2	1
8	1	1	2	1	1	1	1	1
9	2	2	2	1	1	1	1	2
10	1	2	1	1	1	1	1	1
11	2	1	2	1	3	2	2	1
12	1	2	3	1	1	2	2	1
13	2	3	1	1	2	1	2	2
14	1	1	1	1	2	1	1	1
15	2	1	1	1	1	2	2	2
16	1	1	2	2	3	1	1	1
17	2	2	1	1	2	1	1	1
18	2	2	4	3	3	2	2	3
19	1	2	2	1	2	4	1	3
20	1	2	2	1	2	1	1	2
21	1	3	4	2	1	1	2	2
$\bar{X}_i$	1,57	1,71	1,86	1,29	1,81	1,33	1,38	1,43

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.15 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial para caracterizar el factor acidez del yogurt aplanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.29.

**Figura 4. 15**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del factor acidez**



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.15 se puede observar que la muestra M103 tiene mayor puntaje promedio, con valor de 1,86 para acidez; las muestras M105 (1,81), M102 (1,71), M101 (1,57), M108 (1,43), M107 (1,38), M106 (1,33) y M104 (1,29), presentan valores promedios menores en escala hedónica.

#### 4.3.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CARACTERIZAR EL FACTOR ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.30 se muestra el análisis de varianza realizado para caracterizar el factor acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y cuadro C.31.

**Cuadro 4. 30**  
**Cuadro de análisis de varianza del factor acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	83,62	167			
<b>Muestras</b>	7,33	7	1,05	2,63	2,77
<b>Jueces</b>	20,62	20	1,03	2,59	2,01
<b>Error</b>	55,67	140	0,40		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el factor acidez (cuadro 4.30), el valor  $F_{cal}(2,63) < F_{tab}(2,77)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta.

#### 4.3.2 VALORACIÓN DEL FACTOR ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En la tabla 4.5 se muestran los porcentajes de valoración de acuerdo a datos extraídos (Anexo E) y cuadro E.3.

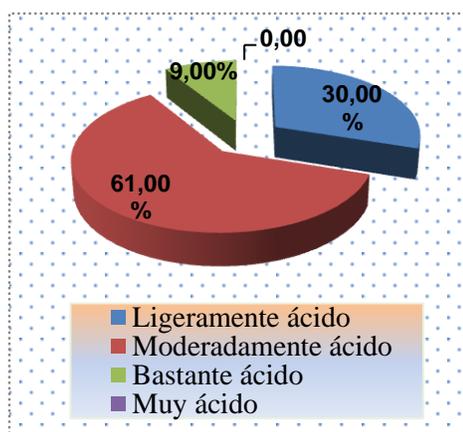
**Tabla 4. 5**  
**Valoración de acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca**

Escala	M101	M102	M103	M104	M105	M106	M107	M108
<b>Ligeramente ácido</b>	30%	25%	25%	59%	18%	57%	45%	47%
<b>Moderadamente ácido</b>	61%	50%	50%	30%	58%	29%	55%	33%
<b>Bastante ácido</b>	9%	25%	0%	11%	24%	0%	0%	20%
<b>Muy ácido</b>	0%	0%	25%	0%	0%	14%	0%	0%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Fuente: Elaboración propia**

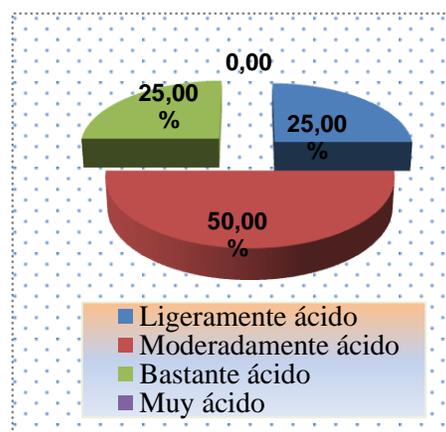
En la figura 4.16 y figura 4.17 se muestra la valoración del factor acidez de los jueces sobre cada muestra. Las muestras M101 Y M102 presentan el mismo porcentaje de leche en polvo y tiempo de fermentación pero con diferente porcentaje de almidón de yuca para verificar si la cantidad de almidón afecta a la acidez del producto final.

**Figura 4. 16**  
**M101 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

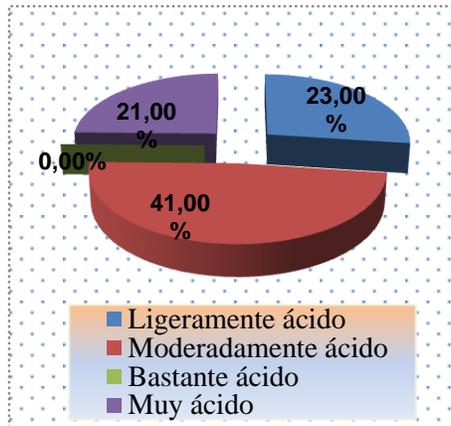
**Figura 4. 17**  
**M102 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

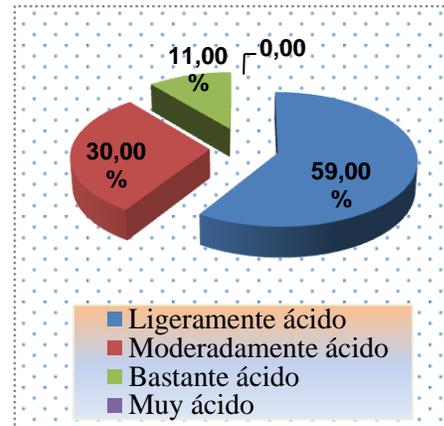
En las figura 4.16 y figura 4.17 se puede observar que los jueces percibieron que las muestras están moderadamente acidas. La muestra M101 presenta un 0,76% de acidez y M102 un 0,77% de acidez. Por lo que se puede apreciar que la muestra M102 que tiene un mayor porcentaje de almidón (1,269%), presenta un porcentaje ligeramente mayor de acidez; en comparación a la muestra M101 (1,062% con almidón de yuca).

**Figura 4. 18**  
**M103 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

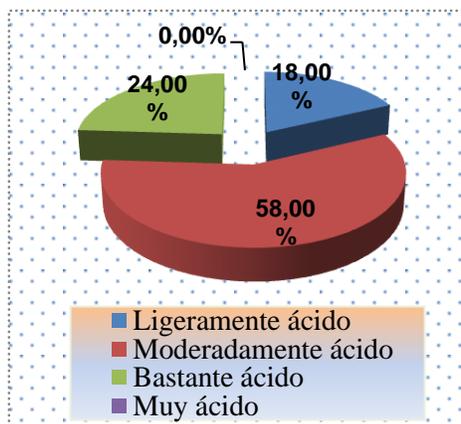
**Figura 4. 19**  
**M104 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

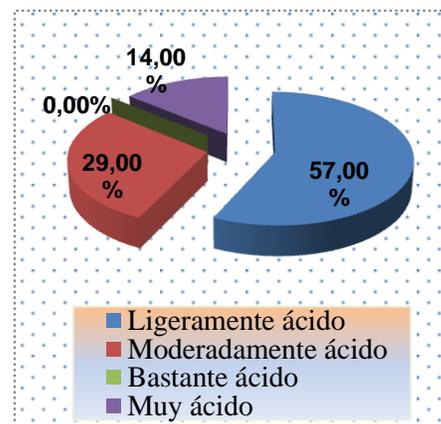
En la figura 4.18 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra M103 está moderadamente ácida y la muestra M104 (figura 4.19) es ligeramente ácida. La muestra M103 presenta un 0,80% de acidez y M104 un 0,77% de acidez. Por lo que se puede apreciar que la muestra M104 tiene un mayor porcentaje de almidón (1,266%) presenta un porcentaje ligeramente menor de acidez; en comparación a la muestra M103 que tiene menor porcentaje de almidón de yuca (1,062%) y presenta mayor acidez.

**Figura 4. 20**  
**M105 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 4. 21**  
**M106 Valoración de acidez**

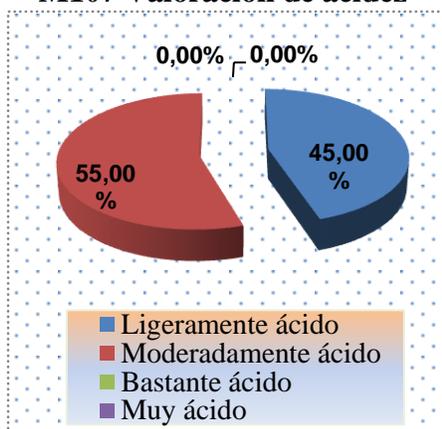


**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.20 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra M105 está moderadamente ácida y la muestra M106 (figura 4.21) está ligeramente ácida. La

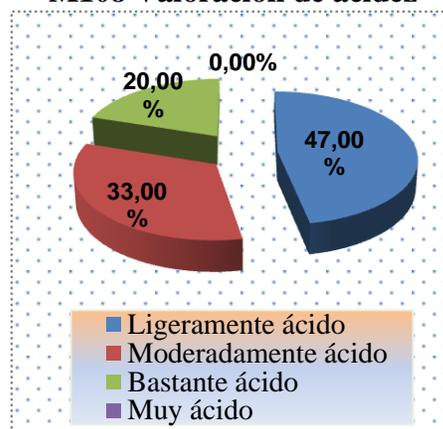
muestra M105 presenta un 0,79% de acidez y M106 un 0,78% de acidez. Por lo que se puede apreciar que la muestra M106 que tiene un mayor porcentaje de almidón (1,269%) presenta un porcentaje ligeramente menor de acidez; en comparación a la muestra M105 que tiene menor porcentaje de almidón de yuca (1,062%) y presenta mayor acidez.

**Figura 4. 22**  
**M107 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 4. 23**  
**M108 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.22 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra M107 está moderadamente ácida y la muestra M108 (figura 4.23) está ligeramente ácida. La muestra M107 presenta un 0,80% de acidez y M106 un 0,79% de acidez. Por lo que se puede apreciar que la muestra M108 que tiene un mayor porcentaje de almidón (1,266%) presenta un porcentaje ligeramente menor de acidez; en comparación a la muestra M107 que tiene menor porcentaje de almidón de yuca (1,060%) y presenta mayor acidez.

#### **4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para determinar las variables del proceso fermentativo del yogurt aflanado con almidón de yuca, se procedió a realizar el diseño factorial  $2^3$ , donde la variable respuesta fue acidez (porcentaje de ácido láctico). Los resultados obtenidos se detallan en el cuadro 4.31, datos extraídos (Anexo D) y tabla D.1.

**Cuadro 4. 31**  
**Resultados del diseño experimental en el proceso de fermentación**

Diseño	Variables			Réplica I	Réplica II	Total (Yi)
	AY	LP	TF			
(1)	1,062	0,850	4	0,72	0,79	1,51
a	1,266	0,850	4	0,78	0,76	1,54
b	1,062	1,055	4	0,81	0,78	1,59
ab	1,266	1,055	4	0,78	0,76	1,54
c	1,062	0,850	5	0,82	0,76	1,58
ac	1,266	0,850	5	0,77	0,79	1,56
bc	1,062	1,055	5	0,79	0,8	1,59
abc	1,266	1,055	5	0,77	0,8	1,57
<b>Total (Yj)</b>						12,48

**Fuente: Elaboración propia**

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.31, se procedió a realizar el análisis estadístico de la variable respuesta (acidez), datos extraídos del (Anexo D) y tabla D.2.

**Cuadro 4. 32**  
**Análisis de varianza para el diseño 2<sup>3</sup> del yogurt aflanado con almidón de yuca en la etapa de fermentación**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	0,0086	15			
<b>Factor AY</b>	0,000225	1	0,000225	0,31	5,32
<b>Factor LP</b>	0,000625	1	0,000625	0,86	5,32
<b>Interacción AY LP</b>	0,0009	1	0,0009	1,24	5,32
<b>Factor TF</b>	0,0004	1	0,0004	0,55	5,32
<b>Interacción AL TF</b>	0,000025	1	0,000025	0,03	5,32
<b>Interacción LP TF</b>	0,000225	1	0,000225	0,31	5,32
<b>Interacción AY LP TF</b>	0,0004	1	0,0004	0,55	5,32
<b>Error experimental</b>	0,0058	8	0,000725		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza (cuadro 4.33), se observa que porcentaje de almidón (AY), porcentaje de leche en polvo (LP), tiempo de fermentación (TF) y las interacciones (AY LP) porcentaje de almidón de yuca - leche en polvo, interacción (AY TF) porcentaje de almidón de yuca - tiempo de

fermentación, interacción (LP TF) porcentaje de leche en polvo - tiempo de fermentación y la interacción (AY LP TF) porcentaje de almidón de yuca - leche en polvo - tiempo de fermentación, no son significativos en el proceso de fermentación ya que  $F_{cal} < F_{tab}$ , por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para una  $p < 0,01$ .

En base al diseño factorial utilizado en la etapa de fermentación no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ ; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para todas las variables tomadas en cuenta. En tal sentido realizando una comparación de la respuesta estadística del análisis sensorial para la dosificación de insumos existe una relación directa con el factor analizado.

#### **4.5 VARIACIÓN DEL FACTOR ACIDEZ PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE CULTIVO LÁCTICO A UTILIZAR**

En función a las ocho muestras elaboradas se evidenció que los jueces no pudieron apreciar la muestra más representativa en cuanto al atributo sabor.

Por lo que se decidió variar el porcentaje de cultivo láctico para definir el sabor del yogurt aplanado con almidón de yuca, para tal efecto se modificó la dosificación variando el porcentaje de cultivo láctico en las muestras más representativas del análisis sensorial del atributo sabor en la dosificación de insumos como se detalla en la tabla 4.6.

**Tabla 4. 6**  
**Dosificación del porcentaje de cultivo láctico**

<b>Muestra</b>	<b>Porcentaje de cultivo láctico</b>
<b>M102</b>	0,0030%
<b>M103</b>	0,0021%
<b>M105</b>	0,0025%

**Fuente: Elaboración propia**

##### **4.5.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE CULTIVO LÁCTICO A UTILIZAR**

En el cuadro 4.33, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C), tabla C.34.

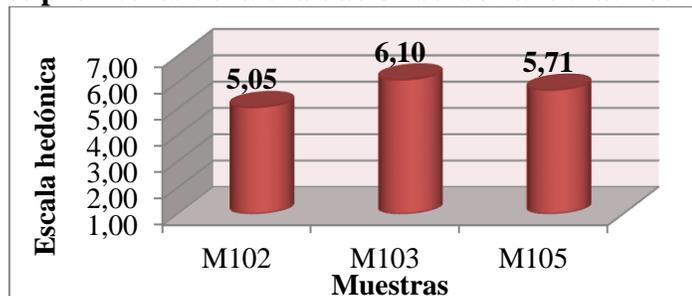
**Cuadro 4. 33**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M102	M103	M105
1	4	6	5
2	7	6	5
3	6	7	6
4	2	7	5
5	6	5	5
6	3	6	7
7	5	6	7
8	5	5	7
9	4	6	5
10	5	7	6
11	7	5	6
12	4	6	5
13	5	7	6
14	6	7	4
15	6	5	7
16	5	6	5
17	5	6	4
18	7	7	6
19	4	6	7
20	4	6	5
21	6	6	7
$\bar{X}_i$	5,05	6,10	5,71

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.24 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar, datos extraídos del cuadro 4.33.

**Figura 4. 24**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.24 se puede observar que la muestra M103 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,10 para el atributo sabor; las muestras M105 (5,71) y la muestra YA2 (5,05), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.5.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE CULTIVO LÁCTICO A UTILIZAR

En el cuadro 4.34 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar, extraído del (Anexo C) y cuadro C.35.

**Cuadro 4. 34**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	76,86	62			
<b>Muestra</b>	11,81	2	5,90	5,04	5,18
<b>Jueces</b>	18,19	20	0,91	0,78	2,37
<b>Error</b>	46,86	40	1,17		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo sabor (cuadro 4.34), el valor  $F_{cal}(5,04) < F_{tab}(5,18)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta.

#### 4.5.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL FACTOR ACIDEZ PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE CULTIVO LÁCTICO A UTILIZAR

En el cuadro 4.35, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el factor acidez en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.36.

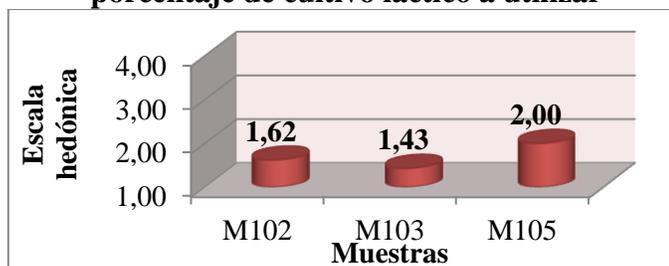
**Cuadro 4. 35**  
**Evaluación sensorial de acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M102	M103	M105
1	1	1	1
2	2	1	2
3	1	1	2
4	1	2	2
5	2	2	3
6	1	2	2
7	3	1	3
8	1	2	1
9	3	1	2
10	2	1	2
11	1	1	1
12	3	1	2
13	3	2	1
14	1	1	2
15	1	1	2
16	1	2	2
17	2	1	2
18	1	2	2
19	1	2	2
20	2	1	3
21	1	2	3
$\bar{X}_i$	1,62	1,43	2,00

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.25 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar, datos extraídos del cuadro 4.35.

**Figura 4. 25**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.25 se puede observar que la muestra M105 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 2,00 para el atributo acidez; las muestras M103 (1,43) y la muestra YA2 (1,62), presentan una menor puntuación a escala hedónica.

#### 4.5.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL FACTOR ACIDEZ PARA DEFINIR EL PORCENTAJE DE CULTIVO LÁCTICO A UTILIZAR

En el cuadro 4.36 se muestra el análisis de varianza del factor acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.37.

**Cuadro 4. 36**  
**Cuadro de análisis de varianza de acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar**

FV	SC	GL	CM	F cal	F tab
<b>Total</b>	29,65	62			
<b>Muestra</b>	3,56	2	1,78	4,00	5,18
<b>Jueces</b>	8,32	20	0,42	0,94	2,37
<b>Error</b>	17,78	40	0,44		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para acidez (cuadro 4.36), el valor  $F_{cal}(4,00) < F_{tab}(5,18)$  para las muestras, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para una  $p < 0,01$ . Por lo que se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras y cualquier muestra puede ser tomada en cuenta.

#### 4.5.3 VALORACIÓN DEL FACTOR ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

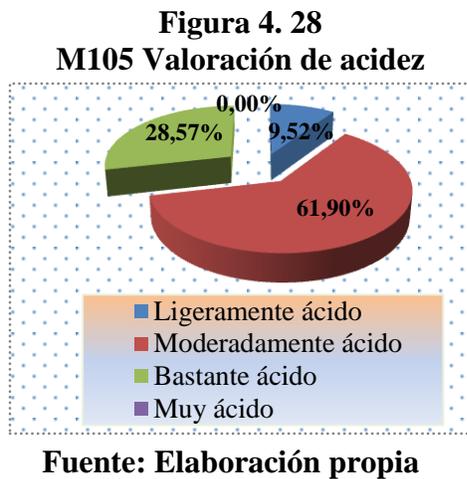
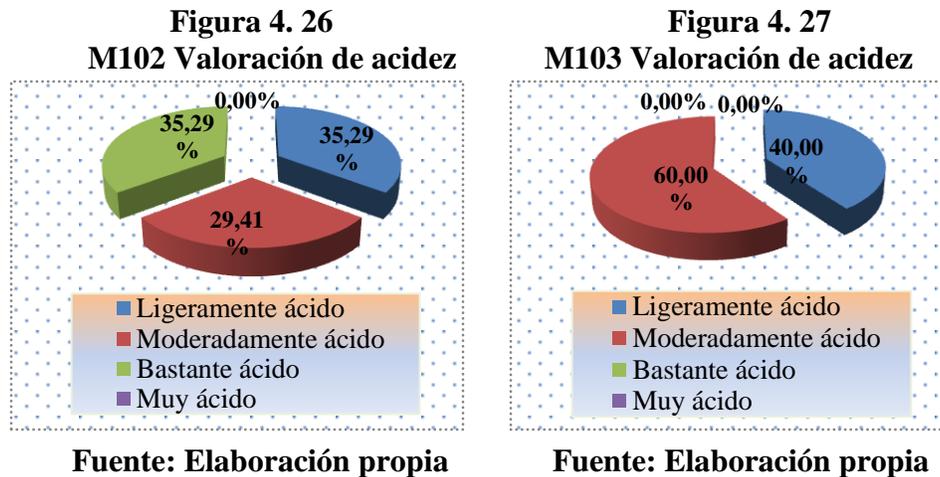
En el cuadro 4.37 se detallan los porcentajes de valoración del factor acidez de cada muestra de acuerdo a la escala establecida, datos extraídos del (Anexo E) y tabla E.6.

**Cuadro 4. 37**  
**Porcentaje de valoración de la acidez**

Escala	M102	M103	M105
<b>Ligeramente ácido</b>	35,29%	40,00%	9,52%
<b>Moderadamente ácido</b>	29,41%	60,00%	61,90%
<b>Bastante ácido</b>	35,29%	0,00%	28,57%
<b>Muy ácido</b>	0,00%	0,00%	0,00%

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.46, figura 4,27 y figura 4.28 se representan gráficamente la valoración de los jueces sobre la acidez, en base a los resultados obtenidos de la tabla 4.37.



En la figura 4.26 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra M102 está bastante ácida, M103 (figura 4.27) y M105 (figura 4.28) están moderadamente ácidas. La muestra M103 presenta un acidez relativamente menor (0,74%) para un porcentaje de cultivo menor (0,0021%) en comparación a M102 un 0,75% de acidez para un porcentaje de cultivo mayor (0,0030%) y M105 con una acidez relativamente mayor de 0,84% que tiene un porcentaje de cultivo intermedio (0,003%). La muestra elegida para definir el porcentaje de cultivo láctico es M105 con un puntaje promedio para sabor de 5,71 y acidez de 2, valorada como moderadamente ácida, realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para

$p < 0,01$ . Si bien no fue considerada como la mejor muestra en el atributo sabor, en el análisis sensorial de la dosificación de insumos fue considerada la mejor muestra en cuanto sabor, consistencia y adhesividad por lo que se basó en este análisis para la elección de la muestra además que cuenta mejor consistencia.

#### **4.6 CARACTERIZACIÓN DEL ATRIBUTO SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para caracterizar el atributo sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

##### **4.6.1 INCORPORACIÓN DE SABORIZANTE AL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

A nivel experimental se elaboraron tres muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, para lo cual dos muestras se elaboraron basándose en la preferencia del atributo sabor de la muestra patrón YAa (Yogurt aflanado sabor durazno) y YAb (Yogurt aflanado sabor frutilla) de la marca Pil Tarija S.A. La tercera muestra se decidió elaborar sin sabor, con la finalidad de conocer si existe preferencia sobre un producto natural. En la tabla 4.7 se detallan las muestras a ser evaluadas.

**Tabla 4. 7**  
**Dosificación del saborizante y colorante en las muestras**

<b>Muestra</b>	<b>Sabor</b>	<b>Porcentaje de saborizante</b>	<b>Porcentaje de colorante</b>
<b>YAB</b>	Natural	-	-
<b>YAF</b>	Frutilla	0,1268%	0,1353%
<b>YAD</b>	Durazno	0,0914%	0,8860%

**Fuente: Elaboración propia**

Las muestras fueron elaboradas utilizando la dosificación de la muestra M105 ya que se eligió como la muestra representativa que cumple con las características del producto.

##### **4.6.1.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.38, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca con sabor y sin sabor, datos extraídos (Anexo C) y tabla C.38.

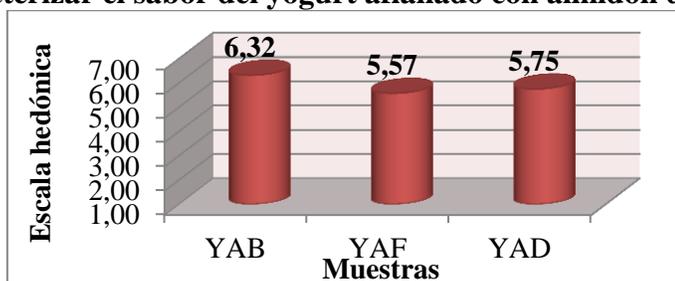
**Cuadro 4. 38**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para caracterizar el sabor del producto del yogurt afluado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YAB	YAF	YAD
1	6	6	5
2	7	5	7
3	6	7	7
4	7	5	4
5	6	6	6
6	7	6	6
7	6	6	7
8	6	4	6
9	7	5	6
10	7	6	6
11	6	5	4
12	6	7	7
13	7	7	6
14	7	6	5
15	5	6	7
16	6	7	6
17	6	5	4
18	7	5	6
19	5	7	3
20	7	6	5
21	6	7	5
22	5	5	7
23	7	4	6
24	7	5	6
25	6	5	6
26	6	6	7
27	6	4	5
28	7	3	6
$\bar{X}_i$	6,32	5,57	5,75

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.29 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt afluado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.39, donde se puede observar que la muestra YAB tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,32 para el atributo sabor; las muestras YAD (5,75) y YAF (5,57) presentan una menor aceptación por los jueces.

**Figura 4. 29**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.6.1.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.39 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.39.

**Cuadro 4. 39**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	82,81	83			
<b>Muestras</b>	8,60	2	4,30	4,46	5,02
<b>Jueces</b>	22,14	27	0,82	0,85	2,12
<b>Error</b>	52,07	54	0,96		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo sabor (cuadro 4.39), el valor  $F_{cal}(4,46) < F_{tab}(5,02)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAB es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.6.1.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.40, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial

para el atributo aroma en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca con y sin sabor, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.40.

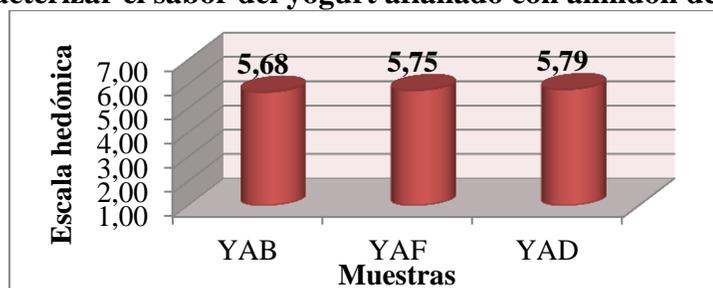
**Cuadro 4. 40**  
**Evaluación sensorial para el atributo aroma para caracterizar el sabor del yogurt aplanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YAB	YAF	YAD
1	7	7	7
2	5	7	7
3	7	7	7
4	6	5	4
5	5	7	6
6	6	5	6
7	5	6	7
8	5	4	4
9	7	4	6
10	6	7	5
11	6	5	4
12	6	7	7
13	6	5	6
14	6	6	5
15	5	6	6
16	6	6	7
17	7	6	5
18	6	6	6
19	4	6	3
20	5	6	5
21	3	5	7
22	5	5	7
23	7	6	6
24	6	5	6
25	5	5	5
26	5	7	7
27	6	5	5
28	6	5	6
$\bar{X}_i$	5,68	5,75	5,79

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.30 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para para caracterizar el sabor del yogurt aplanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.40.

**Figura 4. 30**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para**  
**caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.30 se puede observar que la muestra YAD tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,79 para el atributo aroma; las muestras YAF (5,75) y YAB (5,68) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.1.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.41 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.41.

**Cuadro 4. 41**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo aroma para caracterizar el**  
**sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	82,24	83			
<b>Muestras</b>	0,17	2	0,08	0,10	5,02
<b>Jueces</b>	36,90	27	1,37	1,63	2,12
<b>Error</b>	45,17	54	0,84		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de aroma (cuadro 4.41), el valor  $F_{cal}(0,10) < F_{tab}(5,02)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAD es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### 4.6.1.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

En el cuadro 4.42, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro 4.42.

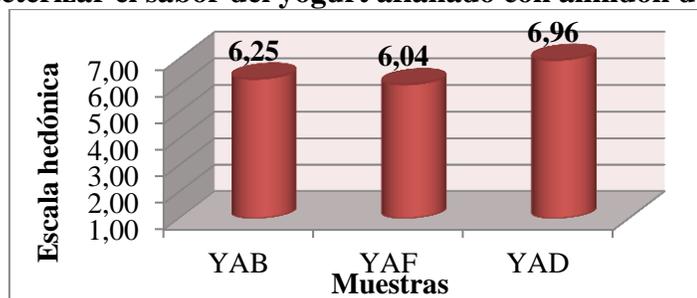
**Cuadro 4. 42**  
**Evaluación sensorial para el atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	YAB	YAF	YAD
1	7	6	5
2	7	7	7
3	7	7	7
4	6	5	4
5	7	7	7
6	7	6	6
7	6	6	7
8	6	5	5
9	7	5	6
10	6	7	6
11	6	5	4
12	6	7	7
13	7	6	6
14	7	7	7
15	6	7	6
16	6	7	6
17	6	6	5
18	7	6	7
19	6	6	6
20	6	6	4
21	3	5	6
22	5	6	7
23	7	6	7
24	7	6	5
25	7	5	6
26	7	7	7
27	5	5	5
28	5	5	6
$\bar{X}_i$	6,25	6,04	5,96

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.31 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del cuadro 4.40.

**Figura 4. 31**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.31 se puede observar que la muestra YAB tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,25 para el atributo color; las muestras YAF (6,04) y YAD (5,96) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.1.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA CARACTERIZAR EL SABOR DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA**

En el cuadro 4.43 se muestra el análisis de varianza del atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca, extraído del (Anexo C) y tabla C.43.

**Cuadro 4. 43**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	68,42	83			
<b>Muestras</b>	1,24	2	0,62	1,19	5,02
<b>Jueces</b>	39,08	27	1,45	2,78	2,12
<b>Error</b>	28,10	54	0,52		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo color (cuadro 4.43), el valor  $F_{cal}(1,19) < F_{tab}(5,02)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia

significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra YAB es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

El sabor representativo de yogurt aflanado con almidón de yuca fue la muestra YAB (sabor natural) con promedio para sabor (6,32), aroma (5,68) y color (6,25) en escala hedónica. Asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$ .

#### **4.6.2 COMPARACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

Para la comparación del yogurt aflanado con almidón de yuca con la muestra patrón, se decidió evaluar las muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca YAB (sabor natural) y YAD (sabor durazno) para poder comparar con la muestra patrón YAa (yogurt aflanado sabor durazno, Pil Tarija S.A).

##### **4.6.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.44, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca frente a la muestra patrón, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.44.

**Cuadro 4. 44**  
**Evaluación sensorial para el atributo consistencia para comparar yogurt**  
**aflanado con almidón de yuca con muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M201	M202	M203
1	7	7	3
2	6	6	7
3	5	3	4
4	4	5	3
5	7	6	4
6	7	6	5
7	6	5	4
8	6	6	5
9	6	5	7
10	7	6	7
11	7	6	3
12	6	5	5
13	7	7	6
14	6	5	4
15	6	7	5
16	5	6	6
17	7	7	7
18	7	6	6
19	6	6	7
20	7	6	7
21	5	6	5
22	6	7	6
23	6	5	6
24	6	5	7
$\bar{X}_i$	6,17	5,79	5,38

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.32 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para elegir la preferencia final del yogurt aflanado, datos extraídos del cuadro 4.44.

**Figura 4. 32**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para**  
**comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.33 se puede observar que la muestra M201 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 7,44 para el atributo sabor; las muestras M202 (5,79) y la muestra M203 (5,38), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.2.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA COMPARAR EL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.45 se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.45.

**Cuadro 4. 45**  
**Análisis de varianza para el atributo consistencia para comparar yogurt**  
**aflanado con almidón de yuca con muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	88,44	71			
<b>Muestras</b>	7,53	2	3,76	4,28	5,10
<b>Jueces</b>	40,44	23	1,76	2,00	2,24
<b>Error</b>	40,47	46	0,88		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de consistencia (cuadro 4.45), el valor  $F_{cal}(4,28) < F_{tab}(5,10)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra M201 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor

#### 4.6.2.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN

En el cuadro 4.46, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo adhesividad en muestras de yogurt aflanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.46.

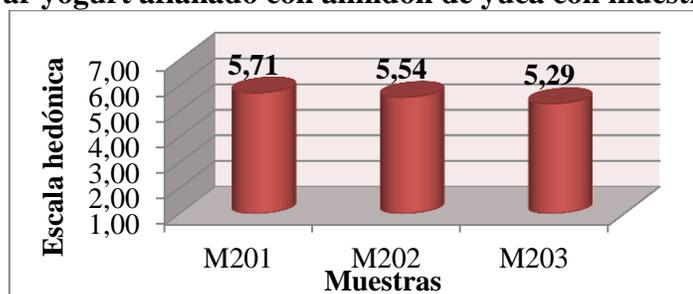
**Cuadro 4. 46**  
Evaluación sensorial para el atributo adhesividad para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M201	M202	M203
1	7	7	5
2	4	6	6
3	6	5	5
4	5	5	4
5	7	7	4
6	3	3	7
7	5	5	5
8	7	5	6
9	6	6	5
10	5	5	5
11	7	6	4
12	4	4	5
13	6	6	5
14	6	5	5
15	6	7	5
16	5	5	6
17	7	7	7
18	7	6	2
19	6	6	7
20	6	6	6
21	6	6	5
22	4	5	5
23	6	5	6
24	6	5	7
$\bar{X}_i$	5,71	5,54	5,29

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.33 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad comparar el yogurt aflanado con almidón de yuca con la muestra patrón, datos extraídos del cuadro 46.

**Figura 4. 33**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad para**  
**comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.33 se puede observar que la muestra M201 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,17 para el atributo adhesividad; las muestras M202 (5,54) y la muestra M203 (5,29), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.2.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.47 se muestra el análisis de varianza del atributo adhesividad, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.47.

**Cuadro 4. 47**  
**Análisis de varianza para el atributo adhesividad para comparar yogurt**  
**aflanado con almidón de yuca con muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	83,99	71			
<b>Muestras</b>	2,11	2	1,06	0,94	5,10
<b>Jueces</b>	29,99	23	1,30	1,16	2,24
<b>Error</b>	51,89	46	1,13		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de adhesividad (cuadro 4.47), el valor  $F_{cal}(0,94) < F_{tab}(5,10)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra M201 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo adhesividad.

#### 4.6.2.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN

En el cuadro 4.48, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.48.

**Cuadro 4. 48**  
**Evaluación sensorial para el atributo sabor para comparar yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M201	M202	M203
1	7	6	4
2	5	5	4
3	4	4	6
4	4	6	4
5	7	6	7
6	4	4	5
7	6	5	7
8	6	6	5
9	5	6	6
10	6	5	7
11	7	6	3
12	6	5	6
13	7	6	5
14	6	5	5
15	5	7	5
16	5	5	6
17	7	5	7
18	7	6	2
19	7	6	6
20	7	6	6
21	5	5	6
22	6	7	5
23	6	4	7
24	6	6	7
$\bar{X}_i$	5,88	5,50	5,46

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.34 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor, datos extraídos del cuadro 4.48.

**Figura 4. 34**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para comparar yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.35 se puede observar que la muestra M201 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,88 para el atributo sabor; las muestras M202 (5,50) y la muestra M203 (5,46), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.2.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.49 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y cuadro C.49.

**Cuadro 4. 49**  
**Análisis de varianza para el atributo sabor para comparar yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	85,11	71			
<b>Muestras</b>	2,53	2	1,26	1,04	5,10
<b>Jueces</b>	26,44	23	1,15	0,94	2,24
<b>Error</b>	56,14	46	1,22		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de sabor (cuadro 4.49), el valor  $F_{cal}(1,04) < F_{tab}(5,10)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra M201 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.6.2.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN

En el cuadro 4.50, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color en muestras de yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.50.

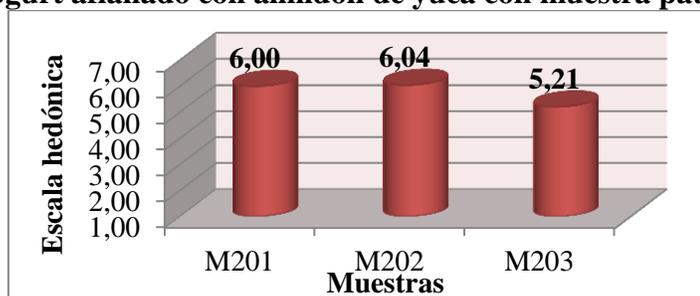
**Cuadro 4. 50**  
**Evaluación sensorial para el atributo color para comparar yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M201	M202	M203
1	7	7	3
2	5	4	5
3	4	6	6
4	5	6	3
5	7	6	5
6	6	6	5
7	7	6	4
8	5	5	5
9	5	6	7
10	5	6	7
11	7	6	4
12	6	7	5
13	7	7	7
14	6	6	5
15	6	7	5
16	6	6	6
17	6	5	6
18	7	6	3
19	7	6	6
20	7	6	6
21	5	6	5
22	6	6	5
23	6	7	5
24	6	6	7
$\bar{X}_j$	6,00	6,04	5,21

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.35 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color, datos extraídos del cuadro 4.50.

**Figura 4. 35**  
**Valores promedio de la evaluación sensorial del atributo color para comparar**  
**yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.35 se puede observar que la muestra M202 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,04 para el atributo color; las muestras M201 (6,00) y la muestra M203 (5,21), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.6.2.4.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.51, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraídos (Anexo C) y cuadro 4.52, para el atributo color para elegir la preferencia final del yogurt aplanado.

**Cuadro 4. 51**  
**Prueba de Duncan del atributo color**

Tratamientos	Valor	Diferencia	Significancia
M202-M201	0,04	0,04<0,75	No hay diferencia significativa
M202-M203	0,83	0,83>0,78	Si hay diferencia significativa
M201-M203	0,79	0,79>0,75	Si hay diferencia significativa

**Fuente: Elaboración propia**

En el cuadro 4.51 se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos M202-M203. Sin embargo los tratamientos M202-M201 y M201-M203, no existe diferencia significativa para una probabilidad del 99%. Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra M202 con mayor porcentaje en escala hedónica se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo color.

#### 4.6.2.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACIDEZ PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN

En el cuadro 4.52, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para acidez para elegir la preferencia final del yogurt aplanado, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.53.

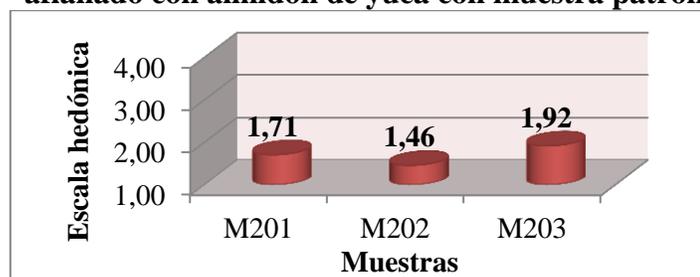
**Cuadro 4. 52**  
**Evaluación sensorial de acidez para comparar yogurt aplanado con almidón de yuca con muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	M201	M202	M203
1	2	1	3
2	1	3	2
3	2	2	1
4	1	1	2
5	2	1	2
6	2	2	2
7	2	1	2
8	2	1	2
9	2	1	2
10	2	1	2
11	2	1	2
12	2	1	1
13	1	2	3
14	2	2	3
15	1	2	1
16	2	2	2
17	2	1	2
18	1	2	3
19	1	1	1
20	2	2	2
21	2	1	1
22	2	2	2
23	1	1	2
24	2	1	1
$\bar{X}_i$	1,71	1,46	1,92

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.36 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para elegir la preferencia final del yogurt aplanado, datos extraídos del cuadro 4.52.

**Figura 4. 36**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para comparar yogurt afluado con almidón de yuca con muestra patrón**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.36 se puede observar que la muestra M203 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 1,92 para acidez; las muestras M201 (1,71) y la muestra M202 (1,46) presentan valores promedios menores a la escala hedónica establecida.

#### **4.6.2.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN**

En el cuadro 4.53 se muestra el análisis de varianza de acidez para elegir la preferencia final del yogurt afluado, extraído del (Anexo C) y cuadro C.54.

**Cuadro 4. 53**  
**Análisis de varianza de acidez para comparar yogurt afluado con almidón de yuca con muestra patrón**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	25,28	71			
<b>Muestras</b>	2,53	2	1,26	3,76	5,10
<b>Jueces</b>	7,28	23	0,32	0,94	2,24
<b>Error</b>	15,47	46	0,34		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para acidez (cuadro 4.53), el valor  $F_{cal}(3,76) < F_{tab}(5,10)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces la muestra a M203 presenta mayor puntaje en escala hedónica.

#### 4.6.2.5.2 VALORACIÓN DEL FACTOR ACIDEZ PARA COMPARAR YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON MUESTRA PATRÓN

En el cuadro 4.54 se detalla el porcentaje de la valoración sobre el factor acidez de las muestras de yogurt aflanado, datos extraídos de (Anexo E) y tabla E.9.

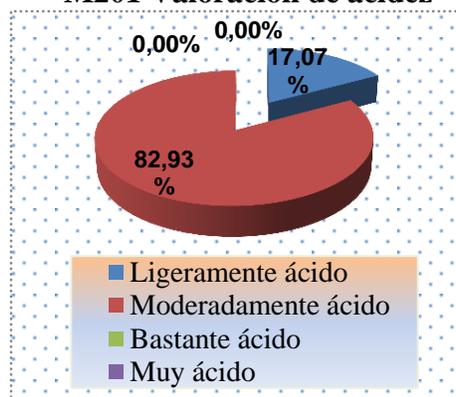
**Cuadro 4. 54**  
**Porcentaje de valoración de acidez**

Escala	M201	M202	M203
Ligeramente ácido	17,07%	40,00%	13,04%
Moderadamente ácido	82,93%	45,71%	60,87%
Bastante ácido	0,00%	8,57%	26,09%
Muy ácido	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia

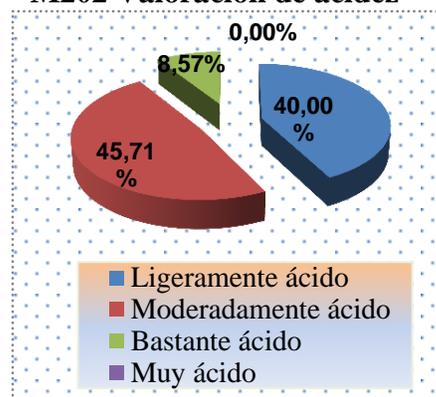
En las figuras 4.37, figura 4.38 y figura 4.39 se representan gráficamente la valoración de acidez datos extraídos del cuadro 4.52.

**Figura 4. 37**  
**M201 Valoración de acidez**



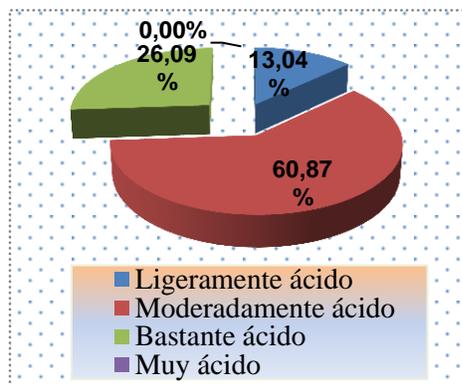
Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 38**  
**M202 Valoración de acidez**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 39**  
**M203 Valoración de acidez**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.37 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra M201, M202 (figura 4.38) y M203 (figura 4.39) moderadamente acida.

La muestra elegida en comparación con la muestra patrón fue 201 (yogurt afluado con almidón de yuca sabor natural) con promedio para consistencia (6,17), adhesividad (5,71), sabor (5,88), color (6,00) y acidez (1,71) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$  para los atributos consistencia, adhesividad y sabor. Los jueces optaron por una muestra moderadamente acida como la mejor, en cuanto sabor.

#### **4.7 CONTROL DE VARIACIÓN DE ACIDEZ Y pH EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN**

El control de la variación de acidez y pH se realizó en el proceso de fermentación del yogurt afluado con almidón, como se detalla a continuación:

##### **4.7.1 CONTROL DE VARIACIÓN DE ACIDEZ Y pH EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA SIN SABOR**

En la tabla 4.8 se muestran los resultados del porcentaje de ácido láctico y pH obtenido del seguimiento desde la materia prima hasta la obtención del producto. Para tal efecto, se utilizó la técnica (Anexo F) y tabla F.1, para obtener el porcentaje de ácido láctico y pH.

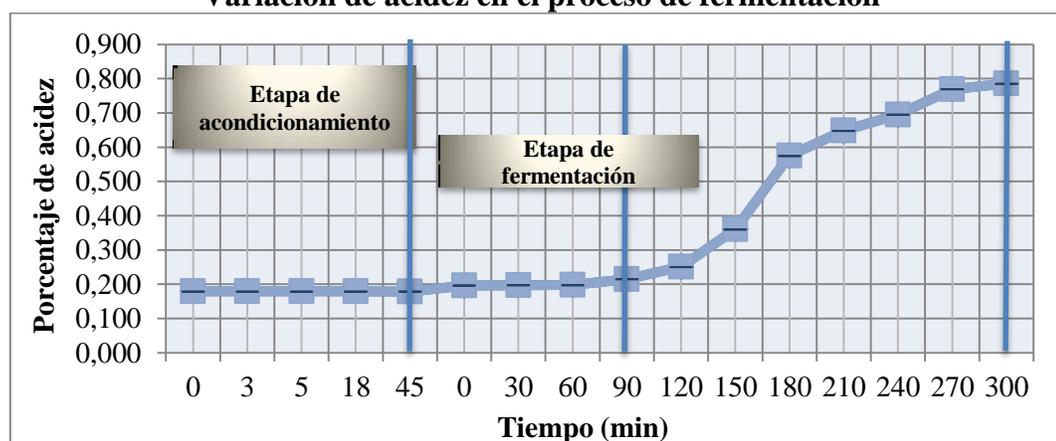
**Tabla 4. 8**  
**Valores de acidez y pH en el proceso de fermentación de yogurt aflanado con almidón de yuca sin sabor**

Muestras de yogurt aflanado sin sabor		Porcentaje de acidez	pH
Etapa de acondicionamiento	Leche cruda	0,179	6,87
	leche homogenizada	0,179	6,83
	Leche estandarizada	0,179	6,78
	Leche pasteurizada	0,179	6,65
	Leche antes de inocular	0,179	6,63
	Leche después de inocular	0,196	6,62
Etapa de fermentación	30 min	0,197	6,61
	60 min	0,198	6,57
	90 min	0,215	6,50
	120 min	0,250	6,22
	150 min	0,360	5,87
	180 min	0,575	5,31
	210 min	0,648	5,07
	240 min	0,695	4,90
	270 min	0,769	4,77
300 min	0,786	4,64	

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.40 se detalla (variación de acidez) y en la figura 4.41 se observa (variación de pH) desde la recepción de la materia prima hasta la finalización del tiempo de fermentación del yogurt aflanado con almidón de yuca sin saborizar.

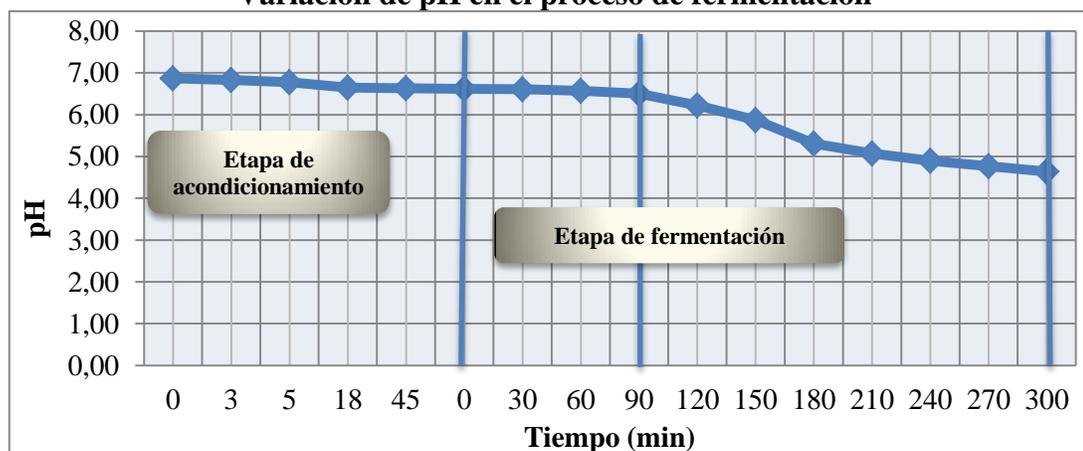
**Figura 4. 40**  
**Variación de acidez en el proceso de fermentación**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.40 se puede observar que no existe variación de acidez durante la etapa de acondicionamiento (0,179% ácido láctico), sin embargo desde el momento de la inoculación hay una ligera variación de acidez (0,196% de ácido láctico) y transcurrido una hora y media de fermentación se observa un rápido incremento de acidez (0,215% de ácido láctico), alcanzando un porcentaje de acidez final de 0,786 % de ácido láctico.

**Figura 4. 41**  
**Variación de pH en el proceso de fermentación**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.41 se puede observar que existe una leve variación de pH durante la etapa de acondicionamiento (6,87-6,63), sin embargo desde el momento de la inoculación hay una ligera variación (6,62-6,50) y transcurrido una hora y media de fermentación se observa un rápido descenso (6,22), alcanzando un pH final de 4,64, por lo que relacionando con la figura 4.40 se puede decir que a medida que el pH baja el porcentaje de ácido láctico se incrementa.

#### **4.7.2 CONTROL DE VARIACIÓN DE ACIDEZ Y pH EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA CON SABOR**

En la tabla 4.9 se muestran los resultados del porcentaje de ácido láctico y pH obtenido del seguimiento desde la materia prima hasta la obtención del producto, extraídos del (Anexo F) y tabla F.2. Para tal efecto, se utilizó la técnica (Anexo F), para obtener el porcentaje de ácido láctico y para medir pH.

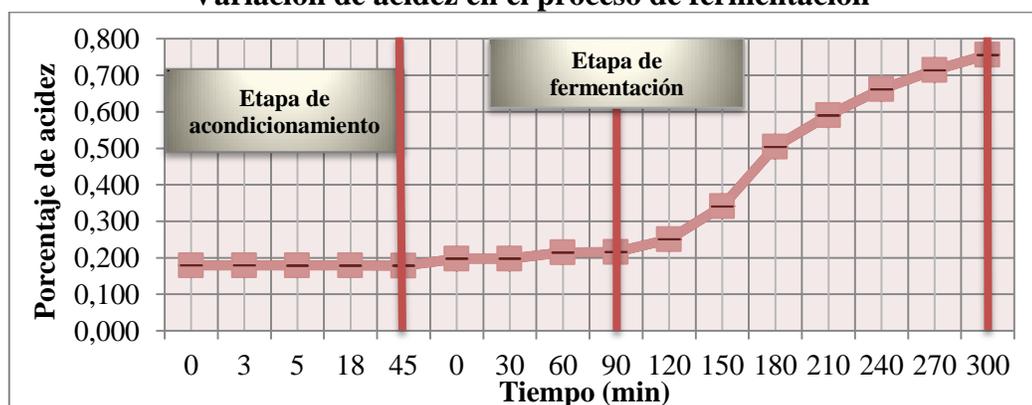
**Tabla 4. 9**  
**Valores de acidez y pH en el proceso de fermentación del yogurt aflanado con almidón de yuca con sabor**

Muestras de yogurt aflanado con sabor		Porcentaje de acidez	pH
Etapa de acondicionamiento	Leche cruda	0,179	6,86
	leche homogenizada	0,179	6,85
	Leche estandarizada	0,179	6,70
	Leche pasteurizada	0,179	6,67
	Leche antes de inocular	0,179	6,66
	Leche después de inocular	0,198	6,64
Etapa de fermentación	30 min	0,198	6,63
	60 min	0,215	6,51
	90 min	0,216	6,47
	120 min	0,251	6,25
	150 min	0,341	5,81
	180 min	0,504	5,28
	210 min	0,590	5,02
	240 min	0,662	4,86
	270 min	0,714	4,75
	300 min	0,756	4,63

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.42 se detalla (variación de acidez) y en la figura 4.43 se observa (variación de pH) desde la recepción de la materia prima hasta la finalización del tiempo de fermentación del yogurt aflanado con almidón de yuca sin saborizar.

**Figura 4. 42**  
**Variación de acidez en el proceso de fermentación**

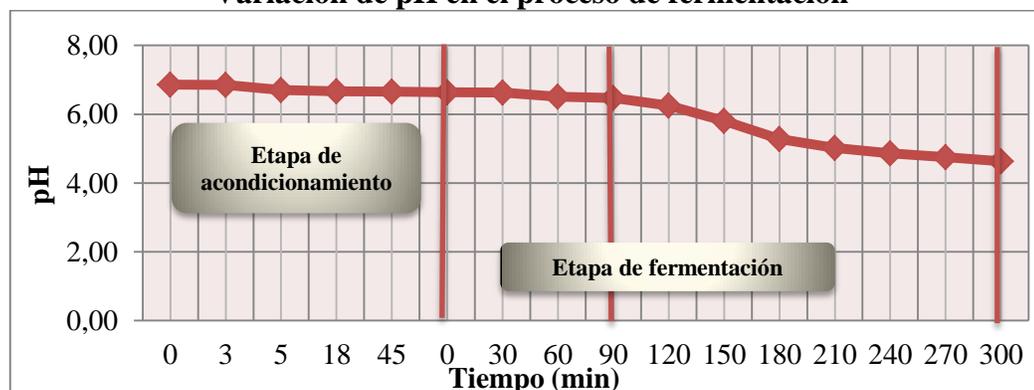


**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.42 se puede observar que no existe variación de acidez durante la etapa de acondicionamiento (0,170% de ácido láctico), sin embargo desde el momento de la

inoculación hay una ligera variación de acidez (0,198% de ácido láctico) y transcurrido una hora y media de fermentación se observa un rápido incremento de acidez (0,198% - 0,216% de ácido láctico), alcanzando un porcentaje de acidez final de 0,756% de ácido láctico.

**Figura 4. 43**  
**Variación de pH en el proceso de fermentación**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.43 se puede observar que existe una leve variación de pH durante la etapa de acondicionamiento (6,86-6,66), sin embargo desde el momento de la inoculación hay una ligera variación (6,64) y transcurrido una hora y media de fermentación se observa un rápido descenso (6,47), alcanzando un pH final de 4,63, por lo que relacionando con la figura 4.42 se puede decir que a medida que el pH baja el porcentaje de ácido láctico se incrementa.

En el proceso de fermentación del yogurt aflanado con almidón de yuca sin sabor y con sabor, se puede evidenciar que para ambos, durante la etapa de acondicionamiento no existe variación de acidez, sin embargo, existe una leve variación de pH, así mismo existe un leve incremento de acidez desde el momento de la inoculación hasta el tiempo transcurrido de una hora y media, y pH en este periodo baja ligeramente, posteriormente existe un rápido incremento de acidez y un descenso rápido de pH en las últimas horas del tiempo de fermentación.

#### **4.8 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas del yogurt aflanado natural

con almidón de yuca, se tomaron en cuenta los parámetros que se detallan en la tabla 4.10.

**Tabla 4. 10**  
**Resultados fisicoquímicos del yogurt afluado natural con almidón de yuca**

Parámetros	Unidad	Resultados
Proteína total (Nx6,38)	%	2,59
Grasa	%	3,69
Hidratos de carbono	%	17,66
Ceniza	%	0,71
Humedad	%	75,35
Sólidos totales	%	24,65
Acidez (como ac.láctico)	%	0,79
pH (20°C)	-	4,37
Valor energético	Kcal/100g	53,46
Calcio	mg/ 100g	76,9
Fosforo	mg/ 100g	49,03
Hierro	mg/ 100g	0,13

**Fuente: CEANID, 2017**

En la tabla 4.10 se muestran los resultados fisicoquímicos del yogurt afluado natural con almidón de yuca, donde el contenido de proteína total es de 2,59%, grasa 3,69%, hidratos de carbono 17,66%, ceniza 0,71%, humedad 75,35%, sólidos totales 24,65%, acidez como ácido láctico 0,79%, pH (20°C) 4,47, valor energético de 53,46 kcal/100g, calcio 76,9mg/100g, fosforo 49,03 mg/100g y hierro 0,13 mg/100g.

#### **4.9 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

Para la caracterización microbiológica del yogurt afluado natural con almidón de yuca, se tomaron en cuenta los parámetros que se detallan en la tabla 4.11.

**Tabla 4. 11**  
**Resultados microbiológicos del yogurt afluado natural con almidón de yuca**

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes fecales	UFC/g	5,0x10 <sup>2</sup>
Coliformes totales	UFC/g	< 1,0x10 <sup>1</sup> *
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	8,0x10 <sup>1</sup>
Salmonella	P/A/25g	Ausencia

**Fuente: CEANID, 2018**

En la tabla 4.11 se muestran los análisis microbiológicos del yogurt afluado natural con almidón de yuca, donde el contenido de coliformes fecales es de 5,0x10<sup>2</sup>UFC/g,

coliformes totales de  $< 1,0 \times 10^1$  \* UFC/g (no se observa formación de colonias), bacteria aerobias mesófilas de  $8,0 \times 10^1$  UFC/g y ausencia de salmonella.

#### 4.10 CONTROL DE VARIACIÓN DE ACIDEZ Y pH DEL PRODUCTO TERMINADO

Para el control de acidez y pH del producto terminado se elaboraron dos muestras, con conservante y sin conservante con la finalidad de conocer la variación de acidez durante 24 días, las mediciones se realizaron tres veces a la semana (días hábiles).

##### 4.10.1 VARIACIÓN DE ACIDEZ Y pH DEL PRODUCTO TERMINADO CON Y SIN CONSERVANTE

En la tabla 4.12 se muestran los resultados del porcentaje de ácido láctico y pH obtenido del seguimiento del producto terminado, datos extraídos (Anexo F) y tabla F.3 y tabla F.4.

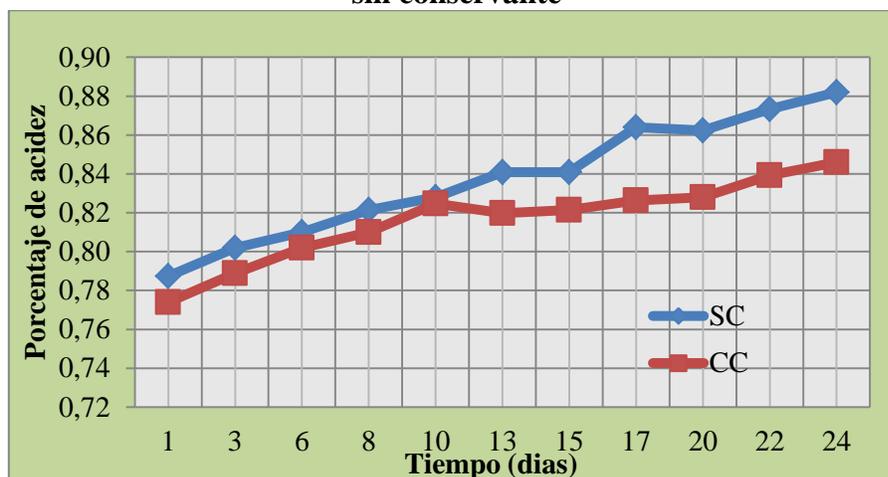
**Tabla 4. 12**  
**Valores de acidez y pH del producto terminado con y sin conservante**

Yogurt aflanado con almidón de yuca				
Tiempo (Días)	Porcentaje de acidez		pH	
	SC	CC	SC	CC
1	0,79	0,77	4,58	4,58
3	0,80	0,79	4,51	4,52
6	0,81	0,80	4,5	4,52
8	0,82	0,81	4,48	4,48
10	0,83	0,82	4,47	4,47
13	0,84	0,82	4,47	4,46
15	0,84	0,82	4,46	4,45
17	0,86	0,83	4,45	4,45
20	0,86	0,83	4,42	4,44
22	0,87	0,84	4,42	4,44
24	0,88	0,85	4,41	4,43

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.44 se detalla la variación de acidez con conservante (CC) y sin conservante (SC), datos extraídos de la tabla 4.12 para un tiempo de 24 días.

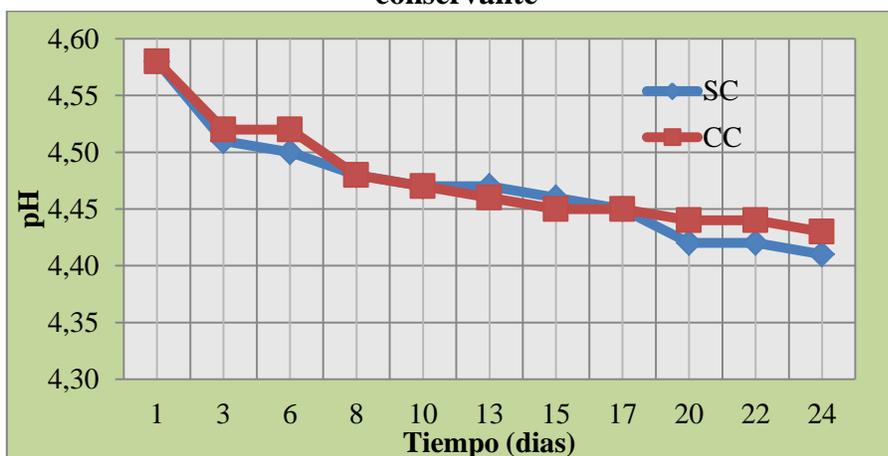
**Figura 4. 44**  
**Variación de acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca con conservante y sin conservante**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.45 se detalla la variación de pH con conservante (CC) y sin conservante (SC), datos extraídos de la tabla 4.12, para un tiempo de 24 días.

**Figura 4. 45**  
**Variación de pH del yogurt aflanado con almidón de yuca con conservante y sin conservante**



**Fuente: Elaboración propia**

Realizado el control de acidez y pH por un tiempo de 24 días, se observó que la muestra con conservante tiene menor acidez (0,85% de ácido láctico) y un pH ligeramente mayor (4,43), en comparación con la muestra sin conservante que alcanza una acidez mayor (0,88% de ácido láctico) y un pH de 4,41.

#### 4.10.2 CONTROL DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

El control de las características organolépticas del producto terminado se dividió en dos periodos. El primer periodo que consta de 14 días de almacenamiento y el segundo periodo a los 24 días, con la finalidad de verificar la calidad del producto, para tal efecto se realizaron una evaluación sensorial en cada periodo para evaluar los atributos de consistencia, adhesividad, sabor y acidez del producto.

##### 4.10.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.55, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.55.

**Cuadro 4. 55**  
**Evaluación sensorial del atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	251	252
1	6	5
2	7	6
3	5	6
4	7	7
5	6	6
6	6	6
7	5	7
8	6	7
9	6	7
10	6	6
$\bar{X}$	6,00	6,30

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.46 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para el control de las características organolépticas del producto terminado.

**Figura 4. 46**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.46 se puede observar que la muestra 252 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,30 para el atributo consistencia; la muestra 251 (6,00) presentan un valor ligeramente menor por los jueces.

#### **4.10.2.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.56 se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.56.

**Cuadro 4. 56**  
**Cuadro de análisis de varianza para el atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	8,55	19			
<b>Muestras</b>	0,45	1	0,45	1,00	5,12
<b>Jueces</b>	4,05	9	0,45	1,00	5,12
<b>Error</b>	4,05	9	0,45		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de consistencia (cuadro 4.53), el valor  $F_{cal}(1,00) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces la muestra a 252 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo consistencia.

#### 4.10.2.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.57, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo adhesividad en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.57.

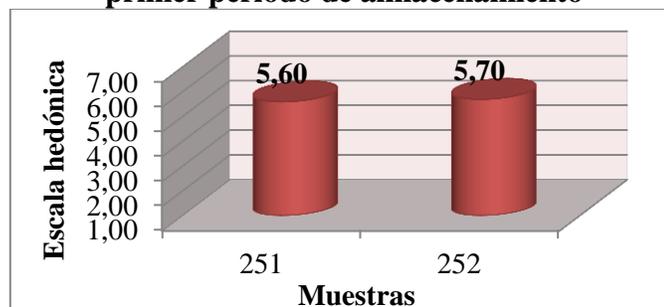
**Cuadro 4. 57**  
Evaluación sensorial del atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	251	252
1	6	6
2	5	6
3	5	4
4	6	6
5	5	6
6	6	5
7	6	5
8	6	7
9	5	6
10	6	6
$\bar{X}$	5,60	5,70

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.47 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad para para el control de las características organolépticas del producto terminado.

**Figura 4. 47**  
Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3 se puede observar que la muestra 252 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,70 para el atributo adhesividad; la muestra 251 (5,60) presentan un valor ligeramente menor por los jueces.

#### 4.10.2.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.58 se muestra el análisis de varianza del atributo adhesividad datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.58.

**Cuadro 4. 58**

**Cuadro de análisis de varianza para el atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	8,55	19			
<b>Muestras</b>	0,05	1	0,05	0,13	5,12
<b>Jueces</b>	5,05	9	0,5611	1,46	5,12
<b>Error</b>	3,45	9	0,3833		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo de adhesividad (cuadro 4.56), el valor  $F_{cal}(0,13) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra 252 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo adhesividad.

#### 4.10.2.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.59, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.59.

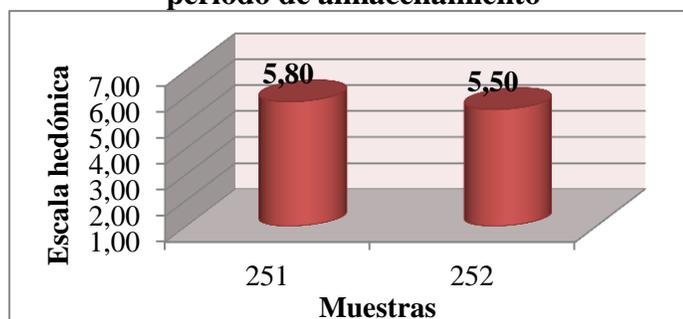
**Cuadro 4. 59**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor del primer periodo de almacenamiento**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	251	252
1	6	7
2	6	7
3	6	7
4	7	6
5	6	5
6	6	6
7	6	6
8	6	7
9	4	7
10	5	7
$\bar{X}$	5,8	6,5

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.48 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para el control de las características organolépticas.

**Figura 4. 48**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor del primer periodo de almacenamiento**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.48 se puede observar que la muestra 252 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,5 para el atributo sabor; la muestra 251 (5,60) presentan un valor ligeramente menor por los jueces.

#### **4.10.2.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.60 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.60.

**Cuadro 4. 60**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo sabor**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	12,55	19			
<b>Muestras</b>	2,45	1	2,45	3,13	5,12
<b>Jueces</b>	3,05	9	0,34	0,43	5,12
<b>Error</b>	7,05	9	0,78		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo sabor (cuadro 4.58), el valor  $F_{cal}(3,13) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces la muestra a 252 es considerada como la mejor opción.

#### **4.10.2.4 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACIDEZ DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.61, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de acidez en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.61.

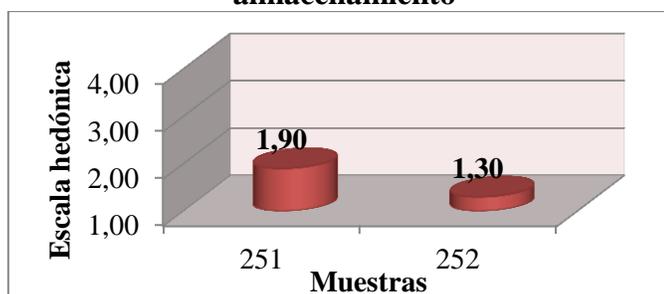
**Cuadro 4. 61**  
**Evaluación sensorial de acidez del primer periodo de almacenamiento**

<b>Jueces</b>	<b>Muestras (Escala hedónica)</b>	
	<b>251</b>	<b>252</b>
<b>1</b>	1	1
<b>2</b>	4	1
<b>3</b>	2	1
<b>4</b>	1	2
<b>5</b>	1	2
<b>6</b>	1	2
<b>7</b>	2	1
<b>8</b>	2	1
<b>9</b>	4	1
<b>10</b>	1	1
$\bar{X}$	1,9	1,3

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.49 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para el control de las características organolépticas del yogurt afluado con almidón de yuca.

**Figura 4. 49**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez del primer periodo d almacenamiento**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.49 se puede observar que la muestra 251 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 1,9 para acidez; la muestra 252 (1,3) presenta un valor menor por los jueces.

#### **4.10.2.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ DEL PRIMER PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.62 se muestra el análisis de varianza de acidez datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.62.

**Cuadro 4. 62**  
**Análisis de varianza para acidez del primer periodo de almacenamiento**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	16,8	19			
<b>Muestras</b>	1,8	1	1,80	1,59	5,12
<b>Jueces</b>	4,8	9	0,53	0,47	5,12
<b>Error</b>	10,2	9	1,13		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para acidez (cuadro 4.60), el valor  $F_{cal}(1,59) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta.

#### 4.10.2.5 VALORACIÓN DE ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA

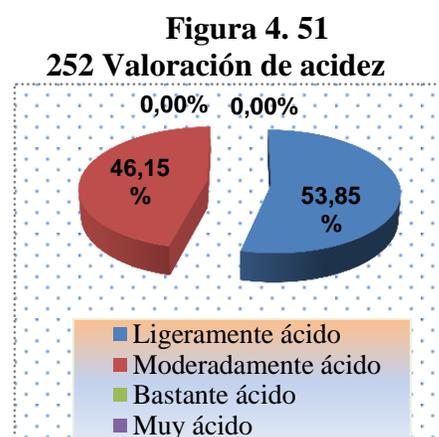
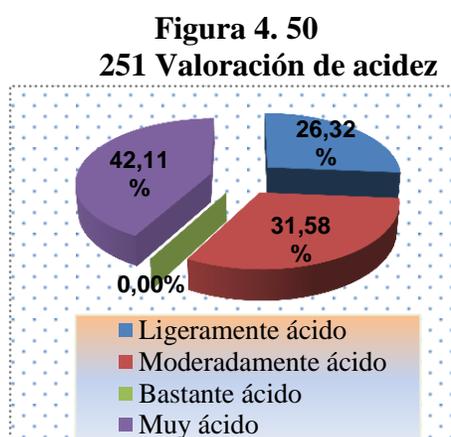
En el cuadro 4.63 se detalla los porcentajes de valoración de acidez de cada muestra de acuerdo a la escala establecida, datos extraídos (Anexo E) Y tabla E.12.

**Cuadro 4. 63**  
**Porcentaje de valoración de acidez**

Escala	251	252
Ligeramente ácido	26,32%	53,85%
Moderadamente ácido	31,58%	46,15%
Bastante ácido	0,00%	0,00%
Muy ácido	42,11%	0,00%

**Fuente: Elaboración propia**

En las figuras 4,50 y figura 4.51 se representan gráficamente la valoración de los jueces sobre la acidez de cada muestra.



En la figura 4.50 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra 251(muestra sin conservante) está muy ácida, 252 (muestra con conservante) (figura 4.51) está ligeramente ácida. La muestra elegida con mejores características organolépticas es la muestra 252 (con conservante) con un puntaje promedio de consistencia (6,3), adhesividad (5,7), sabor (6,5), acidez (1,3). Relacionando el análisis sensorial del atributo sabor con la valoración de acidez donde el 53,11% de los jueces valora a la muestra como ligeramente acida por lo que es de mayor agrado a diferencia de la muestra 251 (sin conservante) valorada como muy acida que sin embargo sigue siendo aceptada.

#### 4.10.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.62, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.63.

**Cuadro 4. 64**  
Evaluación sensorial del atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	171	172
1	6	5
2	7	6
3	7	7
4	5	5
5	6	7
6	6	7
7	6	7
8	4	7
9	6	5
10	6	6
$\bar{X}$	5,9	6,2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.52 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para el control de las características organolépticas del yogurt aplanado con almidón de yuca.

**Figura 4. 52**  
Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.52 se puede observar que la muestra 172 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,20 para el atributo consistencia; la muestra 171 (5,90) presentan un valor ligeramente menor por los jueces.

#### 4.10.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.65 se muestra el análisis de varianza del atributo consistencia datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.64.

**Cuadro 4. 65**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	14,95	19			
<b>Muestras</b>	0,45	1	0,45	0,57	5,12
<b>Jueces</b>	7,45	9	0,83	1,06	5,12
<b>Error</b>	7,05	9	0,78		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo consistencia (cuadro 4.59), el valor  $F_{cal}(0,57) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces la muestra a 172 es considerada como la mejor opción.

#### 4.10.3.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.66, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo adhesividad en muestras de yogurt aflanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.65.

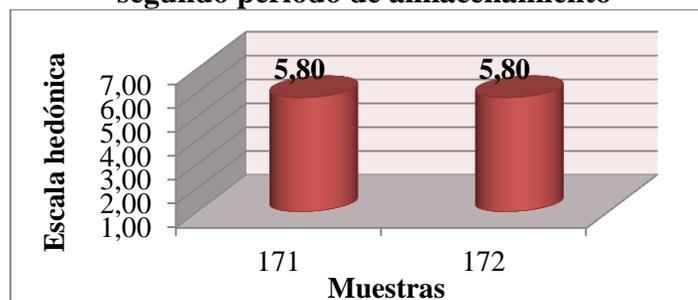
**Cuadro 4. 66**  
**Evaluación sensorial del atributo adhesividad del segundo periodo de almacenamiento**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	171	172
1	7	6
2	7	6
3	6	7
4	6	5
5	6	6
6	6	7
7	5	6
8	5	6
9	4	4
10	6	5
$\bar{X}$	5,8	5,8

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.53 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad para el control de las características del yogurt aplanado con almidón de yuca.

**Figura 4. 53**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad del segundo periodo de almacenamiento**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.53 se puede observar que la muestra 171 y 172 tienen un puntaje promedio iguales, con un valor de 5,8 para el atributo adhesividad.

#### **4.10.3.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ADHESIVIDAD DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.67 se muestra el análisis de varianza del atributo adhesividad datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.66.

**Cuadro 4. 67**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo adhesividad del segundo periodo de almacenamiento**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	15,2	19			
<b>Muestras</b>	0	1	0	0,00	5,12
<b>Jueces</b>	11,2	9	1,2	2,80	5,12
<b>Error</b>	4	9	0,4		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo consistencia (cuadro 4.59), el valor  $F_{cal}(0,00) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta.

#### **4.10.3.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO**

En el cuadro 4.68, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.68.

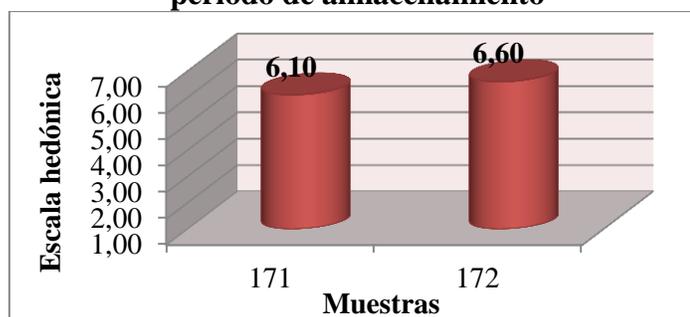
**Cuadro 4. 68**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor del segundo periodo de almacenamiento**

<b>Jueces</b>	<b>Muestras (Escala hedónica)</b>	
	<b>171</b>	<b>172</b>
<b>1</b>	7	6
<b>2</b>	7	7
<b>3</b>	7	7
<b>4</b>	6	6
<b>5</b>	5	7
<b>6</b>	6	7
<b>7</b>	6	7
<b>8</b>	7	7
<b>9</b>	5	6
<b>10</b>	5	6
$\bar{X}$	6,1	6,6

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.54 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para el control de las características del yogurt afanado con almidón de yuca.

**Figura 4. 54**  
Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor del segundo periodo de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.54 se puede observar que la muestra 172 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,6 para el atributo sabor; la muestra 171 (6,1) presentan un valor ligeramente menor por los jueces.

#### 4.10.3.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.69 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.68.

**Cuadro 4. 69**  
Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor del segundo periodo de almacenamiento

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	10,55	19			
<b>Muestras</b>	1,25	1	1,25	3,46	5,12
<b>Jueces</b>	6,05	9	0,67	1,86	5,12
<b>Error</b>	3,25	9	0,36		

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para el atributo sabor (cuadro 4.59), el valor  $F_{cal}(03,46) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar

y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra 172 es considerada como la mejor opción.

#### 4.10.3.4 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACIDEZ DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.70, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de acidez en muestras de yogurt aplanado con almidón de yuca, datos extraídos (Anexo C) y cuadro C.69.

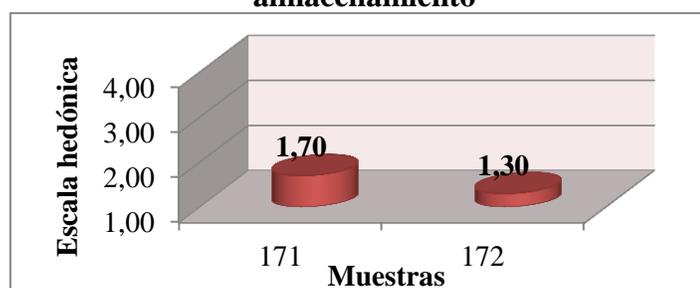
**Cuadro 4. 70**  
**Evaluación sensorial de acidez del segundo periodo de almacenamiento**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	171	172
1	2	1
2	2	2
3	2	2
4	2	1
5	1	1
6	2	1
7	1	2
8	1	1
9	2	1
10	2	1
$\bar{X}$	1,7	1,3

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.55 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para el control de las características organolépticas del yogurt aplanado con almidón de yuca.

**Figura 4. 55**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez del segundo periodo de almacenamiento**



**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 4.56 se puede observar que la muestra 251 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 1,9 para acidez; la muestra 252 (1,3) presenta un valor menor por los jueces.

#### 4.10.3.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

En el cuadro 4.71 se muestra el análisis de varianza de acidez datos, extraídos del (Anexo C) y cuadro C.70.

**Cuadro 4. 71**  
**Cuadro de análisis de varianza para acidez del segundo periodo de almacenamiento**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	16,8	19			
<b>Muestras</b>	1,8	1	1,80	1,59	5,12
<b>Jueces</b>	4,8	9	0,53	0,47	5,12
<b>Error</b>	10,2	9	1,13		

**Fuente: Elaboración propia**

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para acidez (cuadro 4.61), el valor  $F_{cal}(1,59) < F_{tab}(5,12)$  para las muestras; por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$ . Por lo tanto se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta.

#### 4.10.3.5 VALORACIÓN DE ACIDEZ DEL YOGURT AFLANADO CON ALMIDÓN DE YUCA DEL SEGUNDO PERIODO DE ALMACENAMIENTO

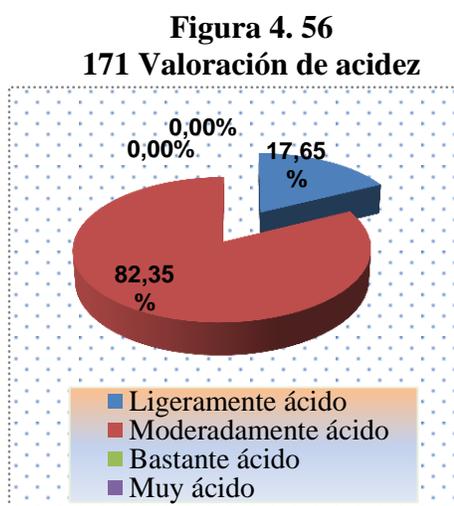
En el cuadro 4.72 se detalla los porcentajes de valoración de acidez de cada muestra de acuerdo a la escala establecida, datos extraídos de (Anexo E) y tabla E.15.

**Cuadro 4. 72**  
**Porcentaje de valoración de acidez**

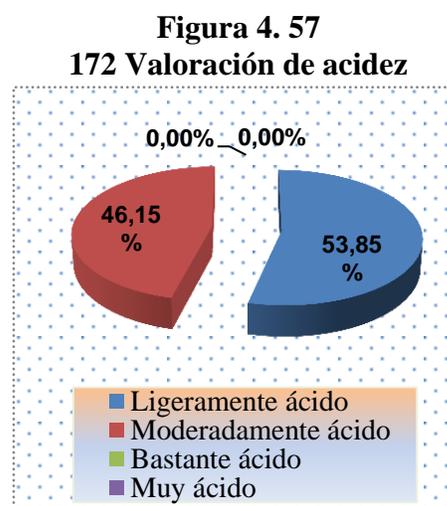
Escala	171	172
<b>Ligeramente ácido</b>	17,65%	53,85%
<b>Moderadamente ácido</b>	82,35%	46,15%
<b>Bastante ácido</b>	0,00%	0,00%
<b>Muy ácido</b>	0,00%	0,00%
<b>Total</b>	100,00%	100,00%

**Fuente: Elaboración propia**

En las figuras 4,27 y figura 4.28 se representan gráficamente la valoración de los jueces sobre la acidez de cada muestra.



**Fuente: Elaboración propia**



**Fuente: Elaboración propia**

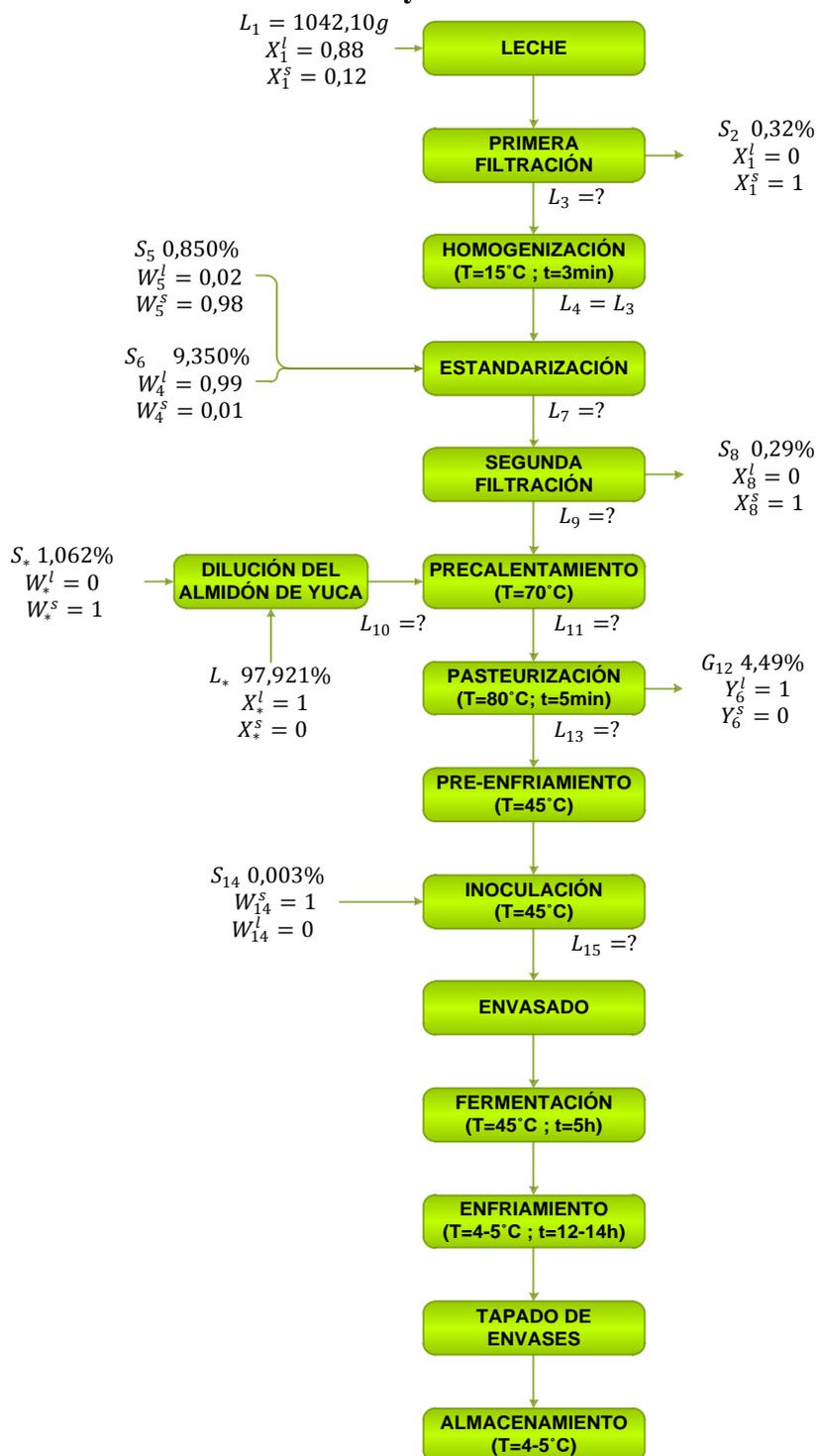
En la figura 4.56 se puede observar que los jueces valoraron que la muestra 171(muestra sin conservante) está moderadamente ácida, 172 (muestra con conservante) (figura 4.57) está ligeramente ácida.

La muestra elegida con mejores características organolépticas es la muestra 172 (con conservante) con un puntaje promedio de consistencia (6,2), adhesividad (5,8), sabor (6,6), acidez (1,3). Relacionando el análisis sensorial del atributo sabor con la valoración de acidez donde el 53,85% de los jueces valora a la muestra como ligeramente acida por lo que es de mayor agrado, a diferencia de la muestra 171 (sin conservante) valorada como moderadamente acida que, sin embargo sigue siendo aceptada.

#### **4.11 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

En la figura 4.58 se detalla las etapas donde se realizaron los balances de materia en el proceso de elaboración del yogurt aflanado natural con almidón de yuca, para una base de cálculo de 1042,10 g de leche.

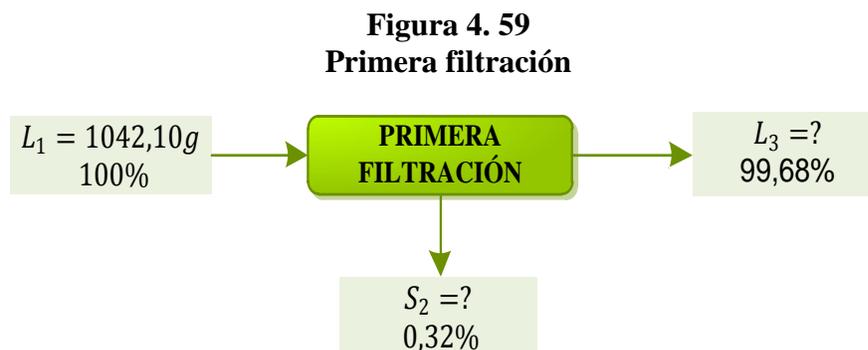
**Figura 4. 58**  
**Balance de materia para la elaboración de yogurt afluado natural con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.11.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PRIMERA FILTRACIÓN

En la figura 4.59, se muestra la etapa de la primera filtración necesaria para realizar el balance de materia



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_3 = \frac{L_1 * 99,68\%}{100} = \frac{1042,10g * 99,68}{100}$$

$L_3 = 1038,77g$  de leche higienizada

$$S_2 = \frac{L_1 * 0,32\%}{100} = \frac{1042,10g * 0,32}{100}$$

$S_2 = 3,33g$  de partículas sólidas

#### 4.11.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ESTANDARIZACIÓN

En la figura 4.60, se muestra la etapa de estandarización necesaria para realizar el balance de materia.

**Figura 4. 60**  
**Etapa de estandarización**



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_4 = \frac{L_7 * 89,8\%}{100} \rightarrow L_7 = \frac{L_4 * 100}{89,8}$$

$$L_7 = 1156,76g \text{ de leche estandarizada}$$

$$S_6 = \frac{L_7 * 0,850}{100}$$

$$S_6 = 9,83 \text{ g de leche en polvo}$$

$$S_5 = \frac{L_7 * 9,359}{100}$$

$$S_5 = 108,16 \text{ g de azucar}$$

#### 4.11.3 BALANCE DE MATERIA EN LA SEGUNDA FILTRACIÓN

En la figura 4.61, se muestra la segunda filtración necesaria para realizar el balance de materia.

**Figura 4. 61**  
**Segunda filtración**



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_9 = \frac{L_7 * 99,71\%}{100}$$

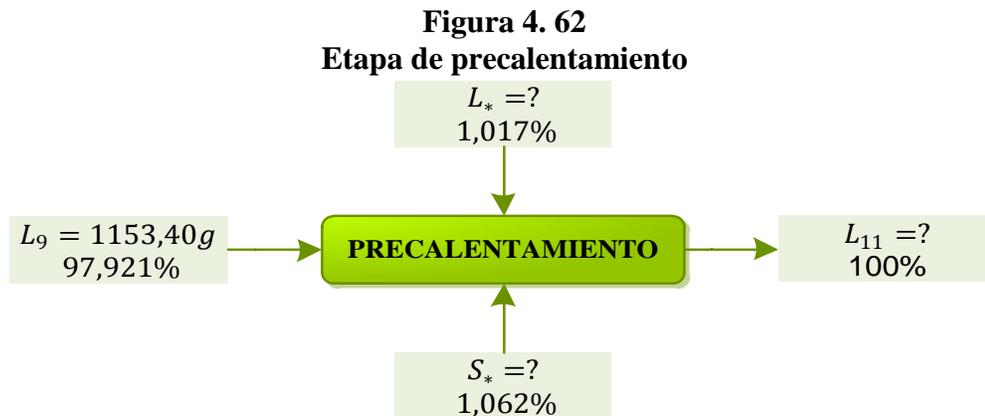
$L_9 = 1153,40g$  de leche filtrada

$$S_8 = \frac{L_7 * 0,29\%}{100}$$

$S_8 = 3,35g$  de partículas solidas

#### 4.11.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA PRECALENTAMIENTO

En la figura 4.62, se muestra la etapa de precalentamiento necesaria para realizar el balance de materia.



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_9 = \frac{L_{11} * 97,921\%}{100} \rightarrow L_{11} = \frac{L_9 * 100}{97,921}$$

$L_{11} = 1177,89g$  de leche regulada

$$L_* = \frac{L_{11} * 1,017}{100}$$

$L_* = 11,98g$  de agua filtrada

$$S_* = \frac{L_{12} * 1,062}{100}$$

$$S_* = 12,51g \text{ de almidón de yuca}$$

#### 4.11.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.63, se muestra la etapa de pasteurización necesaria para realizar el balance de materia.

**Figura 4. 63**  
**Etapa de pasteurización**



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_{13} = \frac{L_{11} * 95,51\%}{100}$$

$$L_{13} = 1125 \text{ g de leche pasteurizada}$$

$$G_{12} = \frac{L_{11} * 4,49\%}{100}$$

$$G_{12} = 52,89g \text{ de agua evaporada de la leche}$$

#### 4.11.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE INOCULACIÓN

En la figura 4.64, se muestra la etapa de inoculación necesaria para realizar el balance de materia.

**Figura 4. 64**  
**Etapa de inoculación**



**Fuente: Elaboración propia**

$$L_{13} = \frac{L_{15} * 99,997}{100} \rightarrow L_{15} = \frac{L_{13} * 100}{99,997}$$

$$L_{15} = 1125,03 \text{ g de leche inoculada}$$

$$S_{14} = \frac{L_{15} * 0,003\%}{100}$$

$$S_{14} = 0,03 \text{ g de cultivo}$$

#### **4.11.7 RENDIMIENTO DEL PRODUCTO**

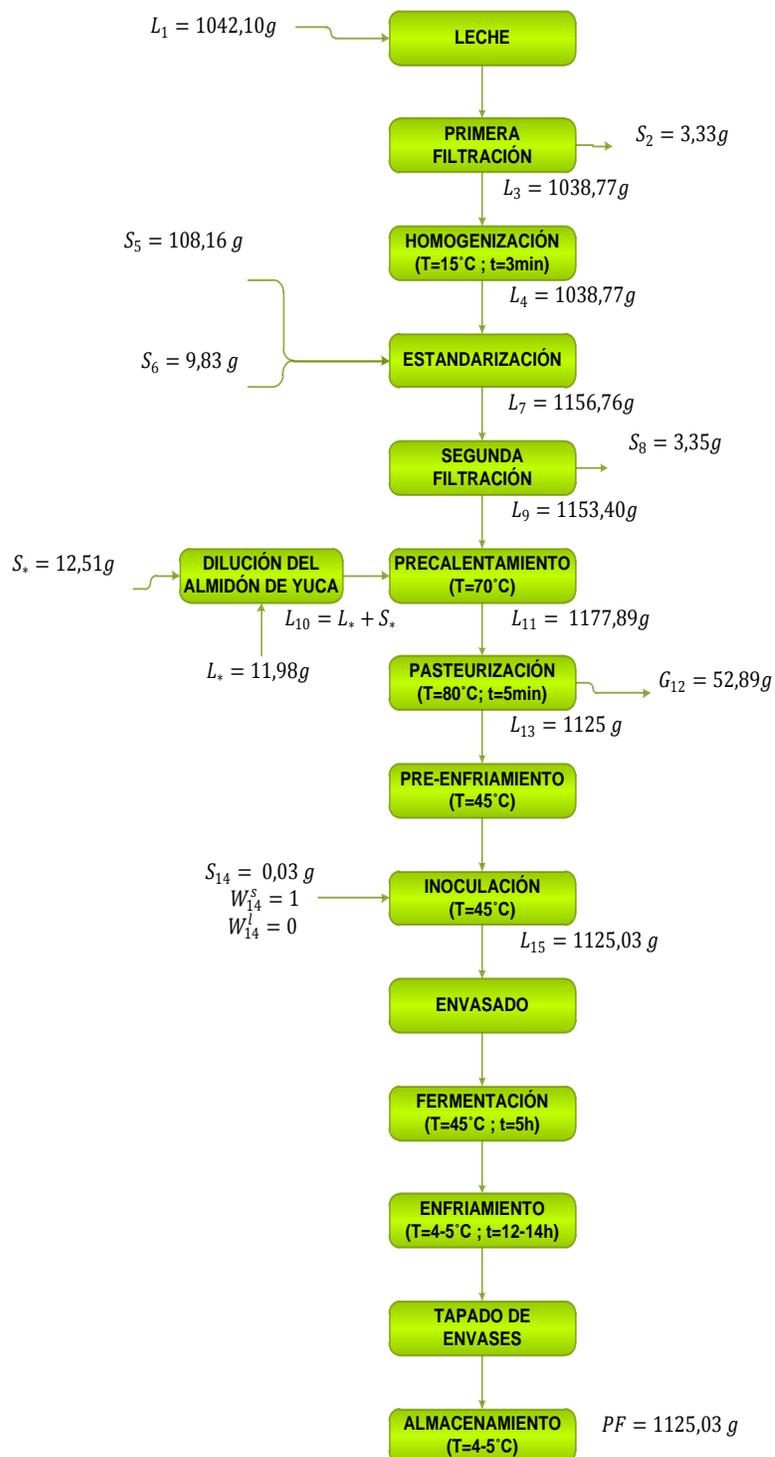
$$R = \frac{\text{Producto}}{\text{leche acondicionada}} = \frac{1125,03}{1177,89} * 100 = 95,51\%$$

El rendimiento del proceso es 95,51%

#### **4.11.8 RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA DEL YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

En la figura 4.65 se muestra el resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca

**Figura 4. 65**  
**Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca**



**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.12 BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de yogurt aplanado con almidón de yuca se tomó en cuenta en la etapa de pasteurización, fermentación y homogenización de la leche.

Las ecuaciones de balance de energía según (Barderas, 1994), utilizadas en la etapa de pasteurización se detallan a continuación:

$$Q_T = Q_g + Q_p \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Dónde:

$$Q = m * C_p * (T_2 - T_1) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fases según (Barderas, 1994), es:

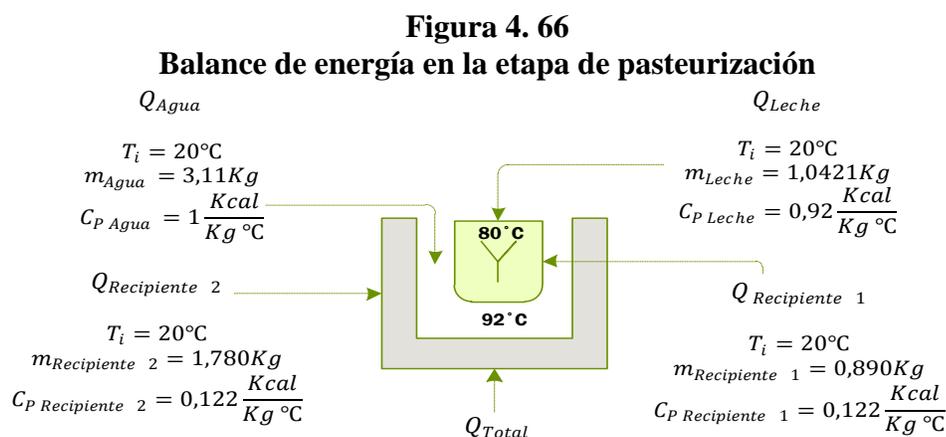
$$Q = m * \lambda \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Así mismo para calcular la cantidad de energía según (Barderas, 1994) la ecuación es:

$$E = P * t \quad \text{Ecuación 4.4}$$

##### 4.12.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.66 se muestra el balance de energía en la etapa de pasteurización en la elaboración de yogurt aplanado con almidón de yuca.



**Fuente: Elaboración propia**

Para obtener la cantidad de calor necesaria para realizar la pasteurización se calcularon las corrientes de calor que intervienen en el proceso como se detalla en la ecuación 4.4

$$Q_T = Q_{Recipiente\ 2} + Q_{Agua} + Q_{Recipiente\ 1} + Q_{Leche} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Para calcular la cantidad de energía requerida para calentar el recipiente 2 se utilizó la ecuación 4.2. Dónde:

$$C_{P\ olla\ 2} = 0,122 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C} \quad (\text{Valvias, 2013}) \text{ para la olla de acero inoxidable}$$

$$m_{olla\ 2} = 1,780\ Kg$$

$$Q = 1,780\ Kg * 0,122 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C} * (92 - 20)^\circ C = 15,64\ Kcal$$

Para calcular la energía requerida para calentar el agua del baño maría se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{Agua} = m_{Agua} * C_{P\ Agua} * (T_2 - T_1) + m_{agua\ evaporada} * \lambda_{Agua}$$

Dónde:

$$C_{P\ Agua} = 1 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C}$$

$$m_{Agua} = 3,11\ Kg$$

$$\lambda_{vaporizacion} = 551,29 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$m_{agua\ evaporada} = 0,09\ Kg$$

$$Q_{Agua} = 3,11\ Kg * 1 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C} * (92 - 20)^\circ C + 0,09\ Kg * 551,29 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_{Agua} = 273,54\ Kcal$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para calentar el recipiente 1 (Acero inoxidable), se utilizó la ecuación 4.2.

Dónde:

$$C_{P \text{ Recipiente } 1} = 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \text{ (Valvias, 2013) para la olla de acero inoxidable}$$

$$m_{\text{Recipiente } 1} = 0,890 \text{ Kg}$$

$$Q = 0,890 \text{ Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (80 - 20)^\circ\text{C} = 6,51 \text{ Kcal}$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para pasteurizar la leche se utilizó la siguiente ecuación.

$$Q_{\text{Leche}} = m_{\text{Leche}} * C_{P \text{ Leche}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{Agua}}$$

Dónde:

$$C_{P \text{ Leche}} = 0,92 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{Leche}} = 1,0421 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{vaporizacion de agua}} = 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 0,05 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{Leche}} = 1,0421 \text{ Kg} * 0,92 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (80 - 20)^\circ\text{C} + 0,05 \text{ Kg} * 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{Leche}} = 85,09 \text{ Kcal}$$

El calor necesario para realizar la pasteurización de la leche acondicionada, se utilizó la ecuación 4.5.

$$Q_T = Q_{\text{Recipiente } 2} + Q_{\text{Agua}} + Q_{\text{Recipiente } 1} + Q_{\text{Leche}}$$

$$Q_T = 15,64 \text{ Kcal} + 273,54 \text{ Kcal} + 6,51 \text{ Kcal} + 85,09 \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 380,78 \text{ Kcal}$$

La cantidad de calor necesaria para realizar la pasteurización es de 380,78 Kcal.

#### **4.12.2 ENERGÍA REQUERIDA EN LA ETAPA DE HOMOGENIZACIÓN**

Para realizar la homogenización de la leche se utilizó una batidora eléctrica de mano con una potencia de 250W. En base a la ecuación 4.4 la energía eléctrica necesaria para realizar la homogenización por 3 min es:

$$E = 250 \frac{J}{s} * 180s$$

La cantidad de energía necesaria para realizar la homogenización es 0,04Kcal.

#### **4.12.3 ENERGÍA REQUERIDA EN LA ETAPA DE FERMENTACIÓN**

Para la fermentación se utilizó un termostato con una potencia de 270W. En base a la ecuación 4.4 la energía eléctrica necesaria para realizar la fermentación por 5 horas es:

$$E = 270 \frac{J}{s} * 18000s$$

La cantidad de energía necesaria para realizar la fermentación es 1161,58 Kcal.

#### **4.12.4 ENERGÍA REQUERIDA EN LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO**

El enfriamiento 2 se realizó en un freezer de 226W. En base a la ecuación 4.4 la energía eléctrica necesaria para realizar EL segundo enfriamiento por 14 horas es:

$$E = 226 \frac{J}{s} * 50400s$$

La cantidad de energía necesaria para realizar enfriamiento es 2980,50 Kcal.

## 5.1 CONCLUSIONES

- ❖ En base a los resultados fisicoquímicos de la leche cruda se tiene que el contenido de proteína total es de 3.02%, grasa 3,6%, hidratos de carbono 4,82%, ceniza 0,70%, humedad 87,86%, solidos totales 12,14%, acidez como ácido láctico 0,18%, pH (20°C) 6,7, valor energético de 63,73 kcal/100g, calcio 111 mg/100g, fosforo 91,48 mg/100g y hierro 0,08 mg/100g.
- ❖ En base a los análisis microbiológicos de la leche cruda, se tiene que el contenido de coliformes fecales es de  $2,6 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales de  $1,3 \times 10^3$  UFC/g, bacteria aerobias mesófilas de  $2,5 \times 10^5$  UFC/g y ausencia de salmonella.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para elegir muestra patrón de yogurt aflanado, las muestras elegidas fueron YAb con promedio para consistencia(5,46), textura(5,50), sabor(5,88), aroma(5,63) y color(5,50) y la muestra YAa con promedio de consistencia(5,49), textura(5,75),sabor(5,79), aroma(5,83) y color (5,79) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico para las muestras no existe evidencia estadística significativa, ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para elegir muestra prototipo de yogurt aflanado con almidón de yuca, la muestra elegida fue YA2 con promedio para consistencia (7,32), textura (7,20), sabor (7,28), olor (6,88) y color (7,16) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para determinar la dosificación de yogurt aflanado con almidón de yuca, la muestra elegida fue M105 con promedio para consistencia (6,19), adhesividad (5,90), olor (5,90) y sabor (6,99) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ , para los atributos de adhesividad, olor y sabor.

- ❖ Realizada la evaluación sensorial para caracterizar el factor acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca, la muestra elegida fue M105 con un puntaje promedio de acidez de 1,81 en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$  y una valoración por los jueces de moderadamente ácida, que relacionando con el análisis sensorial del atributo sabor de la dosificación de insumos se puede evidenciar que les gusta una muestra moderadamente acida.
- ❖ Realizado el diseño factorial utilizado en la etapa de fermentación no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ ; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para todas las variables tomadas en cuenta. En tal sentido realizando una comparación de la respuesta estadística del análisis sensorial para la dosificación de insumos existe una relación directa con el factor analizado.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para el ajuste de acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca, la muestra elegida fue M105 con un puntaje promedio para sabor de 5,71 y acidez de 2, realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$ , la muestra fue valorada como moderadamente acida. Si bien no fue considerada como la mejor muestra en el atributo sabor, en el análisis sensorial de la dosificación de insumos fue considerada la mejor muestra en cuanto sabor, consistencia y adhesividad por lo que se basó en este análisis para la elección de la muestra, además de contar con mejor consistencia en comparación a la muestra M103.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para la adición de saborizante de yogurt aflanado con almidón de yuca, se tiene que el sabor representativo de yogurt aflanado con almidón de yuca fue la muestra YAB (sabor natural) con promedio para sabor (6,32), aroma (5,68) y color (6,25) en escala hedónica y YAD (sabor durazno) con un promedio para sabor (5,75), aroma (5,79) y color (5,96) asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$ .

- ❖ La muestra elegida en base a la comparación con muestra patrón fue YAB (yogurt afluado con almidón de yuca sabor natural) con promedio para consistencia (6,17), adhesividad (5,71), sabor (5,88), color (6,00) y acidez (1,71) en escala hedónica, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,01$  para los atributos consistencia, adhesividad y sabor. Los jueces optaron por una muestra moderadamente acida como la mejor.
- ❖ Realizado el control de la variación de acidez y pH en el proceso de fermentación de yogurt afluado con sabor y sin sabor se pudo evidenciar que durante la etapa de acondicionamiento no existe variación de acidez, así mismo existe un leve incremento de acidez desde el momento de la inoculación hasta el tiempo transcurrido de una hora y media, posteriormente existe un rápido incremento de acidez en las últimas horas de fermentación.
- ❖ Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado son: proteína total 2,59%, grasa 3,69%, hidratos de carbono 17,66%, ceniza 0,71%, humedad 75,35%, sólidos totales 24,65%, acidez como ácido láctico 0,79%, pH (20°C) 4,47, valor energético de 53,46 kcal/100g, calcio 76,9mg/100g, fósforo 49,03 mg/100g y hierro 0,13 mg/100g.
- ❖ Los resultados obtenidos del análisis microbiológicos del producto terminado, son: coliformes fecales de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales de  $< 1,0 \times 10^1$  \* UFC/100g (no se observa formación de colonias), bacteria aerobias mesófilas de  $8,0 \times 10^1$  UFC/100g y ausencia de salmonella.
- ❖ Realizado control de variación de acidez y pH del producto terminado con conservante y sin conservante, se observó que la muestra con conservante tiene menor acidez (0,85% de ácido láctico) y un pH ligeramente mayor (4,43) en comparación con la muestra sin conservante que alcanza una acidez mayor (0,88% de ácido láctico) y un pH de 4,41.

- ❖ Realizada la evaluación sensorial para las características organolépticas del producto terminado con conservante y sin conservante en el periodo, se tuvo como mejor muestra a 252 (con conservante) con un puntaje promedio de consistencia (6,3), adhesividad (5,7), sabor (6,5) con una valoración de acidez como ligeramente acida por lo que es de mayor agrado a diferencia de la muestra 251 (sin conservante) valorada como muy acida, sin embargo sigue siendo acepta.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para las características organolépticas del producto terminado con conservante y sin conservante en el periodo 2 (24 días), se tuvo que la mejor muestra fue 172 (con conservante) con un puntaje promedio de consistencia (6,2), adhesividad (5,8), sabor (6,6), acidez (1,3), valorada como ligeramente acida por lo que es de mayor agrado a diferencia de la muestra 171 (sin conservante) valorada como moderadamente acida, sin embargo sigue siendo acepta.
- ❖ De acuerdo al análisis fisicoquímico realizado se puede observar que el producto cuenta con un buen valor nutricional, además tiene buena fuente de energía de 53,46 kcal/100g, por lo que es un producto nutritivo que puede coadyuvar con las necesidades nutricionales de estudiantes escolares de la provincia Cercado de Tarija.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda realizar un estudio experimental con otro tipo de almidón como el almidón de achira, arroz o plátano, para la elaboración de yogurt aflanado. Así de esta manera aumentar el valor nutricional y proporcionar un producto nutritivo y novedoso ya que el producto puede mantener sus propiedades organolépticas por 24 días sin conservante de acuerdo a los análisis realizados en el trabajo.
- ❖ Se sugiere realizar un estudio de mercado para la disposición del producto terminado en la ciudad de Tarija; con el fin de asegurar su comercialización del yogurt aflanado natural con almidón de yuca; ya que es un producto que puede mantener sus propiedades organolépticas por un tiempo de 24 días sin conservantes.
- ❖ Se recomienda la implementación de una planta industrial para la elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca, con la finalidad de contribuir al desarrollo agroindustrial de la región.