

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

La leche ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como un alimento con excelentes propiedades nutricionales y el consumo de bebidas lácteas fermentadas ha sido siempre asociado a beneficios en la salud humana, por su capacidad de regulación de la flora intestinal (Osorio, 2010).

El Kumis es una de las tres leches fermentadas en el mundo junto con el Yogurt y el Kéfir, esta bebida láctea ha sido uno de los grandes influyentes en la alimentación de grupos étnicos como los mongoles y demás sociedades del Asia Oriental y Central (Pasco, 2017).

No obstante, esta bebida se lleva consumiendo en el continente americano por largos años y sus características sensoriales han ido evolucionando dependiendo de las bacterias ácido lácticas empleadas y los procesos tecnológicos de cada región, convirtiéndolo un producto apetitoso y muy nutritivo por su contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y calcio (Pasco, 2017).

El kumis es una excelente alternativa alimenticia para niños en todas las etapas de crecimiento. El kumis es un producto de tradicional consumo desde cientos de años en muchas partes del mundo, ya que es una leche fermentada similar al yogurt de color blanco natural y de consistencia más líquida y suave. Elaborada con leche descremada, semidescremada y entera pasteurizada y homogenizada con cultivos probióticos que contribuyen en la digestión y regeneración de la flora intestinal (Ríos, 2014).

En la actualidad la empresa LACTEOSBOL quien inicio su procesamiento de lácteos en el año 2009 en Ivirgazama. En el año 2013 inicio sus operaciones la planta de lácteos en San Lorenzo- Tarija iniciando así la producción de diferentes derivados lácteos entre ellos el kumis natural y kumis quinua para los subsidios prenatales (LACTEOSBOL, 2018).

Hoy en día, la leche de soja es una de las leches vegetales más consumidas, especialmente por ser una alternativa a la leche de vaca gracias a sus propiedades

nutricionales y beneficios más importantes, además de su agradable sabor (Nordland, 2010).

La leche de soya se obtiene a partir de la soya y agua, y al igual que la leche de vaca puede ser utilizada para realizar cremas, leches fermentadas, salsas, batidos, e incluso helados. A todas estas propiedades claramente importantes debemos añadir que la soya es una fuente muy buena de aminoácidos esenciales y minerales como calcio y fosforo, necesarios tanto para el desarrollo como para el crecimiento. (Nordland, 2010).

Por lo anteriormente dicho se decidió elaborar una bebida fermentada incorporando leche de soya con el fin de enriquecer el producto y contar con un kumis enriquecido con leche de soya de excelente calidad, capaz de ofrecer una alternativa alimentaria a la población del departamento de Tarija. Los cuales aportarían con nutrientes para el desarrollo del crecimiento físico de los niños y adolescentes así como también coadyuvar en el proceso de digestión de las personas con patología de estómago.

1.2. JUSTIFICACIÓN

- ✓ En la ciudad de Tarija la mayoría de la población no tiene acceso a la información tecnológica, sobre la elaboración de nuevos productos alimenticios; especialmente en la transformación de materias primas valiosas, que permita mejorar la capacidad de productiva del sector agroindustrial de la soya y leche de la región.
- ✓ Existe en la actualidad una tendencia a consumir productos que beneficien a la nutrición del ser humano, adquiriendo productos que estén libres de químicos y que aporten suficientes componentes que el cuerpo necesita, por ejemplo el kumis que nos podría aportar nutrientes como ser: calcio, fosforo, vitaminas, magnesio, proteína, grasa; entre otros nutrientes esenciales para nuestro organismo.
- ✓ Mejorar la calidad nutritiva del kumis mediante la dosificación de leche de soya aprovechando sus propiedades nutricionales de una manera diferente por lo que la leche de soya aporta con nutrientes como ser la proteínas entre otros componentes en el producto final; esto incentiva a la elaboración de un producto

de sabor y aroma natural y que podría ser aprovechado en los diferentes programas de alimentación nutricional de la Alcaldía, sub Gobernación y Gobierno Nacional para los desayunos escolares, canasta familiar y entre otros.

1.3. OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para el presente trabajo son:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar kumis enriquecido con leche de soya, mediante el proceso de fermentación láctica con la finalidad de obtener un producto con alto valor nutricional.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar las características fisicoquímicas y análisis microbiológicos de la leche de vaca para conocer su valor nutricional y calidad.
- ✓ Determinar las características fisicoquímicas del grano de soya para conocer su valor nutricional.
- ✓ Determinar las características fisicoquímicas y análisis microbiológicos de la leche de soya para conocer su valor nutricional.
- ✓ Determinar la cantidad de leche de soya a ser agregado en el proceso para obtener un producto con características sensoriales.
- ✓ Aplicar un diseño experimental en el proceso para determinar las variables de control de la leche de soya y del kumis enriquecido con leche de soya.
- ✓ Determinar la curva de acidez del kumis enriquecido con leche de soya.
- ✓ Determinar a través de la evaluación sensorial gustos y preferencias del consumidor a fin de conocer el nivel de aceptación que tendrá el producto final.
- ✓ Determinar las características fisicoquímicas y análisis microbiológicos del kumis enriquecido con leche de soya con la finalidad de conocer su valor nutricional.

- ✓ Determinar el tiempo de vida útil del kumis enriquecido con leche de soya, para su almacenamiento.
- ✓ Realizar los balances de materia y energía durante el proceso de elaboración para obtener el rendimiento del producto.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los desafíos actuales de la industria alimentaria consiste en la producción de alimentos que contribuyan a promover la salud humana y reducir el riesgo de enfermedades, dado el interés creciente de los consumidores de buscar salud y bienestar en los alimentos que toman.

En Bolivia existe una importante producción de cereales que podrían ser aprovechados en la dieta alimentaria; pero pocas personas consumen este tipo de alimento que sería beneficioso para la salud; especialmente en proteínas.

En la actualidad las industrias lácteas del departamento de Tarija no elaboran una mezcla de derivado lácteo, que incorpore algún tipo de leche vegetal (leche de soya) y que podría ser una alternativa viable para el consumidor.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible aplicar el proceso de fermentación láctica para la elaboración de kumis fortificado con leche de soya, para obtener un producto de mayor valor nutricional?

1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La aplicación del proceso de fermentación láctica permitirá obtener un kumis fortificado con leche de soya de alto valor nutricional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DEL KUMIS

El kumis es una bebida láctea fermentada que tuvo su origen en las estepas de Asia central y Mongolia (Padilla, 2010).

Originalmente era fermentada a partir de leche de yegua. Y aunque en esa región se sigue produciendo a partir de equinos, en esta parte del mundo se hace con leche de vaca (Padilla, 2010).

La leche de yegua tiene más azúcar que la leche de vaca la cual al fermentarse por acción de las levaduras produce un moderado grado de alcohol. Un kumis tradicional de yegua puede contener hasta un 3% de alcohol. Lo suficiente para producir una ligera intoxicación (Padilla, 2010).

La moda del kumis se extendió de Europa a Estados Unidos y pronto se hablaba de “champaña de leche” como el gran remedio ruso para enfermedades debilitantes y de los nervios, indudablemente por ser nutritiva y embriagante a la vez (Padilla, 2010).

2.1.1. DEFINICIÓN DEL KUMIS

El kumis es un producto obtenido a partir de leche higienizada o de una mezcla higienizada de esta con derivados lácteos; fermentado por acción de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* y *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* los cuales deben ser variables, abundantes y activos en el producto hasta el final de su vida útil (NTC, 2005).

El kumis es un delicioso y nutritivo derivado lácteo que se obtiene a partir de la fermentación de la leche, ya sea entera, semidescremada o descremada (Picard, 2005).

El kumis ofrece un alto valor nutricional por su aporte de manera natural de nutrientes como proteína, grasa, carbohidratos y calcio principalmente (Király, 2003).

Un adecuado aporte de proteína en la alimentación diaria es fundamental, ya que este nutriente contribuye al aumento y conservación de la masa muscular. Las 42 proteínas que contiene el kumis son de alto valor biológico, es decir que por contener todos los aminoácidos esenciales son proteínas de alta calidad, esto permite que el organismo

absorba y aproveche estas proteínas en mayor proporción comparado con las proteínas de fuente vegetal (Király,2003).

El Kumis puede o no tener adición de azúcar durante su elaboración lo que determinará la cantidad de energía y carbohidratos que aporte la bebida (Condory, 1988).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL KUMIS

Las características especiales que tiene el kumis se debe a que es considerado como un alimento importante desde el punto de vista médico y alimenticio, dado que brinda al consumidor el sostenimiento de un balance satisfactorio en la flora intestinal con abundantes bacterias de origen intestinal, lo cual es fundamental para guardar la salud. Sus grasas y sales contribuyen al crecimiento y la consolidación del esqueleto humano (Chiliquinga, 2017).

Hay que añadir que los lactobacilos son fuertes competidores de espacio vital, por lo que su presencia en el intestino inhibe a agentes infecciosos dañinos culpables de la diarrea; incluso se estima que pueden eliminar a microorganismos tan agresivos como la salmonella cuando la superan en proporción de 10 a 1. Su método de acción es sencillo: se multiplican aceleradamente y obligan a los invasores a desaparecer ante la falta de alimento y espacio (Colombiana, 2005).

Pero no sólo eso; investigaciones más recientes se encaminan a comprobar que algunas cepas de estos microorganismos ayudan a mejorar la inmunidad (resistencia a enfermedades) del ser humano, reducir los niveles de colesterol en la sangre, prevenir el cáncer colorrectal, mejorar la intolerancia a la lactosa, disminuir el riesgo de padecer alergias y hasta controlar la presión arterial (Zapata, 2010).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL KUMIS

Según Chavarría, (2010), el kumis de óptima calidad debe presentar las siguientes características:

- Sabor ácido pero no muy fuerte.
- Olor fresco característico para el producto.

- Consistencia más espesa que la de la leche, lisa, sin grumos, no debe ser espumoso.
- No presentar olor a moho.
- No presentar suero.

2.1.4. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL KUMIS

En la tabla 2.1 se muestra la información nutricional del kumis (UTA, 2016).

Tabla 1.1
Información Nutricional del kumis

Nutrientes	Aporte calórico por cada 250 ml
Valor energético (Kcal)	122
Proteínas	3.30%
Grasas totales	3.50%
Carbohidratos	4%
Calcio (mg)	415
Hierro (mg)	0.18
Magnesio (mg)	40
Fosforo (mg)	322
Zinc (mg)	2
Vitamina C (ug)	1.8
VitaminaB1- tiamina (ug)	0.11
Vitamina B2- riboflavina (ug)	0.36
VitaminaB12 (ug)	12.8

Fuente: UTA, 2016

2.1.5. USOS DEL KUMIS

Según (Chavarría, 2010), El uso del kumis se detalla a continuación:

- Este producto posee un efecto calmante y regulador intestinal debido a que el kumis favorece la absorción de las grasas, combate las diarreas y el estreñimiento, facilita la asimilación de nutrientes, disminuye el colesterol y reduce los efectos negativos de los antibióticos.
- Tiene un efecto normalizante al metabolismo y al estómago, se usa para trastornos de digestión.

- Quita el hambre y la sed.

2.2. LECHE DE VACA

La leche de vaca es la más abundante y la de mayor consumo en el mundo. La leche fresca de vaca es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, de ordeño higiénico regular e ininterrumpido de vacas sanas, que no contengan calostro y que esté exento de color, olor, sabor y consistencia anormales (Revilla, 2000).

La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su recolección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente (Estero, 2009).

2.2.1. COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE DE VACA

La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores (Estero, 2009).

Entre la composición de la leche, encontramos proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema físico-químico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las moléculas mayores, lípidos, proteínas y encimas, aparecen en estado coloidal (D.G.P.A., 2005).

En la tabla 2.2 se refleja la composición de la leche de vaca:

Tabla 2.2
Composición de la leche de vaca

Componente	Porcentaje %
Proteínas	3.3 %
Grasas	3.7 %
Carbohidratos	4.9 %
Sales minerales	0.8 %
Agua	87.3 %
Extracto seco total	12.7%

Fuente: Unam, 2018

2.2.2. PROPIEDADES SENSORIALES DE LA LECHE DE VACA

Las propiedades de un producto biológico como lo es la leche quedan definidas tanto por su composición química como por su estructura física. El componente mayoritario de la leche es el agua la cual constituye la fase continua en la que se encuentran dispersos los glóbulos de grasa. En consecuencia las propiedades de la leche son las de un sistema acuoso (Barberis, 2002).

✓ Aspecto

Revilla (2000), afirma que la leche es un líquido blanquecino, ligeramente amarillo y opaco. Su color se debe, principalmente, a la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaceinato de calcio.

✓ Olor

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes (Nasanovski, 2001).

✓ Sabor

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas (Nasanovski, 2001).

Según (Revilla, 1996), la leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce debido principalmente, a su alto contenido de lactosa; todos los elementos, e inclusive las proteínas que son insípidas constituyen en forma directa o indirecta en la sensación del sabor que percibe el consumidor.

2.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla 2.3 se detalla las propiedades físicas de la leche de vaca:

Tabla 2.3
Características físicas de la leche de vaca

COMPONENTES	VALOR	UNIDAD
Densidad a 15°C	1.030 a 1.034	g/cm ³
pH	6.5 a 6.6	---
Acidez expresada en grados Dornic	16 a 18	°D

Fuente: Veisserey, 1997

2.2.3.1 DENSIDAD DE LA LECHE

Muchos factores afectan la densidad de la muestra de leche. La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína. El agua posee una densidad de 1gr/ml, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua (Revilla, 2000).

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura (Nasanovski, 2001).

2.2.3.2 pH DE LA LECHE

La leche normal posee un pH de 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo. Cuando el pH cae a 4,7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán. Esto ocurre a pH alto y a alta temperatura (Meyer, 1990).

2.2.3.3 ACIDEZ DE LA LECHE

La acidez de la leche se expresa en la cantidad de ácido que puede neutralizarse con hidróxido de sodio al 0.1% de esta forma se mide el ácido presente en la solución, esta clase de acidez se le llama acidez real. La acidez promedio de la leche cruda fresca es de 0.165% (Meyer, 1990).

2.2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE VACA

La composición química de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima para fabricar alimentos y también muchas de sus propiedades.

2.2.4.1. GRASA

La cantidad de grasa que puede contener la leche varía según la raza, edad y estado nutricional de la vaca. Otros factores tales como: ambiente ecológico, época del año, momento del ordeño, periodo de lactancia, influyen tanto en calidad como en cantidad de materia grasa (Barberis, 2002).

2.2.4.2. LACTOSA

El azúcar principal de la leche es la lactosa (4,75 – 5,5 %) aunque en cantidades vestigiales se encuentran otros como glucosa (0,1 %). A su vez Varnam y Sutherland (1995) reportan valores de lactosa de 4.1 a 5%. Según Gonzales (2007) en su investigación Producción de leche y composición química de la leche, reporto valores que oscilaron de 3.49 a 3.79% para la lactosa, obteniéndose valores mayores 4.16 a 4.42% los reportados por (Muños y Rodríguez, 2006).

2.2.4.3. PROTEÍNA

Las proteínas lácteas se encuentran distribuidas en micelas de unas 100 milimicras de diámetros, formando un sistema coloidal altamente estable, sensible solo a las disminuciones de pH. Existen distintos tipos de proteínas lácticas que corrientemente se clasifican en caseína, proteínas de glóbulos grasos y proteínas del suero constituidas por β -lacto globulina, α lacto albumina, enzimas, inmunoglobulina, etc. (Ordoñez, 1998).

2.2.4.4. LAS VITAMINAS

Son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales permiten el crecimiento, el mantenimiento y funcionamiento del organismo; la leche figura entre los alimentos que contienen la variedad más completas de vitaminas. Así las vitaminas A, D, E y K son liposolubles encontrándose en su totalidad en la crema y mantequilla; mientras que las vitaminas B y C son hidrosolubles y permanecen en la leche descremada y la mazada (Veisseyre, 1980).

2.3 ORIGEN DE LA SOYA

La soja, originaria del norte y centro de China, ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente. Hacia el año 3000 A.C. los chinos ya la consideraban una de las cinco semillas sagradas junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. En la India se promocionó su consumo a partir de 1735 y en el continente europeo se plantaron las primeras semillas provenientes de China en 1740 en Francia (Criscaut, 2006).

Los japoneses tomaron contacto con este cultivo después de la guerra chino-japonesa (1894-1895) y comenzaron a importar tortas de aceite de soja para usarlas como fertilizantes. En la cultura nipona se difundió la idea: "El que tiene soja, posee carne, leche y huevo", en referencia directa a las múltiples propiedades de la oleaginosa (Criscaut, 2006).

2.3.1. TAXONOMÍA DE LA SOYA

En la tabla 2.4 se muestra la taxonomía de la planta de soya cultivada:

Tabla 2.4
Taxonomía de la planta de soya

Familia	Leguminosas
Sub-familia	Papilionoilde
Genero	Glycine
Sub-genero	Soya
Especie	Glycine Max

Fuente : Prociandino,1988

2.3.2. VARIEDADES DE SOYA

Chavarría, 2010 menciona que existe tres especies principales de grano de soya: glycine ussuriensis en estado natural, glycine max cultivada y glycine gracilis intermedia. Siendo la glycine max la más desarrollada en todo el mundo.

2.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA SEMILLA DE SOYA

La soya es generalmente una semilla esférica de unos 8 a 10 mm de diámetro, del tamaño de un guisante de color amarillo. Algunas variedades presentan una marca negra que corresponde al hilo de la semilla (Chavarría, 2010).

2.3.4. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE GRANO DE SOYA

(Cheftel, 1989), menciona que la semilla o grano de soya comprende tres partes principales: la envoltura, los cotiledones y el hipocotilo cuyas proporciones respectivas y composiciones medias se indican en la tabla 2.5.

(Badui, 1999), señala que la cascarilla representa el 8% del peso total de la semilla, el hipocotilo (2%) y el cotiledón (90%), localizándose en este último el aceite, en unos pequeños compartimientos llamados esferosomas de 0,2 a 0,3 u y que a su vez están dispersos entre los cuerpos proteínicos (denominados aleuronas) de mayor tamaño (2 a 20 u) integrados por aproximadamente 98% de proteínas y algo de lípidos y de ácido fítico. Por esta razón en las aleuronas se encuentra casi toda la proteína, cuya función

básica es constituir una fuente de reserva que le sirve a la planta en la germinación y en el crecimiento.

En el grano hay además otros compuestos en pequeña cantidad: estrógenos, fitatos, saponinas, esteroides, anti vitaminas, factores alergénicos etc. Estos compuestos, así como los inhibidores de enzimas y algunos polisacáridos, son el aspecto nutricional y/o toxicológico, indeseables, por eso hay que desnaturalizarlos por el calor o eliminarlos por extracción (Cheftel, 1989).

En la tabla 2.5 se muestra la composición de las diferentes partes de la semilla de soya:

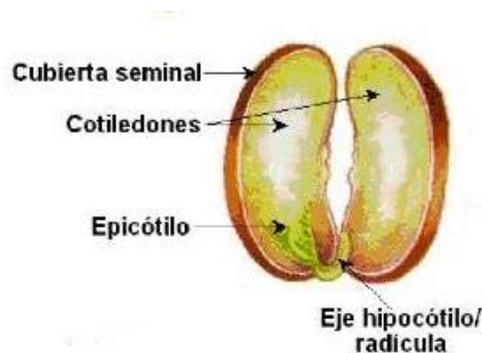
Tabla 2.5
Composición media de las diferentes partes de la semilla o grano de soya
(Glycine Max L).

	% ponderal en la semilla	Proteínas	Lípidos	Glúcidos	cenizas
Grano entero	100	40	20	35	4.9
Cotiledones	90	43	23	29	5
Envoltura	8	8.8	1	86	4.3
Hipocotilo	2	41	11	43	4.4

Fuente: Cheftel, 1989

La figura 2.1 muestra las diferentes partes de la semilla de soya:

Figura 2.1
Partes de la semilla de soya



Fuente: Chavarría, 2010

2.3.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SOYA

La composición de la soya cambia dependiendo de la variedad del grano, de las condiciones de crecimiento, así como del estado en que se encuentra (Chavarría, 2010).

El porcentaje de humedad, proteína, grasa, carbohidratos y cenizas, es menor en el grano fresco y cosechado antes de tiempo, debido a que no se desarrolló completamente, afectando su composición (Chavarría, 2010).

En la tabla 2.6 se muestra la composición reportada en el peso en base seca, ya que el grano de soya contiene humedad.

Tabla 2.6
Composición del grano de soya (Glycine Max)

NUTRIMENTOS	COMPOSICIÓN
Humedad	6.8
Proteína	13
Grasa	6
Carbohidratos	11
Cenizas	2
Celulosa y hemicelulosa	17

Fuente: Chavarría, 2010

2.3.6. DERIVADOS DE LA SOYA

En el extremo oriente, las semillas de soya constituyen alimentos tradicionales, como el tofu y las salsas de soya. Estos alimentos se preparan directamente a partir de los granos, ya sea por trituración, para obtener así la “leche de soya” de donde es precipitan a continuación las proteínas o bien por fermentación (Cheftel, 1989).

2.3.6.1. HARINA

Las harinas son las formas menos refinadas de la soya, se pueden fabricar con todo grasa o desgrasada, ya sea como hojuelas, gránulos o polvo, contienen de 40 a 50% de proteínas y durante su manufactura se deben someter a un calentamiento con vapor

para inactivar la Lipoxigenasa, los inhibidores de tripsina y otros factores anti fisiológicos (Badui, 1999).

2.3.6.2. EL SALVADO DE SOYA

Procede de la cáscara y contiene altos niveles de residuos de celulosa indigestible. Los oligosacáridos de la soya son carbohidratos solubles que tienen aplicaciones nutricionales. La fibra de soya es la fracción de carbohidrato insoluble de la soya y contiene muchos polisacáridos no celulósicos comestibles, como ramnosa, arabinosa y galactosa (Badui, 1999).

2.3.6.3. ACEITE DE SOYA

Se utiliza industrialmente en la manufactura de margarinas, aceites de mesa, mayonesa y en muchos otros productos, un subproducto de la refinación es la lecitina. El adecuado perfil nutricional del aceite de soya, junto a su transparencia y sabor neutro, hacen del mismo una elección ideal para muchas aplicaciones gastronómicas (Badui, 1999).

2.3.6.4. SALSA SOYA

Es el producto alimenticio más conocido obtenido a partir de soya fermentada. Posee un sabor único, mezcla de salado, dulce y agrio, y se produce por la fermentación de las semillas de soya, trigo, agua y sal, usando *aspergillus oryzae* (Badui, 1999).

2.3.6.5. EL TOFU

Especie de queso fresco de textura cremosa que se obtiene a partir de la leche de soya cuajada con sales de calcio y magnesio y, posteriormente, prensada con el fin de retirar el suero. Se suele tomar tal cual o transformado en yogurt. También puede emplearse como sustituto de la carne o para hacer pates y salsas (Badui, 1999).

2.3.6.6. LECHE DE SOYA

La leche de soya es el alimento líquido blanquecino que se obtiene de la emulsión acuosa resultante de la hidratación de granos de soya entero (*Glycine max*), seleccionado y limpio, seguido de un procesamiento tecnológico adecuado. Su fórmula puede contener azúcar, colorantes, saborizantes y conservantes (Chavarria, 2010).

La leche de soya pasteurizada es la leche de soya fluida sometida a un proceso de pasteurización, que se aplica al producto a una temperatura no menor de 65°C, por un tiempo definido seguido de un enfriamiento rápido y que elimina riesgos para la salud pública al destruir microorganismos patógenos y reducir los microbios del producto con la mínima alteración de sus características organolépticas y nutricionales (Coguanor, 2005).

2.3.6.7. CLASIFICACIÓN DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soja, por su naturaleza, se debe englobar dentro de los bienes de consumo perecederos, ya que con el proceso conseguimos aumentar la vida en anaquel del producto. Es un bien de consumo final, ya que es utilizado para la fabricación de otros productos, asimismo se consume directamente (Chavarría, 2010).

2.3.6.8. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE SOYA

Según (Chavarría, 2010), refiere lo siguiente:

La leche de soya debe presentar aspecto normal, homogéneo y libre de sustancias extrañas.

2.3.6.9. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA LECHE DE SOYA

Según (IBNORCA, 2009), Cumplirá con las siguientes características organolépticas:

- **Apariencia:** Homogénea y estable, libre de aglomeraciones grumos a su apariencia general.
- **Olor:** A vegetal o leguminosa propio del grano de soya.
- **Sabor:** Ligeramente a frijol o poroto, libre de sabores extraños.
- **Color:** Blanquecino.

2.3.6.10. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DE LA LECHE DE SOYA

La leche de soya debe cumplir con las características físicas y químicas que se establecen en la tabla 2.7 (IBNORCA, 2009).

Tabla 2.7.
Características Fisicoquímicas de la leche de soja pasteurizada

Características	Limites	Método de ensayo
pH	6.8-7.4	-
Proteínas	Min 3.0 %	NB33020
Grasa	Min 1.6 %	NB228

Fuente: IBNORCA, 2009

2.3.6.11.- INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE SOJA

A continuación se puede observar la tabla 2.8 con la información sobre las características nutricionales, que aporta la leche de soja en el organismo:

Tabla 2.8.
Información Nutricional de la leche de soja

Nutrientes		Aporte calórico	
Calorías		55 kcal.	
Grasa		1,84 g.	
Colesterol		0 mg.	
Sodio		3 mg.	
Carbohidratos		5,76 g.	
Fibra		1,30 g.	
Azúcares		5,76 g.	
Proteínas		3,20 g.	
Vitamina A	2 ug.	Vitamina C	0 mg.
Vitamina B12	0 ug.	Calcio	3 mg.
Hierro	0,80 mg.	Vitamina B3	0,88 mg.

Fuente: Chavarría, 2010

2.3.6.12.- BENEFICIOS DE CONSUMIR LECHE DE SOYA

La leche de soja es una alternativa totalmente vegetal y no láctea de leche de vaca, y a menudo es más baja en grasa y en calorías que su equivalente basada en productos animales. Es también una fuente de alta calidad de las vitaminas esenciales, minerales

y nutrientes. Aunque no debes incluir cualquier leche de soja en tu dieta para seguir un plan de alimentación saludable, beberla diariamente puede proporcionar varios beneficios (fitness, 2017).

La leche de soja contiene todos los aminoácidos esenciales para el organismo, por lo que se digiere fácilmente, La lecitina que contiene evita problemas cardíacos y mantiene las arterias limpias, contiene vitaminas del grupo B, calcio y fósforo, Las isoflavonas son estrógenos vegetales que tienen una acción protectora frente al cáncer de mama, las proteínas de la soja ayudan a conservar el calcio por lo que es idónea para la osteoporosis. Además estas proteínas son capaces de reducir el colesterol y los triglicéridos (Okdiario, 2017).

A continuación se detallan los beneficios de consumir leche de soja:

- **Ayuda al crecimiento y el desarrollo:** Es ideal para niños (mayores de 5 años) y ancianos por su contenido en aminoácidos necesarios para el crecimiento y el desarrollo.
- **Ideal para intolerantes a la lactosa:** Es apta para alérgicos a la lactosa.
- **Refuerza el sistema inmune:** Los azúcares prebióticos que contiene estimulan nuestro sistema inmunológico y disminuyen las toxinas innecesarias del organismo.
- **Ideal para personas hipertensas:** Es adecuada para personas hipertensas, problemas cardíacos o artrosis por contenido en calcio y magnesio.
- **Ayuda a la digestión:** Se digiere muy bien por lo que pueden beberla personas con patologías de estómago.
- **Reduce el colesterol:** Regula y reduce los niveles de colesterol en sangre.
- **No contiene hormonas:** La leche de vaca, al contrario, contiene hormonas que pueden ser perjudiciales para el organismo.
- **Ideal para personas con diabetes:** Es apta para los diabéticos.
- **Alternativa de la leche de vaca:** Es un buen sustituto de la leche de vaca.

2.4. LA LECHE EN POLVO

La leche en polvo es el producto obtenido por deshidratación de la leche entera, parcial o totalmente descremada, apta para la alimentación humana, mediante procesos tecnológicos autorizados (UCA, 2018).

Se distinguen dos tipos de leche en polvo desde el punto de vista comercial:

- Leche en polvo entera, con un mínimo del 26% de materia grasa en peso.
- Leche en polvo desnatada, con un máximo del 1,5% de grasa en peso.

La primera se conserva por un período máximo de seis meses, ya que al ser tan alto el contenido en grasa, ésta se va deteriorando durante el almacenamiento, llegando a notarse el sabor rancio en la leche reconstituida. La leche en polvo desnatada se puede conservar bien por un período de hasta tres años (Bocci, 2013).

Las características de la leche en polvo son las siguientes:

1. Color uniforme, blanco o cremoso claro, carente de color amarillento o pardo, característicos de un producto recalentado.
2. Olor y sabor fresco y puro, antes y después de su reconstitución.
3. Humedad, máximo 5% en peso.
4. Materia grasa, como mínimo 26% en peso para la leche entera y 1,5% como máximo para la desnatada.
5. Acidez expresada en ácido láctico, 1,45% en peso como máximo para la leche entera y 1,85% como máximo para la leche desnatada.
6. Acidez de la grasa, expresada en ácido oleico, máximo del 2% en peso de la grasa.
7. Ausencia de impurezas macroscópicas.
8. Índice de solubilidad: para la leche entera, un mililitro como máximo; para la leche desnatada, 1,25 ml. como máximo.

La leche en polvo se obtiene después de dos etapas de eliminación de agua. La primera se hace en un evaporador de varios efectos, al igual que la leche evaporada. La segunda se realiza mediante la torre de atomización (Bocci, 2013).

2.5. AZÚCAR

El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa. En la naturaleza se encuentra en un 20 % del peso en la caña de azúcar y en un 15 % del peso de la remolacha azucarera, de las que se obtiene el azúcar de mesa. La miel también es un fluido que contiene gran cantidad de sacarosa parcialmente hidrolizada (UBA, 2014).

Sin embargo, se han destacado sus propiedades específicas como nutriente para el organismo humano: se digiere con facilidad y no genera productos tóxicos durante su metabolismo (UBA, 2004).

2.6. CULTIVO LÁCTEO

El kumis se elabora a partir de leche entera, semidescremada o descremada. La leche es inoculada con el llamado Cultivo Normal (*Sheptococcus lactis* y *cremoris*) que le dan su sabor, aroma y acidez características (Kiraly, 2003).

Por otro lado, se podría adquirir el cultivo comercial; éste puede ser: Líquido, liofilizado (en polvo) o un kumis de buena calidad (Kiraly, 2003).

El cultivo debe quedar perfectamente distribuido en la leche para que tenga óptima calidad; cuando quedan grumos pequeños, las bacterias en el interior de ellos no pueden multiplicarse. Por tal razón, se debe agitar el cultivo suavemente, para que coja una estructura líquida y se deje bien con la leche (Kiraly, 2003).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 . INTRODUCCIÓN

El trabajo de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES DE LABORATORIO, MATERIA PRIMA E INSUMOS

El siguiente trabajo se realizara con los siguientes equipos, material y de laboratorio que se detallan a continuación:

3.2.1 EQUIPOS

Los equipos utilizados en el trabajo de investigación son los siguientes:

Balanza de precisión: En la figura 3.1 se muestra el equipo que se utilizó para realizar el pesado de insumos para la elaboración del trabajo de investigación.

Figura 3.1
Balanza de precisión



Fuente: Elaboración

Especificaciones técnicas

- **Marca:** MonoBioc
- **Modelo:** PB1502
- **Capacidad máxima:** 1510 g
- **Capacidad mínima:** 0.5 g
- **Sensibilidad:** 0.001 g
- **Alimentación:** 110-220v

Termostato (Baño maría): En la figura 3.2 nos muestra el equipo utilizado en el proceso que controlara la temperatura constante durante la fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 3.2
Termostato



Fuente: Elaboración

Especificaciones técnicas

- **Marca :** Selecta
- **Modelo :** termotronic II (3000389)
- **Control:** analógico

- **Volumen :** 20 litros
- **Estabilidad :** ± 0.2 °C
- **Rango :** 5°C a 100°C
- **Medidas:** 35cm x 55cm x 20cm (alto, ancho y fondo)
- **Peso :** 10 kilogramos

Cocina industrial: En la figura 3.3, muestra el equipo utilizado, para realizar el proceso de pasteurizado de la leche de vaca y leche de soya.

Figura 3.3
Cocina Industrial



Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas

- **Marca:** Metafler
- **Material:** Acero inoxidable de 1.5 mm de espesor
- **Dimensiones:** alto 90 cm, ancho 80 cm y profundidad 45 cm de dos hornallas, con quemadores cambiables

Freezer: En la figura 3.4 muestra el freezer donde se va a refrigerar el producto terminado.

Figura 3.4
Freezer



Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas

Marca: cónsul

Modelo: HACEB

Potencia: 220 watt

Licuada: en la figura 3.5 se muestra el equipo que se utilizó para el proceso de molienda del grano de soya hidratado.

Figura 3.5
Licuada



Fuente: Elaboración propia

Especificaciones técnicas

- **Marca:** Philips
- **Material del vaso:** plástico
- **Capacidad:** 1,25 Kg
- **Potencia:** 400 w

3.2.2 INSTRUMENTOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

Los instrumentos y el material de laboratorio que se utilizaran se detallan a continuación:

3.2.3 INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Los instrumentos de laboratorio utilizados para la elaboración del trabajo de investigación son los siguientes:

a) **Termómetro de vidrio**

En la figura 3.6 nos muestra el instrumento que se utilizó para medir las diferentes temperaturas durante las etapas de cocción, pasteurización y enfriamiento en el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 3.6
Termómetro



Fuente: Elaboración

Especificaciones técnicas

Escala mínima: -10°C

Escala máxima: 110 °C

División de escala: cada 1 °C

Carga de líquido termo sensible a la temperatura: alcohol rojo

Peso: 22 gramos

Medidas externas: 6 milímetros x aprox.24 centímetros de largo

b) Refractómetro de mano

En la figura 3.7 nos muestra el instrumento utilizado para medir los sólidos solubles en la leche de vaca, leche de soya y en el producto final (kumis enriquecido con leche de soya).

Figura 3.7
Refractómetro



Fuente: Elaboración

Especificaciones técnicas

Escala de medición: Brix 0,0 a 33,0 %

Escala mínima: Brix 0,2 %

Exactitud de la medición: Brix $\pm 0,2$ (10 a 30°C)

Volumen de muestra: 10 μ l o más

Opcional: tapa de luz especial para muestra de volumen reducido

Dimensiones: 3,3 x 3,3 x 20,4 cm

Peso: 160 g

3.2.4 MATERIAL DE LABORATORIO

Los materiales de laboratorio que se utilizaron en el análisis de la acidez de kumis enriquecido con leche de soya se detallan en la tabla 3.1. :

Tabla 3.1.
Materiales Utilizados en el análisis de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya

Materiales	Cantidad	Capacidad	Unidad
Soporte	1	-----	-----
Pinza	1	-----	-----
Bureta	1	25	ml
Erlenmeyer	2	250	ml
Vaso de precipitado	1	250	ml
Pipeta	1	10	ml
Embudo	1	-----	-----
Piseta	1	500	ml

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 REACTIVOS

Los reactivos que se utilizaron en la medición de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya se detallan en la tabla 3.2

Tabla 3.2.
Reactivos utilizados en la medición de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya

Reactivos	Cantidad	Unidad
Hidróxido de sodio 0.1 N	500	ml
Fenolftaleína 0,5%	100	ml

Fuente: Elaboración

3.2.6 UTENSILIOS DE COCINA

En la tabla 3.3 Se muestra los materiales que se utilizaron en todas las operaciones de la elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.

Tabla 3.3.
Material a utilizar en el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya

Materiales	Cantidad	Capacidad	Tipo de material
Jarra graduada	3	1 litro	Plástico
Olla	2	5 litros	Acero inoxidable
Olla	2	10 litros	Acero inoxidable
Cuchara	3	10 mililitro	Acero inoxidable
Colador	1	-----	Plástico
Frasco	8	1 litro	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7 MATERIA PRIMA E INSUMOS ALIMENTARIOS

En la tabla 3.4 se muestran los insumos a ser utilizados en el trabajo de investigación:

Tabla 3.4
Insumos del kumis enriquecido con leche de soya

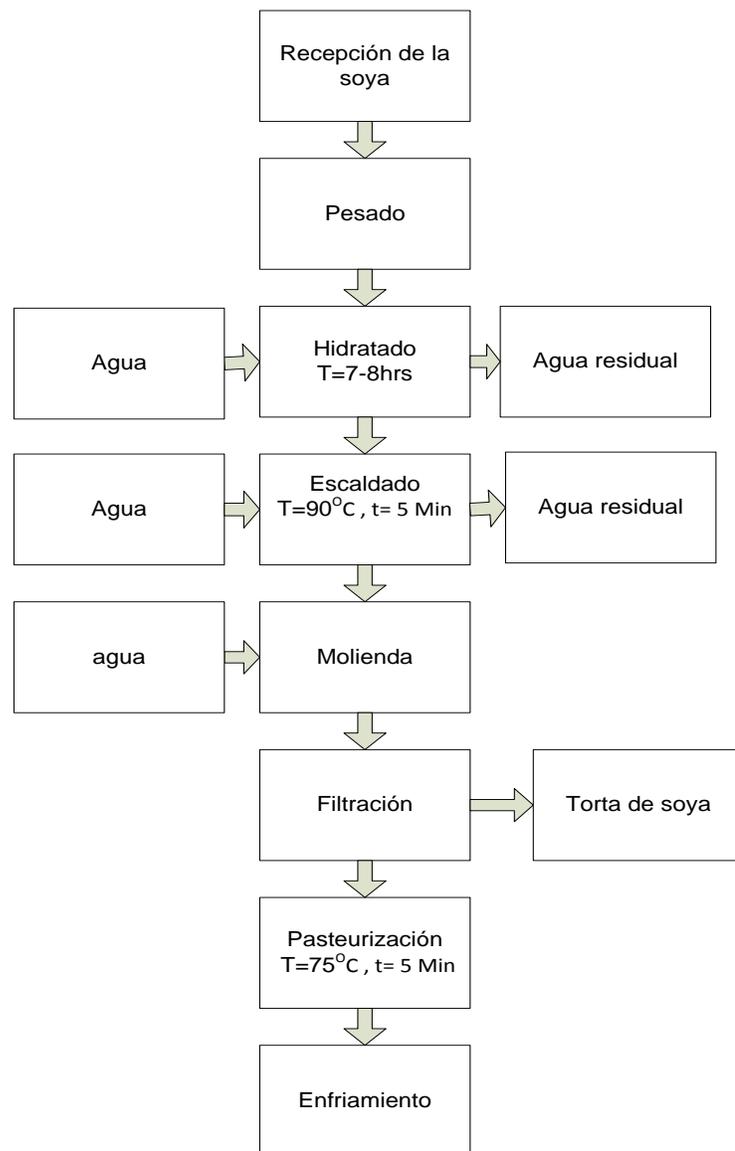
Insumos	Procedencia	Tipo
Leche de vaca	Granja Lujan	Líquido
Soya	Saladillo- Gran Chaco	Granulada
Azúcar	Bermejo	Granulada
Cultivo lácteo	Europa	Liofilizado

Fuente: Elaboración

3.3 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA LECHE DE SOYA

La figura 3.8 Muestra el diagrama del proceso de elaboración de leche de soya.

Figura 3.8
Diagrama del proceso de elaboración de
leche de soya



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 RECEPCIÓN DEL GRANO DE SOYA

El grano de soya es adquirido a granel de la comunidad de Saladillo – Gran Chaco para posteriormente realizar el análisis fisicoquímico y su procesamiento para obtener leche de soya.

La figura 3.9, muestra la recepción del grano de soya para la elaboración de leche de soya.

Figura 3.9
Recepción del grano de soya



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 PESADO

Se realiza el pesado del grano de soya en una balanza de precisión con la finalidad de realizar la formulación correcta y el balance de materia.

La figura 3.10, muestra el pesado del grano de soya para la elaboración de leche de soya.

Figura 3.10
Pesado del grano de soya



Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 HIDRATADO

En el proceso de hidratación se debe lavar la soya 2 veces y luego dejarla en remojo por un tiempo de 7 a 8 horas la cantidad de agua a utilizar es tres veces mayor al peso de la soya.

La figura 3.11, muestra la etapa de hidratado del grano de soya para la elaboración de leche de soya.

Figura 3.11.
Hidratación del grano de



Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 ESCALDADO

Se lo realiza a una temperatura entre 90 a 95 °C por un tiempo de 5 min esto tiene por objetivo desactivar la enzima lipoxigenasa.

3.3.5 MOLIENDA

En el proceso de molienda se agrega la soya ya hidratada a la licuadora y se agrega agua caliente en una relación 2:1 para posteriormente licuarla por un tiempo de 5 min con el fin de minimizar las partículas de la soya.

La figura 3.13, muestra la etapa de molienda del grano de soya para la elaboración de leche de soya.

Figura 3.13.
Molienda del grano de soya



Fuente: Elaboración Propia

3.3.6 FILTRACIÓN

La filtración de la soya licuada se realiza con la finalidad de separar los residuos de soya (torta de soya) y obtener la leche de soya.

La figura 3.14, muestra la etapa de filtración para la obtención de leche de soya.

Figura 3.14
Etapa de filtración



Fuente: Elaboración Propia

3.3.7 PASTEURIZACIÓN

Este tratamiento térmico se lo realiza a una temperatura de 75 °C por un tiempo de 5 min. El objetivo perseguido de todo tratamiento térmico es la destrucción de todo microorganismo patógeno que afectan la salud de quienes la consumen y los microorganismos que originan su alteración. Además el tratamiento térmico a que se someta la leche de soya mejora la digestibilidad de la proteína al inactivar los inhibidores de tripsina.

La figura 3.15, muestra la etapa de pasteurización de la leche de soya.

Figura 3.15
Pasteurización de la leche de soya



Fuente: Elaboración

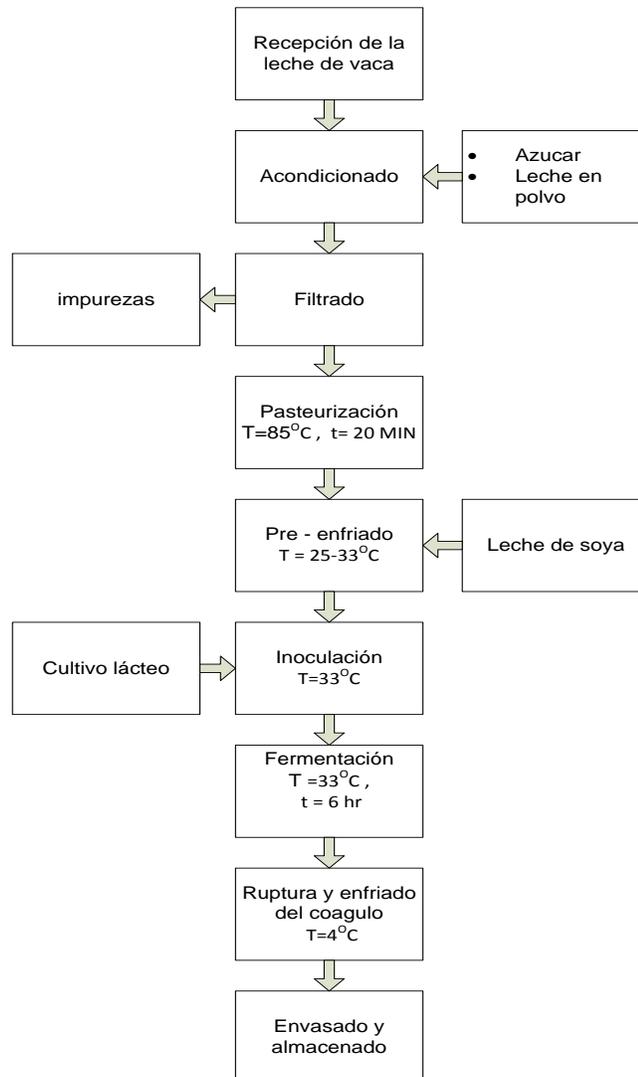
3.3.8 ENFRIAMIENTO

Se realiza un enfriamiento rápido hasta alcanzar la temperatura de 28y 33 °C para posteriormente realizar la mezcla para su posterior inoculación.

3.4 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

En la figura 3.9 se muestran las etapas del proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 3.16.
Diagrama de bloque para la elaboración del kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Se describe el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya

- **RECEPCIÓN LECHE DE VACA**

El kumis tendrá como materia prima leche de vaca, la cual se pesa para realizar el balance de materia así mismo se realiza el control de calidad de la leche de vaca para determinar si es pura y apta para realizar el proceso de elaboración del kumis fortificado con leche de soya y para eso se involucra un conjunto de pruebas.

Prueba de mastitis: la mastitis bovina normalmente se da como resultado de la infección intramamaria por bacterias que pueden producir la enfermedad de manera clínica (Cordero, 2013).

La prueba de mastitis se lo realiza con el reactivo de bromocresol, el resultado es positivo cuando parece de inmediato un espesamiento de la mezcla con ligera formación de un gel y negativo cuando no hay espesamiento de la mezcla.

- **ACONDICIONADO**

Una vez que se receipta la materia prima, se realiza el proceso de acondicionado para lograr el aumento de los sólidos totales en la leche.

La cantidad a adicionar en el proceso será de 15% de leche en polvo y 9% de azúcar.

- **FILTRACIÓN**

La filtración se la realiza para separar todas las materias extrañas o impurezas que puedan estar tanto en la leche de vaca como en la azúcar, después de realizar el acondicionamiento.

La figura 3.18, muestra la etapa de filtración de la leche para la elaboración de kumis fortificado con leche de soya.

Figura 3.18.
Etapa de filtración



Fuente: Elaboración Propia

- **PASTEURIZACIÓN**

Esta etapa del proceso es la más importante, es cuando se obtendrá la calidad del kumis, las proteínas de la leche se desnaturalizan provocando la liberación de péptidos que contribuyen al crecimiento de los microorganismos inoculados los cuales actúan favoreciendo aspectos de viscosidad del kumis y separación del suero de la leche.

Los objetivos de esta etapa son:

- ❖ Eliminar microorganismos patógenos
- ❖ Reducir la población microbiana total para que no interfiera con el desarrollo de las bacterias lácteas.

Se realizara un tratamiento de acuerdo con el proceso de fabricación del kumis.

- 80° a 85° durante 15 minutos a 20 minutos

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

La figura 3.19 muestra la etapa de pasteurización de la leche de vaca para la elaboración de kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 3.19
Etapa de pasteurización



Fuente: Elaboración Propia

- **PRE-ENFRIADO**

Es un punto crítico de control, ya que, se asegura la temperatura óptima de crecimiento para el cultivo lácteo (33 °C), permitiendo la supervivencia de las bacterias del inoculó.

- **INOCULACIÓN**

En la inoculación se agregan los cultivos lácteos el cual se encuentra conservado por liofilización.

En este caso se agregara entre el 6% de cultivo en relación al volumen de la leche y mantener a temperatura a baño maría a (33) °C, por un periodo de tiempo de 5-6 horas, hasta que el kumis adquiriera el grado de acidificación que se requiere alcanzar.

La figura 3.20, muestra la etapa de inoculación para obtener kumis enriquecido con leche de soya

Figura 3.20
Etapas de inoculación



Fuente: Elaboración Propia

- **FERMENTACIÓN**

La fermentación se lo realiza en baño maría manteniendo la temperatura del medio a 32°C durante un tiempo de 6 horas el cual alcanzara su acidez deseada.

La figura 3.21 muestra la etapa de fermentación para la obtención del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 3.21.
Etapas de fermentación



Fuente: Elaboración Propia

- **ENFRIADO Y RUPTURA DEL CUAGULO**

Una vez que se haya alcanzado la acidez deseada se procederá a detener el proceso de fermentación; disminuyendo la temperatura entre (18-15)°C, ya que los microorganismos causantes de la misma, no son capaces de crecer a temperaturas inferiores que 10°C.

- **ENVASADO**

La finalidad del envasado es el de contener, proteger y conservar el alimento, y de servir para informar al consumidor sobre lo que está por consumir por cada porción del alimento.

- **ALMACENADO**

Se procederá a llevar el kumis enriquecido con leche de soya a refrigeración a una temperatura entre (5 o 4) °C, esto nos brindara un efecto positivo para conservar el producto en cadena.

3.5 NORMAS Y MÉTODOS PARA DETERMINAR LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Las normas y métodos que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos de la materia prima y producto final son:

3.5.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 3.5 se muestra los métodos que se utilizaron para determinar las propiedades fisicoquímicas del grano de soya detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.5
Normas y/o Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas del grano de soya

Parámetros	Unidades	Método o norma
Ceniza	%	NB 39034-10
Fibra	%	Gravimétrico
Materia grasa	%	NB 313019-06
Hidratos de carbono	%	Calculo
Humedad	%	NB 313010-08
Proteína total (Nx5.71)	%	NB/ISO 8968-1-08
Valor energético	Kcal/100g	calculo
Donde NB = Norma Boliviana		

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 3.6 se muestra los métodos que se utilizaron para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de soya detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.6.
Normas y/o Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de soya

Parámetros	Unidades	Método o norma
Calcio	Mg/100g	Absorción atómica
Ceniza	%	NB 39034-10
Fibra	%	Gravimétrico
Grasa	%	NB 313019-06
Hidratos de Carbono	%	calculo
Humedad	%	NB 313010-05
Proteína total (Nx6.25)	%	NB/ISO 8968-1-08
Valor energético	Kcal/100g	calculo
Donde NB = Norma Boliviana		

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 3.7 muestra las normas y/o métodos utilizados para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.7.
Métodos y/o normas para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca

Parámetros	Unidades	Método o norma
Acidez	%	NB 229:98
Cenizas	%	NB 39034-10
Fibra	%	Gravimetría
Grasa	%	NB 228:98
Hidratos de carbono	%	Cálculo
Proteína total (Nx6.38)	%	NB/ISO8968-1:08
Sólidos totales	%	NB 231:1-1998
Valor energético	Kcal/100g	calculo
Donde NB = Norma Boliviana		

Fuente: CEANID, 2018

3.5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 3.8 se muestra los métodos y/o normas que se utilizaron en la determinación de los análisis microbiológicos de la leche de soya detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.8.
Métodos y/o normas para determinar los análisis microbiológicos de la leche de soya

Parámetros	Unidades	Métodos	Normas
Bacterias aerobias mesofilas	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32003
Coliformes totales	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32005
mohos y levadura	p/a/100g	Recuentos en placas	NB 32006

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 3.9, se muestran los métodos y/o normas que se utilizaron en la determinación de los análisis microbiológicos de la leche de vaca detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.9.
Método y/o normas para determinar los análisis microbiológicos de la leche de soya

Parámetros	Unidades	Métodos	Normas
Coliformes fecales	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32005
Coliformes totales	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32005
mohos y levadura	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32006

Fuente: CEANID, 2018

3.5.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 3.10 se muestra los métodos y/o normas que se utilizaron en la determinación de los análisis fisicoquímicos del producto final detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.10
Método y/o normas para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto final

Parámetros	Unidades	Método o norma
Acidez (ácido láctico)	%	NB 36002:02
Calcio	%	Absorción Atómica
Cenizas	%	NB 39034:10
Fibra	%	Gravimetría
Grasa	%	NB 313019:06
Hidratos de carbono	%	Cálculo
Humedad	%	NB 313010
Proteína total (Nx6.38)	%	NB/ISO 8968-1:08
Valor energético	Kcal/100 g	Cálculo
Donde NB = Norma Boliviana		

Fuente: CEANID, 2018

3.5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 3.11 se muestra los métodos y/o normas utilizados en la determinación de los análisis microbiológicos del producto final detallando una serie de parámetros (Anexo A).

Tabla 3.11.
Método y/o normas para determinar los análisis microbiológicos del producto final

Parámetros	Unidades	Métodos	Normas
Bacterias aerobias mesofilas	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32003
Coliformes totales	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32005
mohos y levadura	UFC/g	Recuentos en placas	NB 32006

Fuente: CEANID, 2018

3.6. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial pretende explicar, al menos parcialmente la relación compleja entre el individuo y el producto de consume. Se define como el exámen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (Huezo, 2008).

La evaluación sensorial pretende explicar, al menos parcialmente, la relación compleja entre el individuo y el producto que consume.se define como el exámen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (Huezo, 2008).

Según (barda, 2000). Se habla de tres grandes grupos: descriptivo, discriminativo y del consumidor.

Análisis descriptivo

Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa).

Análisis discriminativo

Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, y la consulta al panel es cuánto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos.

Test del consumidor

También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, y la pregunta es si les agrada o no el producto.

3.6.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA MUESTRA PRELIMINAR KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para determinar la muestra preliminar se realizó la degustación en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) mediante una evaluación sensorial de diferentes muestras de kumis enriquecido con leche de soya la cual se utilizó un test de escala hedónica de 20 jueces no entrenados para analizar atributos sabor, aroma consistencia y acidez (Anexo C).

3.6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

En base a la elección de la muestra preliminar se procedió a elaborar ocho muestras de kumis enriquecido con leche de soya para determinar las propiedades organolépticas del producto.

Para tal efecto se realizó una evaluación sensorial de 20 jueces no entrenados, de las ocho muestras, mediante un test de escala hedónica (Anexo B) donde se evaluaron los atributos sabor, aroma y consistencia (Anexo C).

3.6.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

Para determinar la muestra final se elaboraron 3 muestras, las cuales fueron evaluadas por 20 jueces no entrenados para los atributos sabor, aroma, consistencia y acidez (Anexo B) mediante un test de escala hedónica (Anexo C).

3.6.4. EVALUACIÓN SENSORIAL EN EL PRODUCTO TERMINADO

Para saber la aceptación del producto terminado se realizó una evaluación sensorial del producto terminado para identificar el agrado o desagrado mediante test de escala hedónica (Anexo C) que compondrá de 20 jueces no entrenados para determinar atributos sabor, aroma, acidez y consistencia, esta prueba se realizará en el Laboratorio del Taller de Alimentos (LTA).

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Un diseño experimental es un estudio en el que al menos una variable es manipulada y las unidades son aleatoriamente asignadas a los distintos niveles o categorías de las variables manipuladas (U.S.C.G., 2011).

Según la (U.S.C.G 2011) las ventajas del diseño experimental son las siguientes:

- Se elimina el efecto de las variables perturbadoras o extrañas mediante el proceso de la aleatorización.
- El control y manipulación de las variables proditorias clarifican la dirección y naturaleza de la causa.
- Flexibilidad, eficiencia, simetría y manipulación estadística.

Un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, es decir, busca estudiar la relación entre los factores y la respuesta (INP, 2002).

El diseño experimental será el diseño factorial como se muestra en la siguiente ecuación:

$$2^k \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Dónde:

2 = Número de niveles

k = Número de factores

3.7.1. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ETAPA DE MOLIENDA PARA OBTENER LA LECHE DE SOYA

Para realizar el diseño factorial en la etapa de molienda se tomó en cuenta dos factores (cantidad de grano de soya y agua); tomando en cuenta dos niveles de variación en cada factor.

- CS = (Cantidad de grano de soya) = 2 niveles
- A = (Agua) = 2 niveles

Por lo tanto, el diseño experimental consta de un modelo expresado en base a las ecuaciones (3.1 y 3.2).

$$2^2 = 2 * 2 = 4 \text{ tratamientos / pruebas} \quad (\text{ecuación 3.2})$$

La tabla 3.12 presenta los niveles de variación en la etapa de licuado para la elaboración de la leche de soya.

Tabla 3.12
Diseño Factorial en la etapa de molienda

Factores		Nivel Inferior	Nivel Superior
Cantidad de soya	CS	30%	35%
Agua	A	70%	65%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3.13 muestra el diseño experimental a ser utilizado en la etapa de molienda del grano de soya y agua.

Tabla 3.13
Diseño experimental a ser utilizado en la etapa de molienda

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTOS	INTERACCIONES				RESPUESTA
		1	CS	A	CSA	Y _i
1	(I)	+	-	-	+	Y1
2	CS	+	+	-	-	Y2
3	A	+	-	+	-	Y3
4	CSA	+	+	+	+	Y4

Fuente: Elaboración Propia

Donde Y_i = sólidos solubles (°Brix) de la leche de soya

3.7.2. DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE FERMENTACIÓN

Para la realización del diseño experimental se optara en tomar tres factores (leche de soya, tiempo y cultivo lácteo) la cual se muestra a continuación:

Leche de soya (LS) = 2 niveles

Tiempo (T) = 2 niveles

Cultivo lácteo (C) = 2 niveles

Por lo tanto el diseño experimental será lo siguiente:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ pruebas} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

En la tabla 3.14 se detallan los niveles de variación de los factores en la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.

Tabla 3.14
Diseño factorial en la etapa de fermentación

Factores		Nivel Inferior	Nivel Superior
Leche de soya	LS	15%	20%
Tiempo	T	5 hrs	6 hrs
Cultivo lácteo	CL	4%	6%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.15 se detalla el diseño experimental a ser utilizado En la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.

Tabla 3.15
Diseño experimental en la etapa de fermentación

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTOS	FACTORES			INTERACCION				RESPUESTA
		LS	T	CL	LST	LSCL	TCL	LSTCL	
1	(I)	-	-	-	+	+	+	-	Y1
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y2
3	b	-	+	-	-	+	-	+	Y3
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	Y4
5	c	-	-	+	+	--	-	+	Y5
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y6
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y7
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y8

Fuente: Elaboración Propia

Donde Y_i = porcentaje de acidez en el kumis

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE
RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 4.1 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos del grano de soya, realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.1.
Composición Fisicoquímica del grano de soya

Parámetros	Método o norma	Unidades	Resultado
Ceniza	NB 39034-10	%	5,38
Fibra	Gravimétrico	%	6,38
Materia grasa	NB 313019-06	%	15,95
Hidratos de carbono	Calculo	%	34,35
Humedad	NB 313010-08	%	6,80
Proteína total (Nx5.71)	NB/ISO 8968-1-08	%	31,14
Valor energético	Calculo	Kcal/100g	405,51
Donde NB = Norma Boliviana			

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.1, indica los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas del grano de soya, la cual tiene una composición de: cenizas 5,38%, fibra 6,38%, grasa 15.95%, hidratos de carbono 34,35%, humedad 6,80%, proteína total (Nx5.71) 31,14%, valor energético 405,51 Kcal/100 g,

En la tabla 4.2 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche de soya, realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.2.
Composición fisicoquímica de la leche de soya

Parámetros	Método o norma	Unidades	Resultado
Calcio	Absorción atómica	Mg/100g	5,53
Ceniza	NB 39034-10	%	0,31
Fibra	Gravimétrico	%	n.d.
Grasa	NB 313019-06	%	1,86
Hidratos de Carbono	calculo	%	1,23
Humedad	NB 313010-05	%	93,54
Proteína total (Nx6.25)	NB/ISO 8968-1-08	%	3,06
Valor energético	calculo	Kcal/100g	33,9
Donde NB = Norma Boliviana			

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.2, indica los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la leche de soya, la cual tiene una composición de: calcio 5,53%, cenizas 0,31%, fibra n.d., grasa 1,86%, hidratos de carbono 1,23%, humedad 93,54%, proteína total (Nx6,25) 3,06%, valor energético 33,9 Kcal/100 g,

En la tabla 4.3, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la leche de soya la cual se tiene:

Tabla 4.3.
Análisis microbiológico de la leche de soya

Parámetros	Normas	Unidades	Resultado
Bacterias aerobias mesofilas	NB 32003:05	UFC/g	$1,3 \times 10^4$
Coliformes totales	NB 32005-02	UFC/ml	$<1,0 \times 10^1$
mohos y levaduras	NB 32006-03	UFC/ml	$<1,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.3, indica los resultados obtenidos del análisis microbiológico la cual se tiene bacterias aerobias mesofilas $1,3 \times 10^4$ UFC/g, Coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras. $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.

En la tabla 4.4 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos del grano de soya, realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.4
Composición fisicoquímica de la leche de vaca

Parámetros	Método o norma	Unidades	Resultado
Acidez	NB 229:98	%	0,16
Cenizas	NB 39034-10	%	0,70
Fibra	Gravimetría	%	n.d.
Grasa	NB 228:98	%	3,50
Hidratos de carbono	Cálculo	%	4,92
Proteína total (Nx6.38)	NB/ISO8968-1:08	%	3,23
Sólidos totales	NB 231:1-1998	%	12,35
Valor energético	calculo	Kcal/100g	64,1
Donde NB = Norma Boliviana			

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.4, indica los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca, la cual tiene una composición de: acidez (ácido láctico) 0.16%, cenizas 0.7%, fibra n.d., grasa 3.5%, hidratos de carbono 4.92%, proteína total (6,38) 3.23%, sólidos totales 12.35%, valor energético 64.1 Kcal/100 g.

En la tabla 4.5 muestra los resultados de los análisis microbiológicos de la leche de vaca, realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.5
Análisis microbiológicos de la leche de vaca

Parámetros	Normas	Unidades	Resultado
Coliformes fecales	NB 32005-02	UFC/ml	$7,3 \times 10^2$
Coliformes totales	NB 32005-02	UFC/ml	$<1,0 \times 10^1$
mohos y levaduras	NB 32006-03	UFC/ml	$3,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.5, indica los resultados obtenidos del análisis microbiológico la cual se tiene Coliformes fecales 7.3×10^2 UFC/ml, Coliformes totales $<1.0 \times 10^1$ UFC/ml y mohos y levaduras 3.0×10^1 .

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE MOLIENDA PARA LA OBTENCIÓN DE LA LECHE DE SOYA

Para determinar las variables (cantidad de soya y agua) en el proceso de molienda de la leche de soya, se procedió a realizar el diseño factorial con los niveles de variación (tabla 3.9), donde la variable respuesta fueron la cantidad de sólidos solubles en grados °Brix. Los resultados se muestran en la tabla 4.6 fueron extraídos del (Anexo D, tabla D.2).

Tabla 4.6
Contenido de sólidos solubles en la etapa de molienda para la obtención de leche de soya

Combinación de tratamientos	Factor		Réplicas		Total Y_i
	CS	A	I	II	
1	200	400	10,5	10	20,5
CS	250	400	11,5	12	23,5
A	200	450	10	10,5	20,5
CSA	250	450	11,5	10,5	22
Total (Y_j)			43,5	43,0	86,5

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

CS = cantidad de soya

A = cantidad de agua

CSA = interacción (cantidad de soya – cantidad de agua)

La tabla 4.7, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza (Anexo D, tabla D.3) de los valores de la variable respuesta (sólidos solubles °Brix) para un diseño factorial 2^2 , en base a los resultados de la tabla 4.6.

Tabla 4.7
Análisis de varianza en la etapa de filtración para la obtención de leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F cal	F ab
Factor A	2,53	1	2,53	11,57	7,71
Factor B	0,28	1	0,28	1,28	7,71
Interacción AB	0,28	1	0,28	1,28	7,71
Error	0,87	4	0,21	-	-
Total	3,97	7	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.7, $F_{cal} > F_{tab}$ para el factor A, por lo cual se puede decir que la cantidad de soya, si influye significativamente en la etapa de extracción de la leche de soya, para una $p < 0.05$.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA DE LECHE DE SOYA

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo olor en la escala hedónica se muestra en la tabla 4.8, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.3).

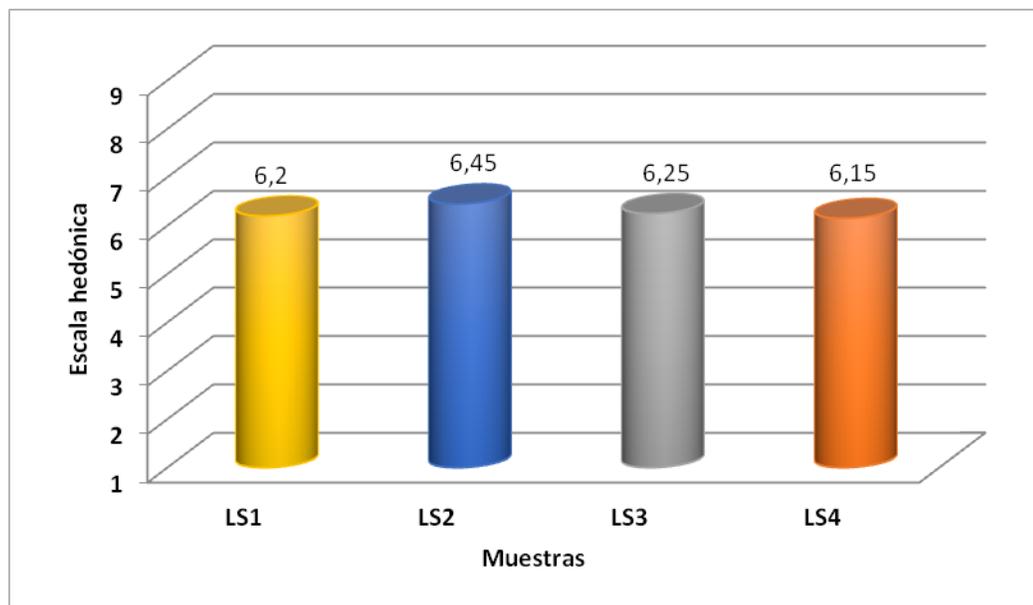
Tabla 4.8
Valores promedio del atributo olor para la muestras de leche de soya

JUECES	Tratamientos				TOTAL
	LS1	LS2	LS3	LS4	
1	7	7	5	6	25
2	7	7	8	6	28
3	8	5	6	5	24
4	9	6	8	5	28
5	5	6	7	8	26
6	6	6	6	5	23
7	8	7	6	6	27
8	5	7	7	8	27
9	5	4	6	7	22
10	8	7	6	5	26
11	6	7	7	7	27
12	4	5	7	7	23
13	5	7	5	5	22
14	7	7	6	6	26
15	4	5	5	6	20
16	5	8	6	6	25
17	9	8	7	7	31
18	5	6	7	7	25
19	6	7	5	6	24
20	5	7	5	5	22
ΣX	124	129	125	123	501
\bar{x}	6,2	6,45	6,25	6,15	25,05

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.1, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial para elegir la muestra de mayor agrado en cuanto al atributo olor para las muestras de leche de soya, extraídas de la tabla 4.8.

Figura 4.1
Valores promedios del atributo olor para las muestras de leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura 4.1, la muestra de mayor agrado por los jueces es la muestra LS2 (6.45), en comparación con la muestra LS3 (6.25), LS1 (6.20) y LS4 (6.15) las cuales tienen un menor puntaje en la escala hedónica.

4.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO OLOR PARA LAS MUESTRAS DE LECHE DE SOYA

La tabla 4.9, muestra el análisis de varianza del atributo olor para las muestras de leche de soya (Anexo C, tabla C.4).

Tabla 4.9
Análisis de varianza del atributo olor para las muestras de leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Muestras (A)	1,038	3	0,346	0,092	3,130
Jueces (B)	32,738	19	1,723	0,457	2,766
Error (E)	71,712	57	3,774	-	-
Total	105,488	76		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.9, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0.092 < 3.130$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra LS2 (6.45), como la mejor opción para la muestra de leche de soya.

4.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LAS MUESTRAS DE LECHE DE SOYA

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en escala hedónica se muestra en la tabla 4.10, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.5).

Tabla 4.10

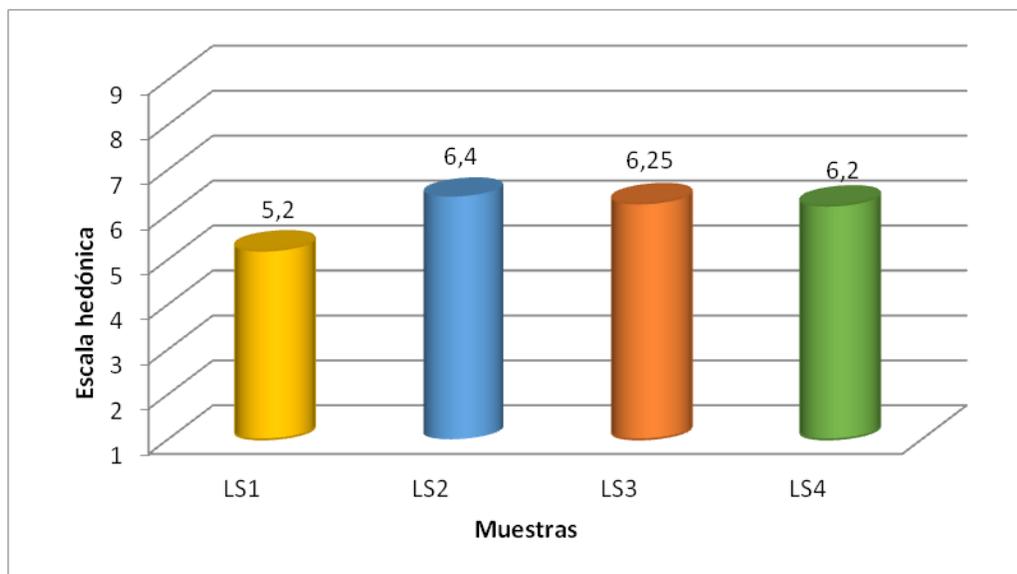
Valores promedios del atributo sabor para las muestras de leche de soya

JUECES	Tratamientos				TOTAL
	LS1	LS2	LS3	LS4	
1	3	6	8	7	24
2	5	5	5	9	24
3	6	7	5	6	24
4	7	6	4	6	23
5	5	7	7	8	27
6	5	8	7	6	26
7	7	6	8	8	29
8	8	8	8	7	31
9	2	7	6	6	21
10	7	8	9	5	29
11	6	6	7	6	25
12	3	5	6	7	21
13	6	7	8	6	27
14	5	7	5	5	22
15	4	6	5	8	23
16	3	5	6	3	17
17	6	5	7	8	26
18	7	8	5	6	26
19	5	6	4	4	19
20	4	5	5	3	17
ΣX	104	128	125	124	481
\bar{x}	5,2	6,4	6,25	6,2	24,05

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.2, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial para elegir la muestra de mayor agrado en cuanto al atributo sabor para las muestras de leche de soya, extraídas de la tabla 4.10.

Figura 4.2
Valores promedios del atributo sabor para las muestras de leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura 4.2, la muestra de mayor agrado por los jueces es la muestra LS2 (6.4), en comparación con la muestra LS3 (6.25), LS4 (6.20) y LS1 (5.2) las cuales tienen un menor puntaje en la escala hedónica.

4.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA LAS MUESTRAS DE LECHE DE SOYA

La tabla 4.11, muestra el análisis de varianza del atributo sabor para las muestras de leche de soya (Anexo C, tabla C.6).

Tabla 4.11
Análisis de varianza del atributo sabor para las muestras de leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Muestras (A)	18,038	3	6,013	1,169	3,13
Jueces (B)	69,238	19	3,644	0,709	2,766
Error (E)	97,712	57	5,143	-	-
Total	184,988	76		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.11, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1.169 < 3.13$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra LS2 (6.4), como la mejor opción para la muestra de leche de soya.

4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA MUESTRA PRELIMINAR DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para determinar la muestra preliminar, se elaboró dos muestras de kumis la primera con sabor natural de leche de soya y la segunda con saborizante manzana.

Posteriormente las dos muestras fueron evaluadas en base a una escala hedónica (Anexo B) por 20 jueces no entrenados para la estimación del atributo sabor.

4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA MUESTRA PRELIMINAR

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en escala hedónica se muestra en la tabla 4.12, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.1).

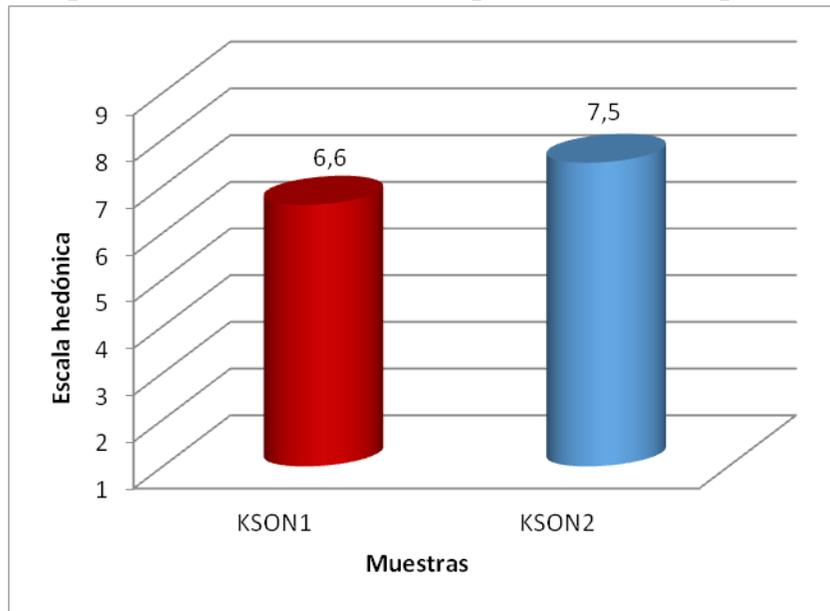
Tabla 4.12
Valores promedios del atributo sabor para la muestra preliminar

JUECES	Tratamientos		TOTAL
	KSOM1	KSON2	
1	5	9	14
2	4	5	9
3	5	8	13
4	8	5	13
5	9	7	16
6	7	9	16
7	4	8	12
8	5	8	13
9	5	5	10
10	6	8	14
11	9	8	17
12	7	9	16
13	7	9	16
14	9	6	15
15	9	8	17
16	5	7	12
17	7	9	16
18	8	9	17
19	7	5	12
20	6	8	14
$\sum X$	132	150	282
\bar{x}	6,6	7,5	14,1

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.3, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial para elegir la muestra de mayor agrado en cuanto al atributo sabor para las muestras preliminares, extraídas de la tabla 4.12.

Figura 4.3
Valores promedios del atributo sabor para las muestras preliminares



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura 4.3, la muestra de mayor agrado por los jueces es la muestra KSON2 (7.5), en comparación con la muestra KSOM1 (6.6) la cual tiene un menor puntaje en la escala hedónica.

4.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA LAS MUESTRAS PRELIMINARES

La tabla 4.13, muestra el análisis de varianza del atributo sabor para las muestras preliminares (Anexo C, tabla C.2).

Tabla 4.13
Análisis de varianza del atributo sabor para las muestras preliminares

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Muestras	8,10	1	8,10	3,35	4,38
Jueces	51,90	19	2,73	1,13	2,17
Error	45,90	19	2,42	-	-
Total	105,90	39		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.13, $F_{cal} < F_{tab}$ ($3.35 < 4.38$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSON1 (7.5), como la mejor opción para la muestra preliminar.

4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

En base a la elección de la muestra preliminar se procedió a elaborar ocho muestras de kumis enriquecido con leche de soya para determinar las propiedades organolépticas mediante un test de escala hedónica donde se evaluaron los atributos aroma, sabor y consistencia.

En el cuadro 4.1, se puede observar la variación en la composición de las ocho muestras de kumis enriquecido con leche de soya a ser evaluadas.

Cuadro 4.1

Variación en la composición de las muestras para determinar las propiedades organolépticas del kumis enriquecido con leche de soya

muestras	Leche pasteurizada (%)	Leche de soya (%)	Cultivo lácteo (%)	tiempo de fermentación (hrs)
KSO1	85	15	4	5
KSO2	80	20	4	5
KSO3	85	15	4	6
KSO4	80	20	4	6
KSO5	85	15	6	5
KSO6	80	20	6	5
KSO7	85	15	6	6
KSO8	80	20	6	6

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se realizó una evaluación sensorial de las muestras, las cuales fueron evaluadas por 20 jueces no entrenados para los atributos aroma, sabor, acidez y consistencia en la escala hedónica.

4.5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO AROMA DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma en escala hedónica se muestra en la tabla 4.14, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.7).

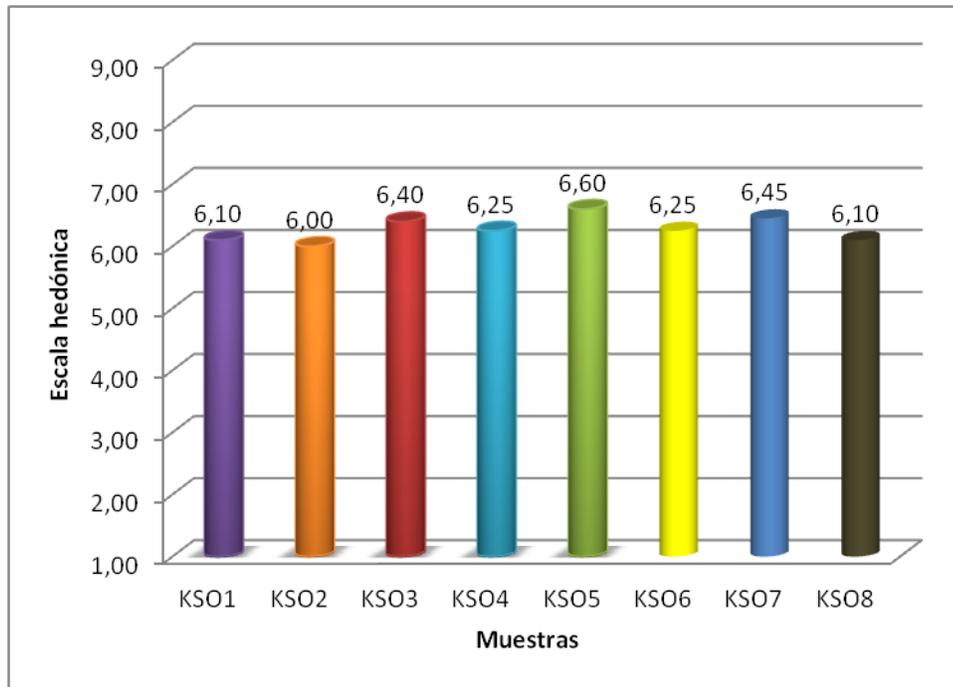
Tabla 4.14
Valores promedios para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya

JUECES	MUESTRAS							
	KSO1	KSO2	KSO3	KSO4	KSO5	KSO6	KSO7	KSO8
1	6	7	8	7	6	5	7	6
2	4	4	5	6	9	7	8	7
3	6	7	5	5	7	6	6	6
4	7	8	8	8	5	6	6	6
5	6	7	7	7	9	4	7	8
6	8	8	8	7	8	9	7	7
7	6	5	5	6	7	7	8	7
8	6	5	7	6	5	6	6	5
9	6	5	5	6	7	7	7	7
10	6	5	7	6	5	6	6	5
11	7	4	6	6	9	8	8	7
12	3	6	6	5	8	8	7	7
13	5	5	6	6	8	8	9	8
14	4	4	5	6	5	6	6	5
15	7	6	7	6	5	5	5	6
16	8	8	9	7	5	6	5	4
17	6	5	5	5	4	4	5	6
18	8	6	5	5	7	6	5	5
19	7	9	7	8	7	6	6	5
20	6	6	7	7	6	5	5	5
\bar{x}	6,10	6,00	6,40	6,25	6,60	6,25	6,45	6,10

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.4, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma del kumis con leche de soya, extraído de la tabla 4.14.

Figura 4.4
Valores promedios para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.4, se puede observar que las tres muestras de mayor agrado por los jueces de acuerdo a la evaluación sensorial realizada son las muestras: KSO5 (6.60); KSO7 (6.45) y KSO3 (6.40); en comparación a las muestras: KSO1 (6.10); KSO2 (6.00); KSO4 (6.25); KSO6 (6.25) y KSO8 (6.10), las cuales tienen menor puntaje en escala hedónica

4.5.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA PARA EL ATRIBUTO AROMA

La tabla 4.15, muestra el análisis de varianza para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.8).

Tabla 4.15
Análisis de varianza para el atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Muestras (A)	5,79	7	0,83	0,08	2,54
Jueces (B)	64,07	19	3,37	0,34	2,0768
Error (E)	189,58	133	9,98	-	-
Total	259,44	159		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.15, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,08 < 2,54$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0,05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomo en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO5 (6.60), como la mejor opción.

4.5.2. ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor en escala hedónica se muestra en la tabla 4.16, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.9).

Tabla 4.16
Valores promedios para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya

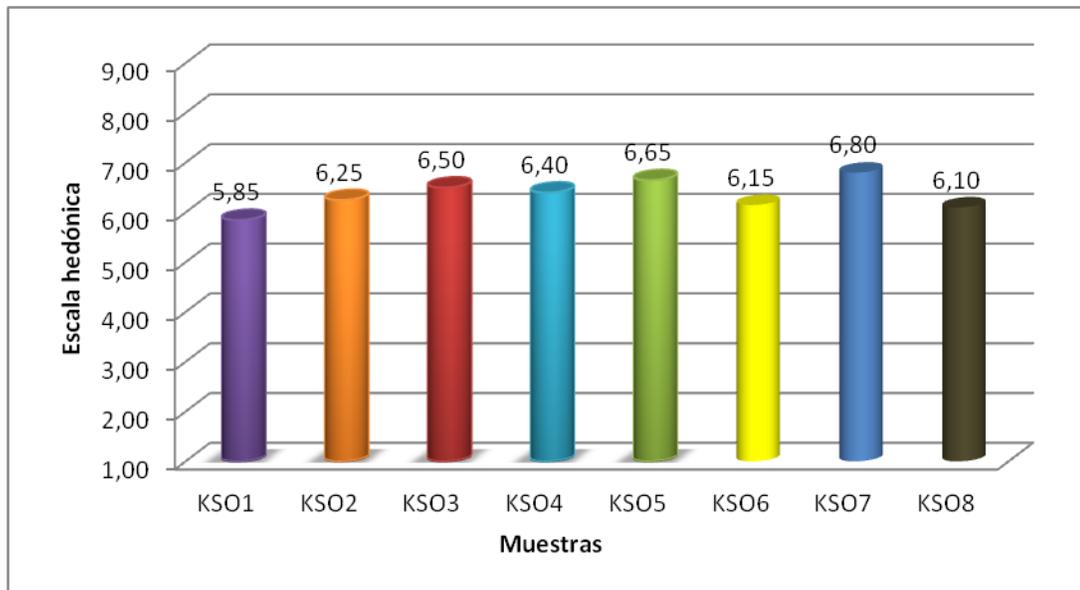
JUECES	NUESTRAS							
	KSO1	KSO2	KSO3	KSO4	KSO5	KSO6	KSO7	KSO8
1	5	6	7	7	6	8	6	6
2	4	5	5	6	8	7	8	6
3	6	8	7	6	6	6	7	5
4	6	7	8	8	9	4	6	5
5	7	7	7	7	7	6	8	9
6	8	7	8	7	8	5	7	7
7	5	5	5	6	7	8	7	8
8	5	6	6	6	5	4	5	4
9	5	5	5	6	7	8	7	8
10	5	6	6	6	5	4	5	4
11	5	5	6	7	9	7	8	6
12	4	5	7	6	7	8	7	8
13	4	3	5	6	7	6	9	7
14	8	7	6	6	6	6	7	6
15	7	8	7	6	5	5	7	6
16	7	8	9	7	6	7	7	5
17	4	7	8	6	6	6	5	8
18	7	5	5	6	7	5	6	4
19	8	8	7	7	7	7	7	5
20	7	7	6	6	5	6	7	5
\bar{x}	5,85	6,25	6,50	6,40	6,65	6,15	6,80	6,10

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.5, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma del kumis enriquecido con leche de soya, extraído de la tabla 4.16.

Figura 4.5

Valores promedios para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.5, se puede observar que las tres muestras de mayor agrado por los jueces de acuerdo a la evaluación sensorial realizada con las muestras; KSO7 (6.80); KSO5 (6.65) y KSO3 (6.40); en comparación a las muestras; KSO1 (5.85); KSO2 (6.25); KSO4 (6.40); KSO6 (6.15) y KSO8 (6.10), las cuales tienen menor puntaje en escala hedónica.

4.5.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

La tabla 4.17, muestra el análisis de varianza para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.10).

Tabla 4.17
Análisis de varianza para el atributo sabor del kumis enriquecido con leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Muestras(A)	13,57	7	1,94	0,20	2,54
Jueces (B)	50,52	19	2,66	0,27	2,0768
Error (E)	185,68	133	9,77	-	-
Total	249,78	159		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.17, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0.20 < 2.54$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomo en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO7 (6.80), como la mejor opción.

4.5.3. ANÁLISIS SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo consistencia en escala hedónica se muestra en la tabla 4.18, datos recopilados del (Anexo C, tabla C.11).

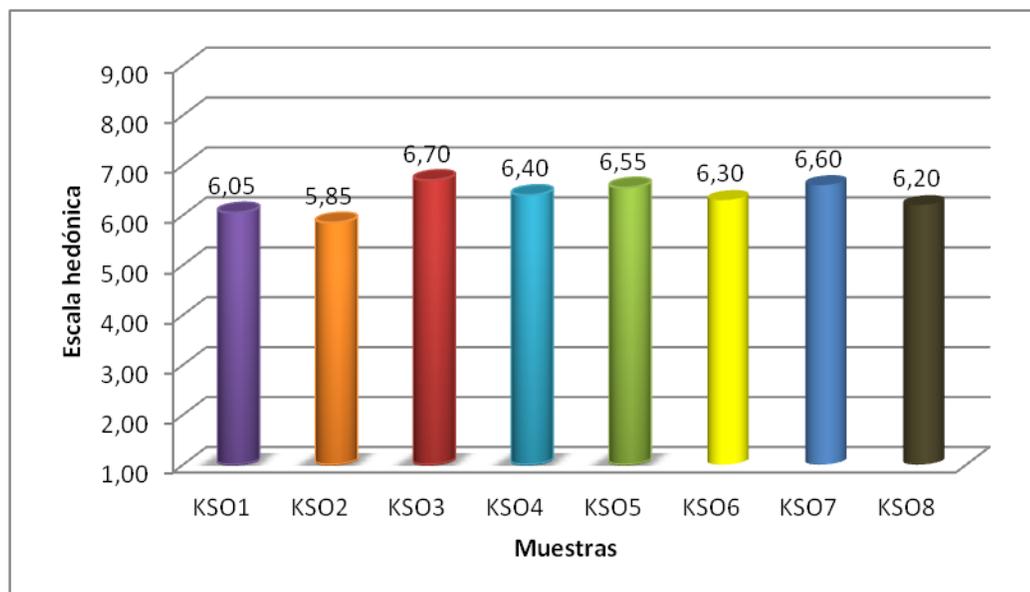
Tabla 4.18
Valores promedios para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya

JUECES	NUESTRAS							
	KSO1	KSO2	KSO3	KSO4	KSO5	KSO6	KSO7	KSO8
1	5	5	6	6	7	7	6	5
2	4	4	5	6	4	4	5	5
3	5	6	6	6	8	6	6	6
4	8	7	7	7	6	6	6	7
5	7	7	7	8	8	8	7	6
6	6	6	8	6	7	7	6	6
7	8	9	9	8	9	8	9	8
8	5	5	6	7	7	8	8	8
9	7	6	6	6	4	4	5	4
10	7	6	6	6	3	4	4	4
11	7	6	8	7	9	8	7	8
12	5	5	7	8	9	8	7	7
13	3	3	5	5	7	7	8	7
14	5	3	5	3	7	7	8	5
15	6	5	6	5	7	7	8	8
16	7	8	9	7	5	5	6	7
17	4	6	8	6	5	5	5	7
18	6	5	7	7	6	6	7	6
19	8	8	7	7	8	6	7	5
20	8	7	6	7	5	5	7	5
\bar{x}	6,05	5,85	6,70	6,40	6,55	6,30	6,60	6,20

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.6, muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya, extraído de la tabla 4.18.

Figura 4.6
Valores promedios para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.6, se puede observar que las tres muestras de mayor agrado por los jueces de acuerdo a la evaluación sensorial realizada con las muestras; KSO3 (6.70); KSO7 (6.60) y KSO5 (6.55); en comparación a las muestras; KSO1 (6.05); KSO2 (5.85); KSO4 (6.40); KSO6 (6.30) y KSO8 (6.20), las cuales tienen menor puntaje en escala hedónica.

4.5.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

La tabla 4.19, muestra el análisis de varianza para el atributo consistencia del kumis enriquecido con leche de soya, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.12).

Tabla 4.19
Análisis de varianza para el atributo consistencia del kumis enriquecido con
leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Muestras (A)	11,79	7	1,68	0,18	2,54
Jueces (B)	130,07	19	6,85	0,74	2,077
Error (E)	175,58	133	9,24	-	-
Total	317,44	159		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.19, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0.18 < 2.54$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO3 (6.70), como la mejor opción.

En base a la evaluación sensorial realizada se determinó que la muestra KSO5 es la que tiene mayor puntaje para el atributo aroma (6.60); mientras que la muestra KSO7 tiene mayor puntaje en el atributo sabor (6.80); y que la muestra KSO3 tiene mayor puntaje en el atributo consistencia (6.70). Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para los cual se acepta la hipótesis planteada para un $p < 0.05$.

4.6. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para determinar la muestra final se procedió a elaborar nuevamente las muestras (KSO5, KSO7, KSO3) del kumis enriquecido con leche de soya, debido que estas muestras fueron las de mayor puntaje y no se encontró diferencias significativas entre las muestras para los atributos aroma, sabor y consistencia.

En tal sentido en el cuadro 4.2, se puede observar la nueva variación en la composición (leche de soya, tiempo, y cultivo lácteo) de las muestras de kumis enriquecido con leche de soya a ser evaluadas para determinar la muestra final.

Cuadro 4.2
Variación en las muestras del kumis enriquecido con leche de soya

Muestras	Leche de soya (%)	Cultivo lácteo (%)	Tiempo (hrs)	Leche de vaca (%)	Azúcar (%)	Leche en polvo (%)
KSO1	15	4	6	85	9	15
KSO2	15	6	5	85	9	15
KSO3	15	6	6	85	9	15

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se realizó una evaluación sensorial de las muestras, las cuales fueron evaluadas por 20 jueces no entrenados para los atributos aroma sabor y consistencia en escala hedónica (Anexo B).

4.6.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.20 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial, recopilados del (Anexo C, tabla C.13), del atributo aroma para determinar la muestra final.

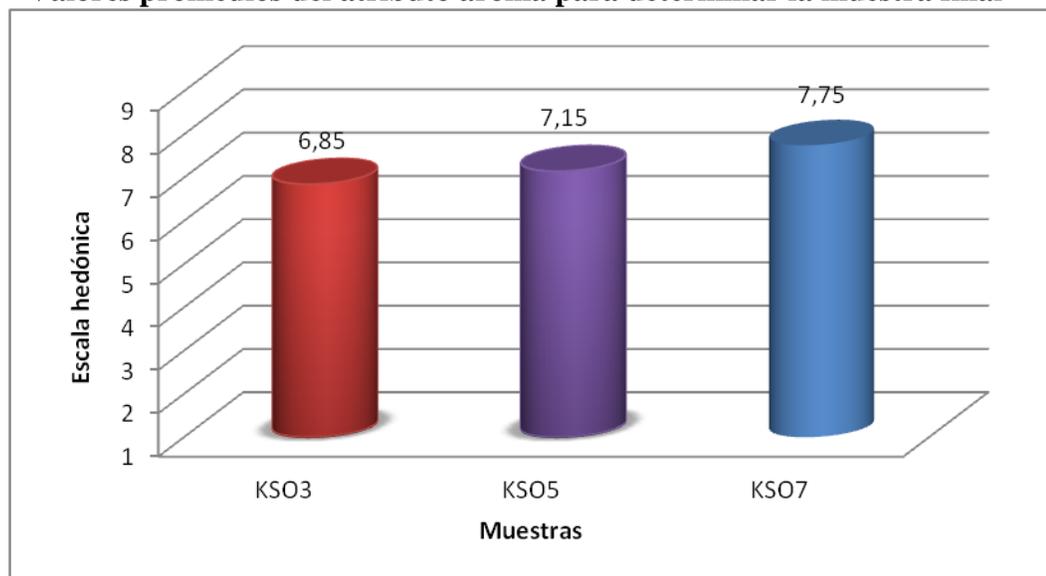
Tabla 4.20
Valores promedios del atributo aroma para determinar la muestra final

JUECES	Tratamientos		
	KSO3	KSO5	KSO7
1	7	8	8
2	7	7	6
3	6	7	8
4	6	6	7
5	9	6	9
6	8	8	8
7	6	6	7
8	9	7	8
9	6	8	8
10	6	8	8
11	7	8	7
12	8	7	9
13	6	6	8
14	7	8	7
15	6	7	8
16	6	8	7
17	6	7	8
18	7	7	9
19	7	6	8
20	7	8	7
\bar{x}	6,85	7,15	7,75

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.7, muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la muestra final, extraídos de la tabla 4.20.

Figura 4.7
Valores promedios del atributo aroma para determinar la muestra final



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 4.7, se observa que la muestra de mayor aceptación por los jueces es la muestra: KSO7 (7.75), en comparación con las muestras KSO3 (6.85) y KSO5 (7.15), la cual tiene un menor puntaje en escala hedónica.

4.6.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.21, muestra el análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.14).

Tabla 4.21
Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Muestras	8,40	2	4,20	2,96	3,24
Jueces	15,92	19	0,84	0,59	1,86
Error	26,93	38	1,42	-	-
Total	51,25	59	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.21, $F_{cal} < F_{tab}$ ($2.96 < 3.24$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO7 (7.75), como la mejor opción para la muestra final.

4.6.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.22 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial, recopilados del (Anexo C, tabla C.15), del atributo sabor para determinar la muestra final.

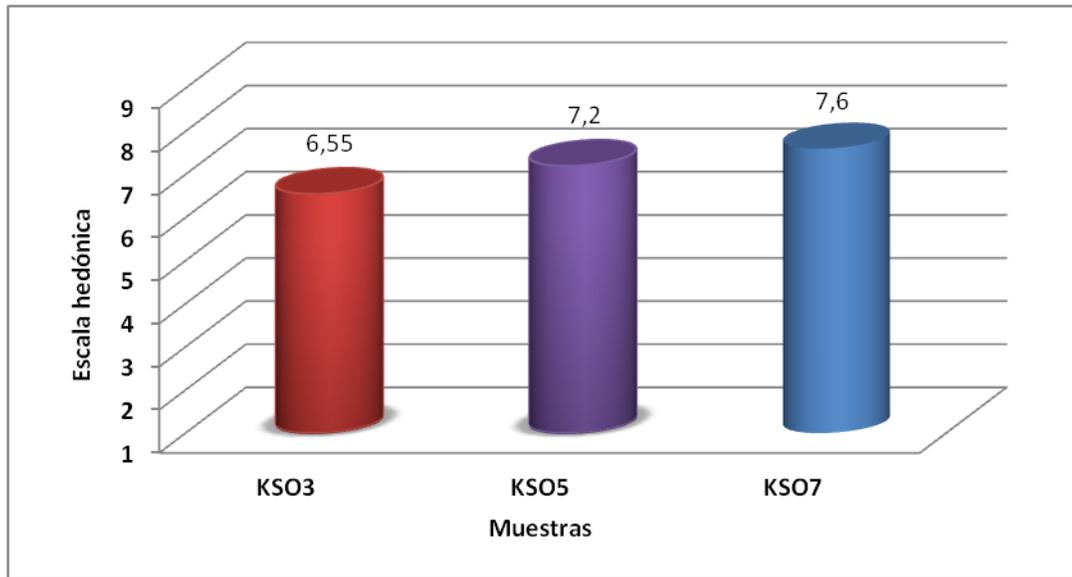
Tabla 4.22
Valores promedios del atributo sabor para determinar la muestra final

Jueces	Tratamientos		
	KSO3	KSO5	KSO7
1	6	9	8
2	7	6	7
3	7	7	9
4	5	7	6
5	6	8	8
6	6	6	8
7	7	8	8
8	6	7	7
9	8	8	9
10	6	7	7
11	6	7	6
12	5	6	7
13	9	8	7
14	7	7	9
15	7	8	8
16	9	5	8
17	5	6	8
18	6	8	7
19	6	9	7
20	7	7	8
\bar{x}	6,55	7,2	7,6

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.8, muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la muestra final, extraídos de la tabla 4.20.

Figura 4.8
Valores promedios del atributo sabor para determinar la muestra final



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 4.8, se observa que la muestra de mayor aceptación por los jueces es la muestra: KSO7 (7.6), en comparación con las muestras KSO3 (6.55) y KSO5 (7.2), la cual tiene un menor puntaje en escala hedónica.

4.6.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.23, muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.16).

Tabla 4.23
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Muestras	11,23	2	5,62	3,01	3,24
Jueces	25,52	19	1,34	0,72	1,86
Error	35,43	38	1,86	-	-
Total	72,18	59		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.21, $F_{cal} < F_{tab}$ ($3.01 < 3.24$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomo en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO7 (7.6), como la mejor opción para la muestra final.

4.6.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.24 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial, recopilados del (Anexo C, tabla C.17), del atributo consistencia para determinar la muestra final.

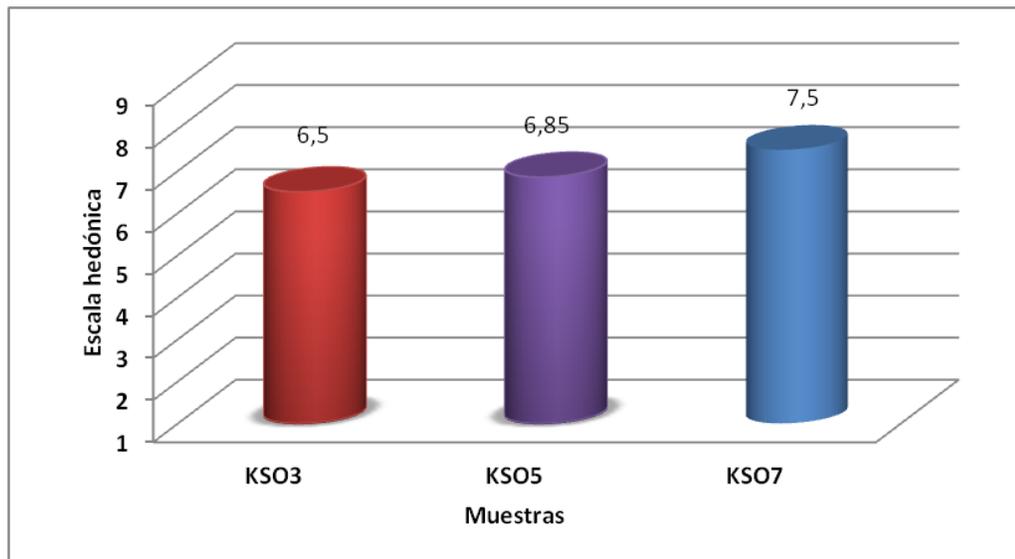
Tabla 4.24
Valores promedios del atributo consistencia para determinar la muestra final

JUECES	Tratamientos		
	KSO3	KSO5	KSO7
1	6	8	8
2	6	7	6
3	6	8	9
4	6	7	7
5	9	7	7
6	7	6	7
7	6	7	8
8	7	7	9
9	6	6	6
10	9	5	6
11	6	5	7
12	7	8	8
13	5	6	8
14	7	8	7
15	8	7	7
16	6	6	8
17	5	8	8
18	7	7	8
19	5	6	8
20	6	8	8
\bar{x}	6,5	6,85	7,5

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.9, muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la muestra final, extraídos de la tabla 4.22

Figura 4.9
Valores promedios del atributo consistencia para determinar la muestra final



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 4.9, se observa que la muestra de mayor aceptación por los jueces es la muestra: KSO7 (7.5), en comparación con las muestras KSO3 (6.5) y KSO5 (6.85), la cual tiene un menor puntaje en escala hedónica.

4.6.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.25, muestra el análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final, en base a los resultados (Anexo C, tabla C.18).

Tabla 4.25
Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Muestras	10,30	2	5,15	2,42	3,24
Jueces	18,18	19	0,96	0,45	1,86
Error	40,37	38	2,12	-	-
Total	68,85	59		-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.25, $F_{cal} < F_{tab}$ ($2.42 < 3.24$) para los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$ es decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestra y por ende cualquier muestra elegida al azar es tomada en cuenta. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces es decir la muestra KSO7 (7.5), como la mejor opción para la muestra final.

En base a la evaluación sensorial realizada se determinó que la muestra KSO7 es la que tiene mayor puntaje para el atributo: aroma (7.75), sabor (7.6) y consistencia (7.5) mientras que las muestras KSO3 tuvieron un puntaje menor en el atributo aroma (6.85), sabor (6.55) y consistencia (6.5); y la muestra KSO7 con un puntaje menor en el atributo aroma (7.15), sabor (7.2) y consistencia (6.85) respectivamente. Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0.05$.

La composición porcentual de la formulación del kumis enriquecido con leche de soya es:

- Leche de soya 15%
- Cultivo lácteo 4%
- Tiempo 6 horas

4.7. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Para valorar el producto terminado se procedió a evaluar la muestra de kumis enriquecido con leche de soya, por 20 jueces no entrenados en cuanto se refiere a los atributos aroma, sabor, consistencia y acidez en base a la escala hedónica (Anexo B).

La tabla 4.26, muestra los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial, recopilados de (Anexo C, tabla C.19), para los atributos aroma, sabor, consistencia y acidez del kumis enriquecido con leche de soya en base a la escala hedónica.

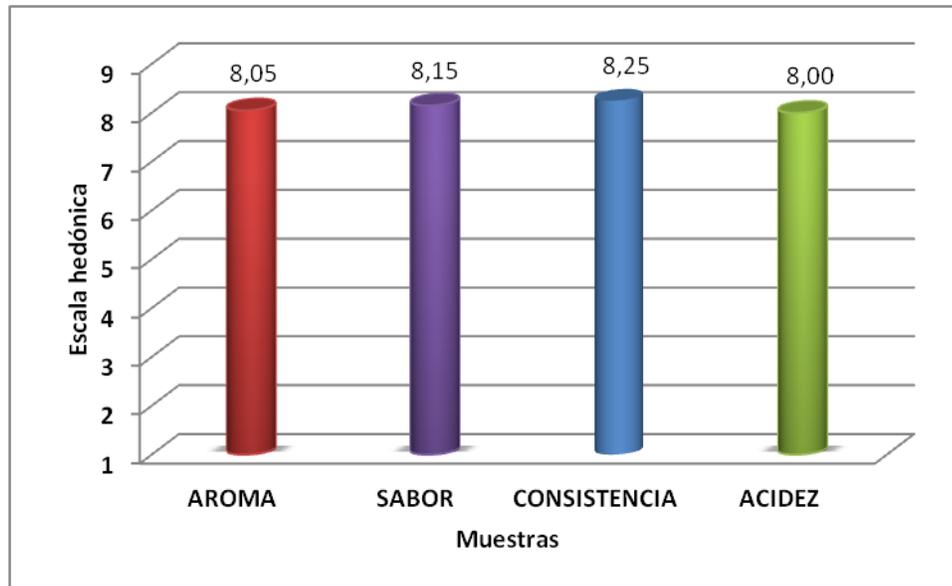
Tabla 4.26
Valores de los atributos sensoriales del producto terminado
Kumis enriquecido con leche de soya

JUECES	Tratamientos			
	AROMA	SABOR	CONSISTENCIA	ACIDEZ
1	8	9	8	8
2	8	8	9	9
3	8	8	8	8
4	8	8	9	9
5	8	8	8	8
6	8	9	8	8
7	9	8	8	7
8	9	7	8	8
9	8	8	8	9
10	8	8	8	8
11	9	8	9	8
12	8	9	8	8
13	7	8	9	8
14	8	9	8	6
15	8	7	8	8
16	8	8	8	8
17	8	8	8	8
18	8	8	9	8
19	7	9	8	8
20	8	8	8	8
\bar{x}	8,05	8,15	8,25	8

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.10, muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial de los atributos sensoriales del kumis enriquecido con leche de soya extraídos de la tabla 4.24.

Figura 4.10
Valores promedios de los atributos sensoriales del producto terminado
Kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 4.10, se observa que los atributos de mayor agrado por los jueces son; consistencia (8.25) y sabor (8.15), y el que tiene menor puntaje es aroma (8.05) y acidez (8.00), los cuales tienen un menor puntaje en la escala hedónica. Por los tanto, el producto presenta una características aceptables.

4.7.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL

La tabla 4.27, muestra el análisis de varianza de los atributos sensoriales del kumis enriquecido con leche de soya, en base a los resultados extraídos (Anexo C, tabla C.20).

Tabla 4.27
Análisis de varianza para los atributos sensoriales del producto terminado
kumis enriquecido con leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Muestras	0,738	3	0,246	0,239	3,130
Jueces	3,738	19	0,197	0,192	2,766
Error	19,512	57	1,027	-	-
Total	23,988	79	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.27, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,239 < 3,130$) para los atributos, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0,05$ y se puede decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las muestras y por ende cualquiera de los atributos puede ser elegida al azar.

En base a la evaluación sensorial realizada se determinó que los atributos: consistencia (8.25) y sabor (8.15), son los que tienen mayor puntaje; en comparación con los atributos aroma (8.05) y acidez (8.00), los cuales tienen un menor puntaje en la escala hedónica. Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por lo cual se acepta la hipótesis planteada para una $p < 0,05$.

Por lo tanto, el producto terminado tiene una buena aceptación organoléptica en cuanto se refiere a los atributos evaluados por los jueces.

4.8. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LAS VARIABLES EN LA ETAPA DE FERMENTACIÓN DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para determinar las variables (leche de soya, tiempo y cultivo lácteo) en el proceso de fermentación, se procedió a realizar el diseño factorial (tabla 3.12) con los niveles de variación (tabla 3.11), donde la variable respuesta fue la acidez, los resultados se muestran en la tabla 4.28 fueron extraídos del (Anexo D, tabla.5)

Tabla 4.28
Acidez del kumis enriquecido con leche de soya

combinación de tratamientos	Factor			Réplicas		Total Y_i
	leche de soya	tiempo	cultivo lácteo	I	II	
1	15	5	4	67	63	130
a	20	5	4	64	62	126
b	15	6	4	62	65	127
ab	20	6	4	67	64	131
c	15	5	6	66	65	131
ac	20	5	6	65	70	135
bc	15	6	6	70	66	136
abc	20	6	6	71	75	146
total Y_j				532	530	1062

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

A= cantidad de leche de soya

B= tiempo

C= cultivo lácteo

AB= interacción (leche de soya – tiempo)

AC= interacción (leche de soya – cultivo lácteo)

BC= interacción (tiempo – cultivo lácteo)

ABC = interacción (leche de soya – tiempo – cultivo lácteo)

La tabla 4.29, muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza (anexo D, tabla D.6) de los valores de la variable respuesta (acidez) para un diseño factorial 2^3 , en base a los resultados de la tabla 4.28

Tabla 4.29
Análisis de varianza para las variables del kumis enriquecido con leche de soya

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F cal	F tab
Factor A	0,766	1	0,766	0,076	4,41
Factor B	1,266	1	1,266	0,126	4,41
Factor C	4,516	1	4,516	0,449	4,41
Factor AB	0,766	1	0,766	0,076	4,41
Factor AC	0,766	1	0,766	0,076	4,41
Factor BC	0,766	1	0,766	0,076	4,41
Factor ABC	0,016	1	0,016	0,002	4,41
Error	180,891	18	10,049		
Total	189,75	11			

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.29, los factores de cantidad de leche de soya (A), tiempo (B), cultivo lácteo (C) y las interacciones: (AB) leche de soya – tiempo, (AC) leche de soya – cultivo lácteo, (BC) tiempo – cultivo lácteo y (ABC) leche de soya – tiempo – cultivo lácteo, no son significativos en el proceso de fermentación para un $p < 0.05$.

En base al análisis estadístico realizado por el diseño 2^3 , se puede decir que ningún factor tomado en cuenta incide directamente en la etapa de fermentación del kumis fortificado con leche de soya.

4.9. CONTROL DE ACIDEZ EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Una vez obtenidas las variables en la etapa de fermentación (leche de vaca, leche de soya y cultivo lácteo), se procedió a controlar la acidez en intervalos de 30 minutos

manteniendo una temperatura constante hasta alcanzar el tiempo de 6 horas, con la finalidad de establecer el porcentaje de acidez durante la fermentación del proceso de elaboración de kumis enriquecido con leche de soya.

La tabla 4.30 muestra los resultados obtenidos de los valores de acidez realizados cada media hora durante la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya con la finalidad de determinar la acidez del corte de kumis.

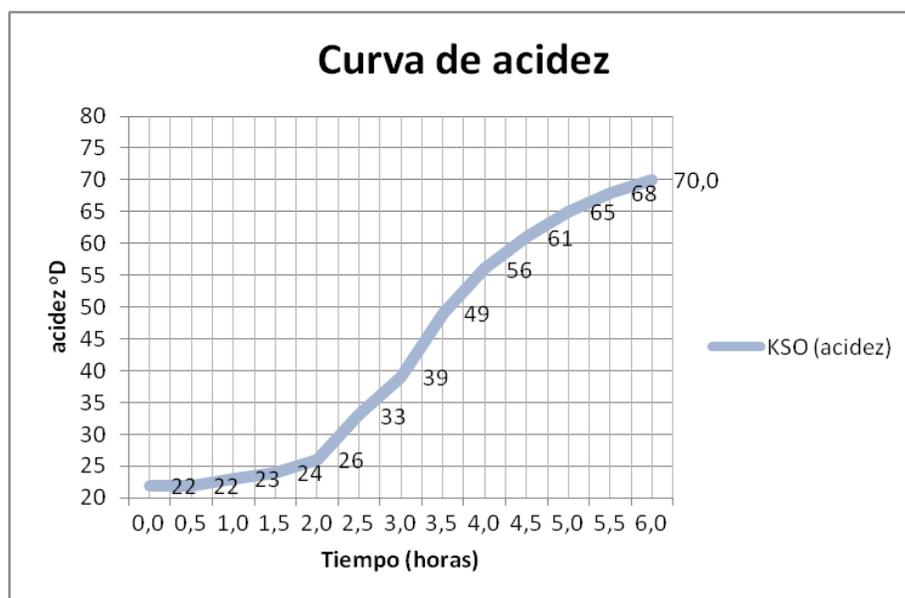
Tabla 4.30
Variación de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya en la etapa de fermentación

muestra	tiempo (horas)													
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
KSO (acidez)	22	22	23	24	26	33	39	49	56	61	65	68	70	

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.11, detalla de forma gráfica, los valores obtenidos de la acidez (tabla 4.28), realizados cada media hora durante la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 4.11
Variación de la acidez del kumis enriquecido con leche de soya en la etapa de fermentación



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 4.11, las muestra analizada KSO, alcanzan una acidez optima de 70 °Dornic así mismo se puede notar que a medida que se alarga el tiempo de fermentación la acidez sube.

4.10. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para la caracterización del producto terminado, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

4.10.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.31, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado al kumis enriquecido con leche de soya (Anexo A), llevados a cabo en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.31
Resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (acido láctico)	%	0.81
Calcio	Mg/100g	99.00
ceniza	%	0.84
Fibra	%	3.37
Grasa	%	2.08
Hidratos de carbono	%	11.06
humedad	%	78.39
Proteína total (Nx6,38)	%	3.37
Valor energético	Kcal/100g	80

Fuente: CEANID, 2018

4.10.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.32, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado al kumis enriquecido con leche de soya (Anexo A), llevado a cabo en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.32
Análisis microbiológico del producto terminado kumis enriquecido con leche de soya

Parámetros	Unidades	Resultados
Bacterias aerobias mesófitas	UFC/g	1.2×10^2
Coliformes totales	UFC/g	$<1.0 \times 10^1$
mohos y levadura	UFC/g	$<1.0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2018

4.11. TABLA COMPARATIVA DE LA INFORMACIÓN NUTRICIONAL ENTRE EL PRODUCTO TERMINADO Y EL KUMIS DE LA MUESTRA PATRÓN

Como se puede observar en la tabla 4.33 muestra la información nutricional del producto terminado:

Tabla 4.33
Información nutricional del kumis fortificado con leche de soya

	Cantidad por porción		
	100 ml	250 ml	% valor diario 250ml
Energía (Kcal)	80	200	10%
Proteína (g)	3.37	8.42	17%
Grasa (g)	2.08	5.22	26%
Hidratos de carbono (g)	11.06	27.65	10%
calcio mg)	99	247.5	25%
fibra (g)	3.37	8.42	34%

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.34 se puede observar la información nutricional de la muestra patrón:

Tabla 4.34
Información nutricional de la muestra patrón

Cantidad por porción		
	250 ml	% Valor diario
Energia (Kcal)	207	10%
Proteina (g)	8	19%
Grasa (g)	8	10%
Hidratos de carbono (g)	31	10%
Calcio (mg)	205	16%
Hierro (mg)	1	7%
Fosforo (mg)	189	-
Vitamina A (mcg)	12	30%
Vitamina D (mcg)	0.4	9%
Vitamina E (mg)	0.2	1%

Fuente: Lacteosbol,2018

4.12. CONTROL DE ACIDEZ DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA DURANTE EL ALMACENAMIENTO SIN CONSERVANTE

Se procedió a realizar el control de acidez del kumis enriquecido con leche de soya durante su almacenamiento en condiciones de refrigeración (4°C), con la finalidad de verificar si el producto mantiene las condiciones de acidez inicial (71°D), así también sus características organolépticas, como ser: aroma y sabor.

En la tabla 4.35 muestra los valores de la variación de acidez en función del tiempo de almacenamiento del kumis enriquecido con leche de soya.

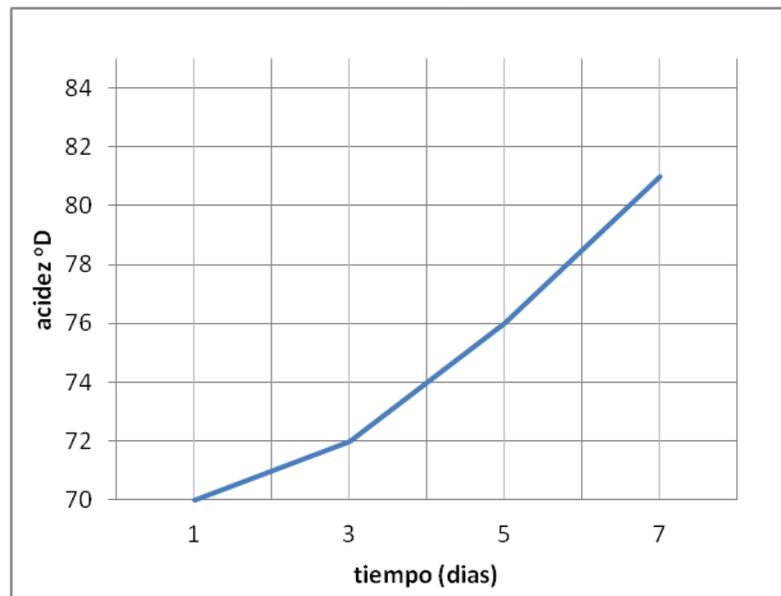
Tabla 4.35
Valores de acidez del kumis enriquecido con leche de soya

muestra	tiempo (días)			
	1	3	5	7
KELS (acidez)	70	72	76	81

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.12, detalla de forma gráfica, los valores obtenidos de la acidez (tabla 4.31), realizados cada 2 días durante la etapa de almacenamiento del kumis enriquecido con leche de soya.

Figura 4.12
Control de acidez en la etapa de almacenamiento del kumis enriquecido con leche de soya



Fuente: Elaboración Propia

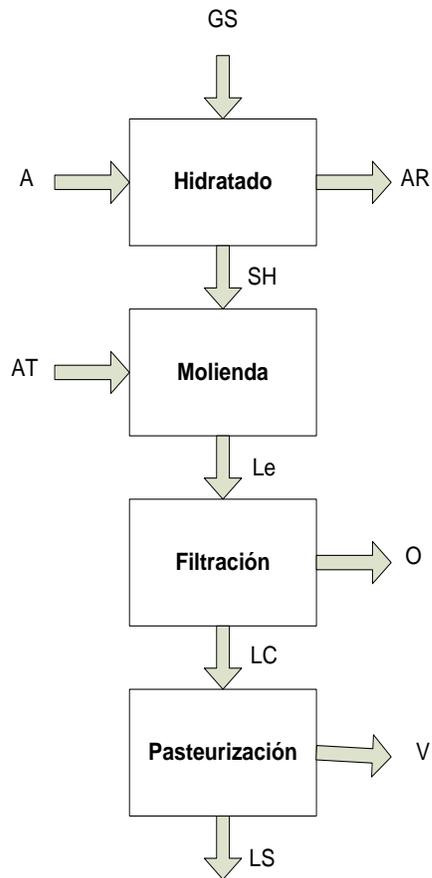
Como se puede observar en la figura 4.12, el valor de la acidez en el kumis enriquecido con leche de soya durante el almacenamiento comienza a variar desde el 4^{to} día (acidez) hasta el día 7^{mo} (acidez).

En cuanto a las propiedades organolépticas del kumis enriquecido con leche de soya se pudo observar que a partir del 6^{to} día se percibe un sabor y olor diferente.

4.13. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA LECHE DE SOYA

En la figura 4.13 muestra el diagrama de bloques el cual se tomó en cuenta para realizar el balance de materia de la leche de soya en una base de cálculo de 130 g de grano de soya deshidratado:

Figura 4.13
Diagrama de bloque en la elaboración de leche de soya



Donde:

GS= grano de soya (g)

A= agua (g)

AR= agua residual (g)

SH= soya hidratada (g)

AT= agua tratada (g)

Le= lechada (g)

O= Torta de soya (g)

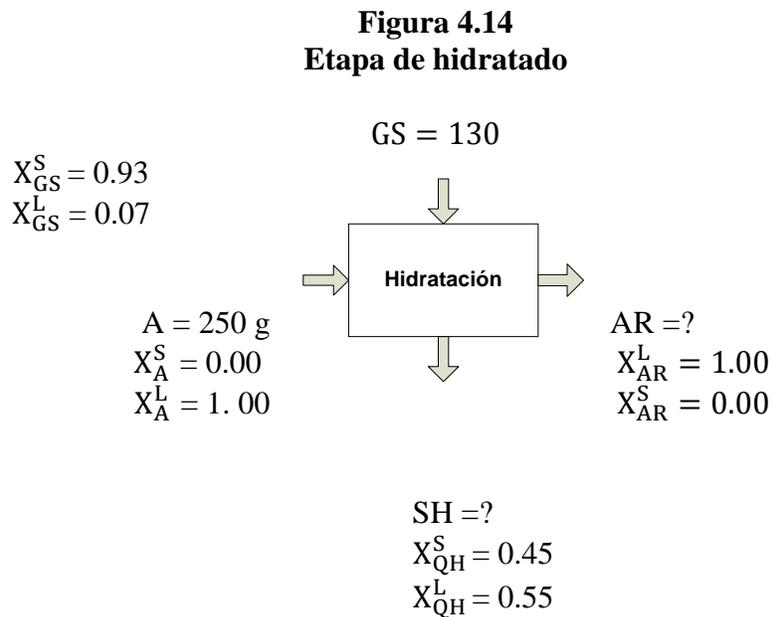
LC= leche cruda (g)

V= vapor (g)

LS= leche de soya (g)

4.13.1. BALANCE GENERAL DE MATERIA EN EL PROCESO DE HIDRATACIÓN DEL GRANO DE SOYA

La figura 4.14, muestra la etapa de hidratación del grano de soya para el inicio de obtención de leche de soya.



Donde:

L= liquido

S = sólidos

Balance general de materia en la etapa de hidratación

$$GS + A = AR + SH \quad (\text{Ecuación: 4.1})$$

Balance parcial de materia en sólidos en la etapa de hidratación

$$GS * X_{GS}^S + A * X_A^S = AR * X_{AR}^S + SH * X_{SH}^S \quad (\text{Ecuación: 4.2})$$

$$GS * X_{GS}^S = SH * X_{SH}^S$$

$$SH = \frac{SG * X_{SG}^S}{X_{SH}^S} \quad (\text{Ecuación (4.3)})$$

$$SH = \frac{130 \text{ g} * 0.93}{0.45}$$

SH = 269 g de soya hidratada

Entonces:

$$GS + A = AR + SH$$

$$AR = GS + A - SH \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

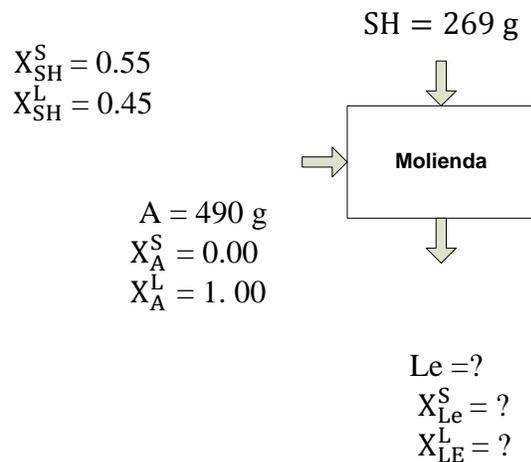
$$AR = 130 \text{ g} + 250 \text{ g} - 269 \text{ g}$$

AR = 111 g de agua residual

4.13.2. BALANCE DE MATERIAL EN LA ETAPA DE MOLIENDA

La figura 4.15, muestra la etapa de molienda del grano de soya para la obtención de leche de soya.

Figura 4.15
Etapa de molienda



Balance general de materia en la etapa de molienda

$$SH + A = Le \quad (\text{Ecuación 4.5})$$

$$Le = 269 \text{ g} + 490 \text{ g}$$

Le = 759 g de lechada de soya

Balance de materia en sólidos en la etapa de molienda

$$SH * X_{SH}^S + A * X_A^S = Le * X_{Le}^S \quad (\text{Ecuación 4.6})$$

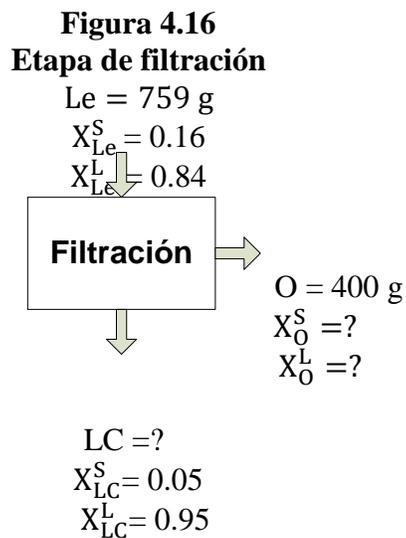
$$X_{Le}^S = \frac{SH * X_{SH}^S}{Le} \quad (\text{Ecuación 4.7})$$

$$X_{Le}^S = \frac{269 \text{ g} * (0.45)}{759 \text{ g}}$$

$X_{Le}^S = 0.16$ de sólidos en la lechada de soya

4.13.3. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE FILTRACIÓN

La figura 4.16, muestra la etapa de filtración de la lechada para realizar el balance de materia.



Balance general de materia en la etapa de filtración de la leche de soya

$$Le = O + LC \quad (\text{Ecuación 4.8})$$

$$LC = Le - O \quad (\text{Ecuación 4.9})$$

$$LC = 759 \text{ g} - 400 \text{ g}$$

LC = 359 g de leche de soya cruda

Balance parcial de materia en sólidos en la etapa de filtración

$$Le * X_{Le}^S = O * X_O^S + LC * X_{LC}^S \quad (\text{Ecuación 4.10})$$

$$X_O^S = \frac{Le * X_{Le}^S - LC * X_{LC}^S}{O} \quad (\text{Ecuación 4.11})$$

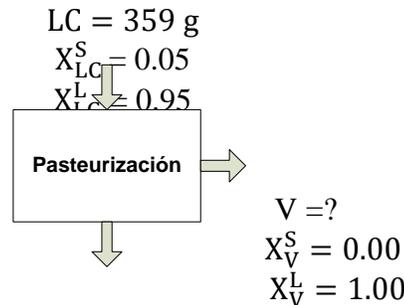
$$X_O^S = \frac{759 \text{ g} * (0.16) - 359 \text{ g} * (0.05)}{400}$$

$X_O^S = 0.26$ de sólidos en los residuos de soya

4.13.4. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

La figura 4.17, muestra la etapa de pasteurización de la leche cruda para realizar el balance de materia.

Figura 4.17
Etapa de pasteurización



Balance general de materia en la etapa de pasteurización de la leche de soya

$$LC = V + LS \quad (\text{Ecuación 4.12})$$

Balance parcial de materia en sólidos en la etapa de pasteurización de la leche de soya

$$LC * X_{LC}^S = V * X_V^S + LS * X_{LS}^S \quad (\text{Ecuación 4.13})$$

$$LS = \frac{LC * X_{LC}^S - V * X_V^S}{X_{LS}^S} \quad (\text{Ecuación 4.14})$$

$$LS = \frac{359 \text{ g} \cdot (0.05)}{0.06}$$

LS = 299.17 g de leche de soya

Entonces: $V = LC - LS$ (Ecuación 4.15)

$$V = 359 \text{ g} - 299.17 \text{ g}$$

V = 59.83 g de vapor

4.13.5. RENDIMIENTO DEL PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE LA LECHE DE SOYA

$$R = \frac{\text{leche de soya pasteurizada}}{\text{leche de soya cruda}} * 100\% \quad (\text{Ecuación 4.16})$$

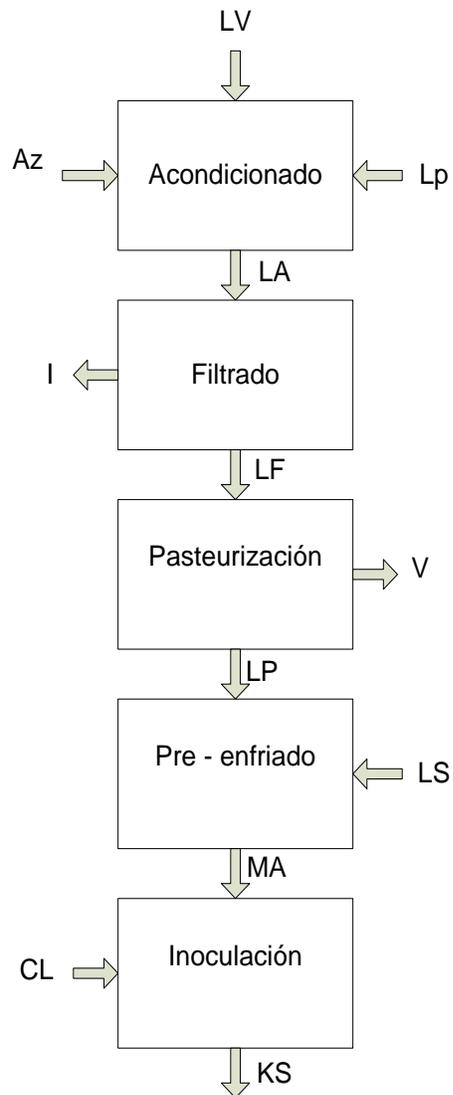
$$R = \frac{299.17 \text{ g}}{359 \text{ g}} * 100\%$$

R = 83% de rendimiento del proceso para la obtención de leche de soya

4.14. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

El balance de materia se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques para el proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya presentado en la figura 4.18, en base de cálculo de 1 litro de mezcla base.

Figura 4.18
Proceso de elaboración del kumis enriquecido con leche de soya



Donde:

LV = leche de vaca (g)

Az = azúcar (g)

Lp = leche en polvo (g)

LA = leche acondicionada (g)

I = impurezas (g)

LF = leche filtrada (g)

V = vapor (g)

LP = leche pasteurizada (g)

LS = leche de soya (g)

MA = mezcla atemperada (g)

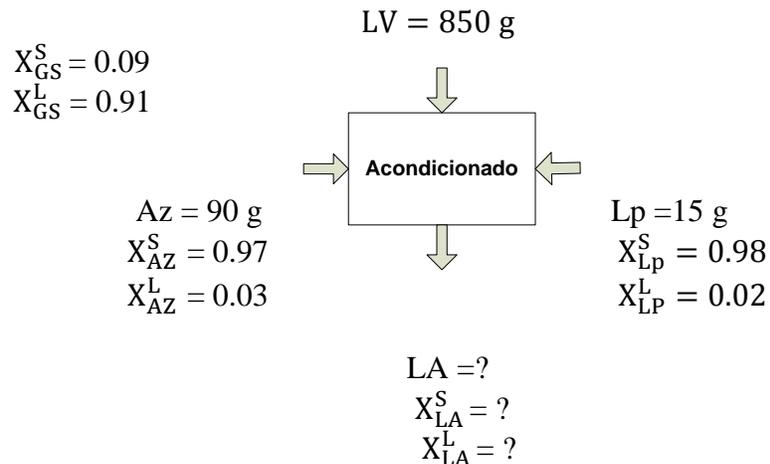
CL = cultivo lácteo (g)

KS = kumis fortificado con leche de soya (g)

4.14.1.- BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO

La figura 4.19, muestra la etapa de acondicionamiento para la obtención de kumis enriquecido con leche de soya y realizar el balance de materia.

Figura 4.19
Etapa de acondicionamiento



Donde:

L= agua

S= solidos

Balance general de materia en la etapa de acondicionamiento

$$LV + AZ + Lp = LA \quad (\text{Ecuación 4.17})$$

$$LA = 850 \text{ g} + 90 \text{ g} + 15 \text{ g}$$

LA = 955 g de leche acondicionada

Balance parcial de materia en sólidos en la etapa de acondicionamiento

$$LV * X_{LV}^S + AZ * X_{AZ}^S + Lp * X_{Lp}^S = LA * X_{LA}^S \quad (\text{Ecuación 4.18})$$

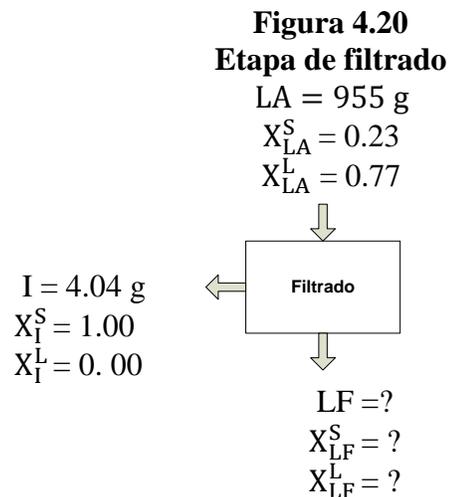
$$X_{LA}^S = \frac{LV * X_{LV}^S + AZ * X_{AZ}^S + LP * X_{LP}^S}{LA} \quad (\text{Ecuación 4.19})$$

$$X_{LA}^S = \frac{850 \text{ g} * (0.09) + 90 \text{ g} * (0.97) + 15 \text{ g} * (0.98)}{955 \text{ g}}$$

$X_{LA}^S = 0.19$ En sólidos en la etapa de acondicionado

4.14.2.- BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE FILTRACIÓN

La figura 4.20, muestra la etapa de filtración para la obtención de kumis enriquecido con leche de soya y realizar el balance de materia.



Balance general de material en la etapa de filtrado

$$LA = I - LF \quad (\text{Ecuación 4.20})$$

$$LF = LA - I \quad (\text{Ecuación 4.21})$$

$$LF = 955 - 4.04$$

LF = 950.96 g de leche filtrada

Balance de materia de líquido en la etapa de filtrado

$$LA * X_{LA}^L = I * X_I^L + LF * X_{LF}^L \quad (\text{Ecuación 4.22})$$

$$X_{LF}^L = \frac{LA * X_{LA}^L}{LF} \quad (\text{Ecuación 4.23})$$

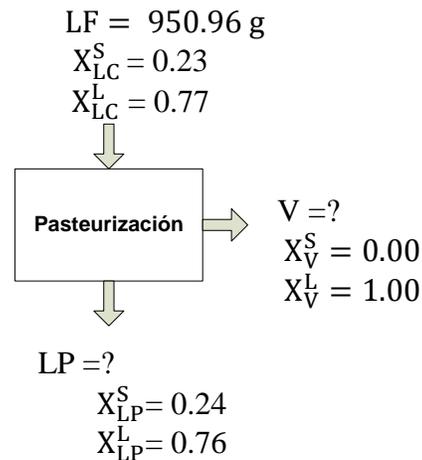
$$X_{LF}^L = \frac{955 \text{ g} * (0.77)}{950.96 \text{ g}}$$

$X_{LF}^L = 0.77$ de líquido en la etapa de filtrado

4.14.3.- BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

La figura 4.21, muestra la etapa de pasteurización para la obtención de kumis enriquecido con leche de soya y realizar el balance de materia.

Figura 4.21
Etapa de pasteurización



Balance general de material en la etapa de pasteurización

$$LF = V + LP \quad (\text{Ecuación 4.24})$$

Balance parcial de materia de sólidos en la etapa de pasteurización

$$LF * X_{LF}^S = V * X_V^S + LP * X_{LP}^S \quad (\text{Ecuación 4.25})$$

$$LP = \frac{LF * X_{LF}^S}{X_{LP}^S} \quad (\text{Ecuación 4.26})$$

$$LP = \frac{950.96 \text{ g} * (0.23)}{0.24}$$

LP= 911.34 g de leche pasteurizada

Entonces: $V = LF - LP$ (ecuación 4.27)

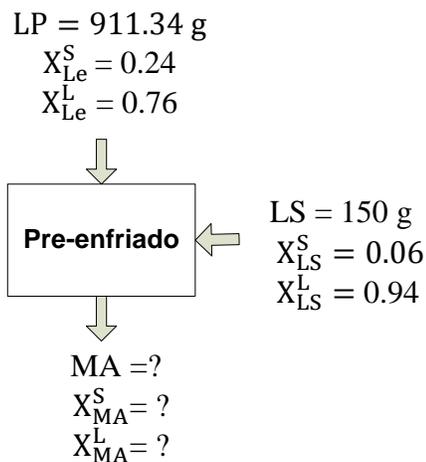
$$V = 950.96 - 911.34$$

V= 39.62 g de vapor de agua

4.14.4.- BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PRE-ENFRIADO

La figura 4.22, muestra la etapa de pre-enfriado para la obtención de kumis enriquecido con leche de soya y realizar el balance de materia.

Figura 4.22
Etapa de pre-enfriado



Balance general de materia en la etapa de pre-enfriado

$$LP + LS = MA \quad (\text{Ecuación 4.28})$$

$$MA = 911.34 \text{ g} + 150 \text{ g}$$

MA = 1061.34 g de leche pre-enfriada

Balance parcial de materia de sólidos en la etapa de pre-enfriado

$$LP * X_{LP}^S + LS * X_{LS}^S = MA * X_{MA}^S \quad (\text{Ecuación 4.29})$$

$$X_{MA}^S = \frac{LP * X_{LP}^S + LS * X_{LS}^S}{MA} \quad (\text{Ecuación 4.30})$$

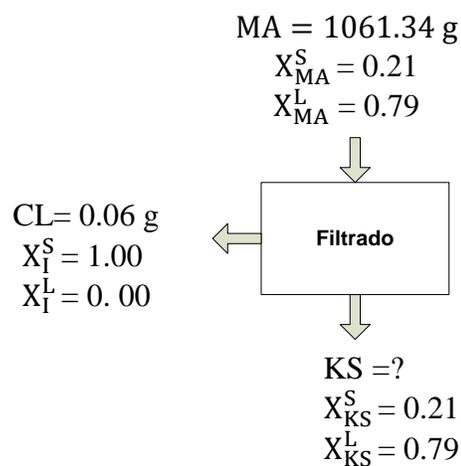
$$X_{MA}^S = \frac{911.34 \text{ g} * (0.24) + 150 \text{ g} * (0.06)}{1061.34 \text{ g}}$$

$X_{MA}^S = 0.21$ de sólidos en la etapa de pre-enfriado

4.14.5.- BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE INOCULACIÓN

La figura 4.23, muestra la etapa de inoculación para la obtención de kumis enriquecido con leche de soya y realizar el balance de materia.

Figura 4.23
Etapa de inoculación



Balance general de material en la etapa de inoculación

$$MA + CL = KS \quad (\text{Ecuación 4.31})$$

$$KS = 1061.34 \text{ g} + 0.06 \text{ g}$$

KS = 1061.4 g de kumis enriquecido con leche de soya

4.14.6.- RENDIMIENTO DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

$$R = \frac{\text{leche pre-enfriada}}{\text{kumis soya}} * 100\% \quad (\text{ecuación 4.32})$$

$$R = \frac{1061.34 \text{ g}}{1061.4 \text{ g}} * 100\%$$

R= 99.99% de rendimiento del proceso para la obtención del kumis enriquecido con leche de soya.

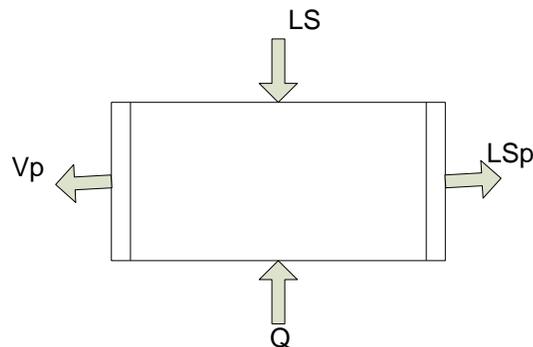
4.15. BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LECHE DE SOYA

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de leche de soya se tomó en cuenta la etapa de pasteurización.

4.15.1.- BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE DE SOYA

La figura 4.24, muestra la etapa de pasteurización para la obtención de la leche de soya y realizar el balance de energía.

Figura 4.24
Balance de energía en la etapa de pasteurización



Donde:

LS = leche de soya (0.359 Kg)

LSp = leche de soya pasteurizada (0.299 Kg)

Vp = masa de agua evaporada (0.06 Kg)

Q = cantidad de calor requerido (Kcal)

T_i = temperatura inicial (°C)

T_f = temperatura final (°C)

λ_v = calor latente de vaporización (537.5 Kcal/Kg)

C_p = capacidad calorífica (Kcal/Kg°C)

Según (banderas, 1994), para realizar el balance de energía, se tomó en cuenta las siguientes ecuaciones.

$$Q = m * c_p * \Delta T \quad (\text{Ecuación 4.33})$$

$$Q_1 = Q_{\text{olla}} + Q_{LQc} + (m_v + \lambda_v) \quad (\text{Ecuación 4.34})$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utilizó la ecuación 4.33.

Donde C_p_{olla} = 0,122 Kcal/Kg °C (Kurt, 2007), reemplazando:

$$Q_{\text{olla}} = 0,900\text{Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (75 - 20)^\circ\text{C}$$

Q_{olla} = 6,039 kcal requeridas para calentar la olla

Según (torrejón, 2015), para calcular la capacidad calorífica (C_p) se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_p = \frac{P}{100} + 0.2 \left(\frac{100-P}{100} \right) \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right] \quad (\text{Ecuación 4.35})$$

Dónde: P= contenido de agua

Calculando en calor específico de la leche de soya:

P = 94% (CEANID, 2018)

$$C_p = \frac{94}{100} + 0.2 \left(\frac{100 - 94}{100} \right)$$

$$C_{pLSP} = 0.952 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Remplazando los valores encontrados en la ecuación 4.33, se tiene:

$$Q_{LSP} = 0.359 \text{ Kg} * 0.952 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} * (75 - 25)^\circ\text{C}$$

$Q_{GSC} = 17,088 \text{ Kcal}$ requerido en la leche de soya pasteurizada

De acuerdo a la ecuación 4.34, se determinó la cantidad total de calor requerido para La pasteurización de la leche de soya a temperatura de ebullición (95°C),

$$Q_1 = 6,039 \text{ kcal} + 17,088 \text{ Kcal} + \left(0.06 \text{ Kg} * 537,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

$Q_1 = 55.377 \text{ Kcal}$ total de calor necesario para la cocción de la leche de soya de 20°C a 95°C

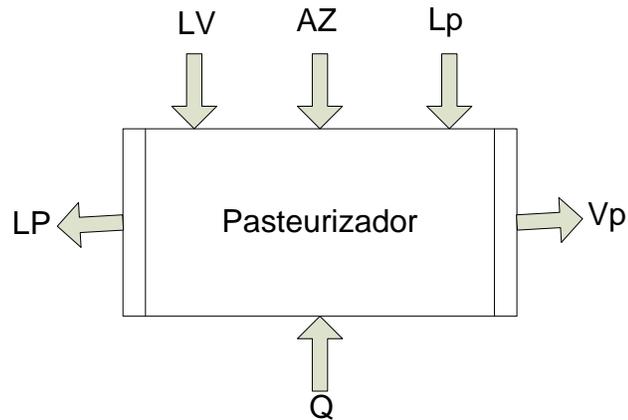
4.16.- BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KUMIS ENRIQUECIDO CON LECHE DE SOYA

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de kumis enriquecido con leche de soya se tomó en cuenta la etapa de pasteurización así mismo la etapa de calentamiento del agua utilizada para la fermentación.

4.16.1.- BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.25 muestra el balance de energía en la etapa de pasteurización.

Figura 4.25
Balance de energía en la etapa de pasteurización



Donde:

LV = leche de vaca (0,850 Kg)

AZ = azúcar (0,09 Kg)

Lp = leche en polvo (0,015 Kg)

Vp = masa de agua evaporada (0,40 Kg)

Q = cantidad de calor requerido (Kcal)

T_I = temperatura inicial (°C)

T_F = temperatura final (°C)

Λ_v = calor latente de vaporización (537.5 Kcal/Kg)

C_p = capacidad calorífica (Kcal/Kg °C)

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utilizó la siguiente ecuación 4.33:

Donde $c_{p\text{olla}} = 0,122 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$ (Kurt, 2007), reemplazando:

$$Q_{\text{olla}} = 0,900\text{Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (85 - 15)^\circ\text{C}$$

$Q_{\text{olla}} = 7,686 \text{ Kcal}$ requeridas para calentar la olla

Según Lewis (1996), para calcular la capacidad calorífica (C_p) de una mezcla se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = C_{p_{LV}} * X_{LV} + C_{p_{AZ}} * X_{AZ} + C_{p_{LP}} * X_{LP} \quad (\text{Ecuación 4.36})$$

Calculando el calor específico de la leche de vaca, reemplazando la ecuación 4.35.

$P = 91\%$ (CEANID, 2018)

$$C_p = \frac{91}{100} + 0.2 \left(\frac{100-91}{100} \right)$$

$$C_{p_{lv}} = 0.928 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

Calculando el calor específico del azúcar, reemplazando la ecuación 4.35.

$P = 3\%$ (Torrejón, 2015)

$$C_p = \frac{3}{100} + 0.2 \left(\frac{100-3}{100} \right)$$

$$C_{p_{lv}} = 0.224 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

Calculando el calor específico de la leche en polvo, reemplazando la ecuación 4.35.

$P = 2\%$ (Vargas, 2016)

$$C_p = \frac{2}{100} + 0.2 \left(\frac{100-2}{100} \right)$$

$$C_{p_{lv}} = 0.216 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

Según banderas (1994), para calcular las fracciones (X_n) de cada componente de la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación:

$$X_n = \frac{m_n}{m_{\text{mezcla}}} \quad (\text{Ecuación 4.37})$$

Calculando las fracciones de cada componente, se tiene:

Fracción de masa de la leche de vaca

$$X_{LV} = \frac{850 \text{ g}}{955 \text{ g}}$$

$$X_{LV} = \mathbf{0.890}$$

Fracción de masa del azúcar

$$X_{LV} = \frac{90 \text{ g}}{955 \text{ g}}$$

$$X_{LV} = \mathbf{0.094}$$

Fracción de masa de la leche de vaca

$$X_{LV} = \frac{15 \text{ g}}{955 \text{ g}}$$

$$X_{LV} = \mathbf{0.015}$$

Una vez calculado los calores específicos y fracciones de todos los componentes en la mezcla se pueden calcular el $C_{p_{mezcla}}$ utilizando la ecuación 4.34, se tiene:

$$C_{p_{mezcla}} = 0,928 * 0,890 + 0,224 * 0,094 + 0,216 * 0,015$$

$$C_{p_{mezcla}} = \mathbf{0.850 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}}$$

Remplazando los valores encontrados en la ecuación 4.33, se tiene

$$Q_{mezcla} = 0.955 \text{ Kg} * 0,850 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (85 - 15)^{\circ}C$$

$$Q_{mezcla} = \mathbf{56.822 Kcal}$$

De acuerdo a la ecuación 4.38, se determinó la cantidad total de calor requerido para la pasteurización de la mezcla a 85°C, utilizando las pérdidas de la leche por efecto de incrementar la temperatura de 15 a 85°C.

$$Q_2 = Q_{olla} + Q_{mezca} + (m_v + \lambda_v) \quad (\text{Ecuación 4.38})$$

$$Q_2 = 7,686 \text{ kcal} + 56.822 \text{ Kcal} + \left(0.40 \text{ Kg} * 537,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}\right)$$

$Q_2 = 279,508 \text{ Kcal}$ Total de calor necesario para la pasteurización de la mezcla de 15 a 85°C.

4.16.2.- CANTIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA REQUERIDA PARA LA ETAPA DE FERMENTACIÓN

Según banderas (1994), calculamos la cantidad de energía requerida para calentar el agua de 20°C a 32°C en la etapa de fermentación.

$$E = P * t \quad (\text{Ecuación 4.39})$$

$$E = 960 \text{ watt} * 6 \text{ hrs}$$

$$E = 5760 \text{ watt} * \text{hr}$$

$E = 4956,023 \text{ Kcal}$ requeridas para la etapa de fermentación

4.16.3.- COSTO DE PRODUCCIÓN DEL KUMIS FORTIFICADO CON LECHE DE SOYA

En la tabla 4.36 se puede observar los costos de producción del producto terminado en base a 1000 ml:

Tabla 4.36
Tabla de costos de insumos y materiales

Producto	Cantidad Disponible	Coste	Cantidad usada	Coste de uso
leche de vaca	1000	4.5	850	3.825
leche de soya	1000	3	125	0.375
leche en polvo	800	60	20	1.5
Azúcar	1000	6.5	90	0.585
cultivo lácteo	5000	120	0.06	0.00144
Botellas	50	1.88	50	1.88
Etiqueta	10	1.5	10	1.5
			Coste Producto	9.66644

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.37 se puede observar la tabla de gastos de energía durante la elaboración del kumis fortificado con leche de soya:

Tabla 4.37
Tabla de gasto de energías durante el proceso

Gastos	Coste
agua	0.5
luz	1
gas	0.26
Total gastos	1.76
Coste Total	11.42644

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis fisicoquímico del grano de soya (glycem max), se pudo constatar que tiene una composición de: ceniza 5.38%, fibra 6.38%, grasa 15.95%, hidratos de carbono 34.35%, humedad 6.80%, proteína total 31.14% y su valor energético 405.51 Kcal.
- En cuanto a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la leche de soya se tiene una composición de: calcio 5.53%, ceniza 0.31%, fibra no detectado, grasa 1.86%, hidratos de carbono 1.23%, humedad 93.54%, proteína total 3.06%, y su valor energético 33.9Kcal. referente al análisis microbiológico, se tiene bacterias aerobias mesofilas $1,3 \times 10^4$ UFC/g, Coliformes totales $<1.0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras $<1.0 \times 10^1$ UFC/g.
- Dentro del análisis fisicoquímico realizado a la leche de vaca, presento un contenido de acidez (ácido láctico) 0.16%, cenizas 0.70%, fibra no detectado, grasa 3.50%, hidratos de carbono 4.92%, proteína total 3.23% sólidos totales 12.35% y su valor energético 64.1 Kcal. Referente a los análisis microbiológicos, se tiene Coliformes fecales 7.3×10^2 UFC/g, Coliformes totales $<1.0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras 3.0×10^1 UFC/g.
- En la determinación de la muestra preliminar del “kumis enriquecido con leche de soya” se presentaron dos muestras, donde se determinó que la muestra KSON es la que tiene mayor puntaje en el atributo sabor (7.5), mientras que la muestra KSOM tiene menor puntaje en el atributo sabor (6.6), en escala hedónica. Así mismo realizado el análisis estadístico para ambos tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia de $p < 0.05$.
- La evaluación sensorial de las cuatro muestras obtenidas del diseño factorial 2^2 de la leche de soya para determinar las propiedades organolépticas, indica que la muestra LS2 es la obtuvo un mayor puntaje para el atributo aroma (6.45) y sabor (6.4); mientras que la muestra LS4 tiene menor puntaje en el atributo aroma (6.15) y LS1 tiene menor puntaje en el atributo sabor (5.2). Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia

estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia de $p < 0.05$.

- Para la evaluación de las ocho muestras obtenidas del diseño factorial 2^3 del “kumis enriquecido con leche de soya” se determinó las propiedades organolépticas, indicando que las muestras KSO5 tiene mayor puntaje en el atributo aroma (6.60), KSO7 tiene mayor puntaje en sabor (6.80) y KSO3 con mayor puntaje en el atributo consistencia (6.70). Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa; ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia de $p < 0.05$.
- Para elegir la muestra final se evaluaron tres muestras con mayor puntaje obtenido de la evaluación sensorial para determinar las propiedades organolépticas aplicando la dosificación planteada en el diseño factorial 2^3 donde la muestra KSO7 es la que mayor puntaje obtuvo en los atributos aroma (7.75), sabor (7.5) y consistencia (7.5). Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia de $p < 0.05$.
- En el producto terminando, se determinó que los atributos: sabor (8.15) y consistencia (8.25) son los que tienen mayor puntaje; en comparación con el atributo aroma (8.05) y acidez (8.00) el cual tienen menor puntaje en la escala hedónica. Así mismo realizado el análisis estadístico para los tratamientos no existe evidencia estadística significativa: ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por lo cual se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia de $p < 0.05$. de esta manera se concluye, que el producto terminado tiene buena aceptación organoléptica en cuanto a sus atributos sensoriales evaluados por los jueces.
- En base al análisis estadístico realizado del diseño factorial 2^3 en la etapa de fermentación se pudo observar que los factores: cantidad de leche de soya (A), tiempo (B), cultivo lácteo (C) y las interacciones (AB) leche de soya – tiempo, (AC) leche de soya – cultivo lácteo, (BC) tiempo – cultivo lácteo y (ABC) leche de soya – tiempo – cultivo lácteo, no son significativos en el proceso de fermentación ya que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia de $p < 0.05$.

entonces se puede decir que ningún factor tomado en cuenta incide directamente en la etapa de fermentación del kumis enriquecido con leche de soya.

- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado, tiene una composición de acidez (ácido láctico) de 0,81%, calcio 99.00 mg/100g, ceniza 0.84%, fibra 3.37%, grasa 2.08%, hidratos de carbono 11.06%, humedad 78.39% y valor energético 80 Kcal/100g. referente a los análisis microbiológicos, se obtuvo: bacterias aerobias mesofilas 1.2×10^2 UFC/g, Coliformes totales $<1.0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras $<1.0 \times 10^1$ UFC/g.
- Mediante la prueba de acidez se llegó a la conclusión de que el tiempo de vida útil del kumis enriquecido con leche de soya sin conservante es aproximadamente entre 5 y 7 días, ya que en ese tiempo de prueba las muestras no presentaron alteraciones en sus características organolépticas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio más profundo de la leche de soya para determinar su tiempo de vida útil a diferentes temperaturas de almacenamiento a dichas condiciones de conservación.
- Se recomienda llevar a cabo estudios para el desarrollo de productos prácticos con el subproducto resultante en la extracción de la leche de soya (torta de soya) para realizar harinas, galletas, etc.
- Se sugiere realizar un estudio de la adición de otras leches vegetales (leche de poroto, leche de coco, leche de sésamo, etc.) que suplan otras necesidades nutricionales en las personas.
- Por último se aconseja llevar a cabo un estudio de factibilidad para la industrialización del kumis teniendo en cuenta un proceso completamente automatizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandera, V. (1994). ***“Problemas de balance de materia y energía en la industria alimentaria”***. Editorial Noriega, México.
- Barberis, S. (2002). ***“Bromatología de la leche”***. 1ed. Editorial hemisferio sur. S.A Buenos, argentina.
- Bonilla, A. (2014). ***“Fortificación de alimentos en Centroamérica y el Caribe”***. Escuela de tecnología de alimentos, Universidad de Costa Rica.
- Condory. (1988). ***“Definición de kumis”***. Colombia: esic
- Comision Guatemalteca de Normas, (2005). ***“leche de soya natural fluida”*** fecha de consulta 15 de abril de 2018. Disponible en: http://cretec.org.gt/wp-content/file_mf/coguanorntg34031lechedesoyanaturalfluida.pdf.
- Cordero, L. (2013). ***“Trabajo de microbiología veterinaria”***. Denominación: Programa de microbiología. Publicado por: Universidad Simón Bolívar. Colombia.
- Chiliquinga, G. (2017). ***“Creación de una línea de producción a base de leche fermentada (kumis) en la pasteurizadora tanilact de la provincia de Cotopaxi”***. Denominación: trabajo de grado; publicado. Universidad técnica de Ambato. Ecuador.
- Chavarría, L. (2010). ***“Determinación de vida útil de la leche de soya mediante un estudio de tiempo real”***. Denominación: trabajo de grado; no publicado. Escuela superior politécnica del litoral. Ecuador.
- Cheftel, J. (1989). ***“Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos”***. Zaragoza, España. Editorial acribia.
- Dirección general de promoción agraria. (2005). ***“Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche”***. Denominación: ministerio de agricultura y crianzas. Lima-Peru.
- Estéreo del., S. (2009). ***“Composición de la leche y valor nutritivo”***. Ganadería. Fecha de consulta: 11 de abril de 2018. Disponible en:

http://www.agrobit.com/info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm

- Gonzales, L. (2007). “*Valoración genéticos de reproducción de leche (pardo suizo y jersey) y composición de la leche bajo condiciones intensivas*”. El meneco, Rivas, Nicaragua.
- IBNORCA, Bolivia. (2009). “*Leche de soya natural fluida*”. Anteproyecto: norma boliviana.
- Kiraly, Q. (2003). “*Elaboración de kumis*”. Fecha de consulta: 11 de abril de 2018. Disponible en: [hTTp://kiralyquinteroanalisisindustrial.blogspot.com](http://kiralyquinteroanalisisindustrial.blogspot.com)
- Llanos, O. (2017). “*Elaboración de yogurt fortificado con leche de quinua*”. Denominación: trabajo de grado, no publicado. Universidad Juan Misael Saracho. Tarija - Bolivia
- Meyer, M. (1990). “*Elaboración de productos lacteos*”. 1ed. editorial trillas. México.
- Montgomery, D, C. (2004). “*Diseño y análisis de experimento*”. 2da ed. Universidad estatal de Arizona: Limuza Wiley
- Nasanovoski, M. (2001). “*Lechería*”. Consultado el 13 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/agosto2001/catedras/lecheria.htm>
- Norma técnica colombiana, NTC 805. (2005). “*Definición de kumis*”. Fecha de consulta: 10 de abril de 2018. Disponible en: <http://es.scribid.com/document/151991199/yogurt-y-kumis>
- Okdiario. (2017). “*Los pros y los contras de la leche de soya*”. Fecha de consulta 18 de abril de 2018. Disponible en: <http://okdirio.com/salud/2017/06/23/leche-soja-propiedades-52886>.
- Osorio, A. (2010). “*Influencia de diferentes cepas pro bióticas y el tiempo de fermentación en el contenido de ácido linoleico conjugado el perfil de ácidos grasos durante el almacenamiento del kumis elaborado con dos sustratos*”

diferentes". Denominación: trabajo de grado para optar al título de magister en ciencias y tecnología de alimentos. Universidad nacional de Colombia.

- Ordoñez, J. (1998). "**Tecnología de los alimentos**". Vol.1 editorial síntesis, S.A. España.
- Padilla, S. (2010). "**Kumis, la champaña láctea**". Fecha de consulta 10 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CM-5370767>.
- Picard, C. (2005). Artículo de revisión: "**Bifidobacterias como agentes probióticos**": efectos fisiológicos y beneficios clínicos. *aliment Pharmacol ther*, 495-512.
- Prats, a. (2007). "**Probióticos, una alternativa natural como promotores de salud**". Disponible en: <http://revista.cenic.edu.cu/revistaCB/articulo/probi%C3%B3ticos-una-alternativa-natural-como-promotores-de-salud>
- Revilla, A. (2000). "**Tecnología de la leche**". 3. Ed. revisada. Honduras.
- Ramírez, E. (2010). "**Texto de evaluación sensorial de alimentos**" U.A.J.M.S. carrera de ingeniería de alimentos. Tarija – Bolivia
- Varnan, A. (1995). "**Leche y productos lácteos**". 1ed. Editorial ACRIBIA. S.A.
- Veisseyre, R. (1980). "**Lactología técnica**". 2da. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Zapata, L. (2010). "**Manual de la industria láctea**". Colombia.
- Zamora, J. (2011). "**Texto de tecnología de alimentos**". U.A.J.M.S. carrera de ingeniería de alimentos. Tarija – Bolivia.