

1.1 ANTECEDENTES

La industria lechera ha sido considerada una actividad propia del campesino, sin embargo hoy en día, ha cambiado esta condición, tal es así, que en las plantas lecheras es donde se llevan a cabo procesos muy importantes con el objeto de mantener el valor alimenticio de la leche y sus derivados para proporcionar productos dignos de ser consumidos por el hombre. Hace muchos años atrás cuando el hombre recién empezaba a buscar formas de transformar y conservar la leche lo hacía de manera artesanal, hoy en día la tecnología ha avanzado mucho puesto que la industria láctea es muy grande.

En el departamento de Tarija se ha extendido la crianza de ganado vacuno especialmente en la provincia Gran Chaco, como así también en diferentes partes del área rural de la provincia cercado del departamento de Tarija. El mayor porcentaje de la producción ganadera es destinada para la comercialización de carne y obtención de leche, materias primas para elaborar otros productos.

La leche de vaca es un alimento de alta calidad nutritiva, de buena digestibilidad y palatabilidad y de un costo relativamente bajo. El ser humano se alimenta para satisfacer los requerimientos de energía, esenciales para mantener la vida, y para obtener amino-ácidos, vitaminas, minerales esenciales para las funciones vitales normales, pues la leche proporciona la mayoría de estos nutrientes en cantidades variables.

La transformación de la leche es es muy antigua, su finalidad es darle un mayor valor agregado y la conservación de esta materia prima, ya que la leche se descompone rápido si no se aplica métodos de conservación.

Para la elaboración de cualquier tipo de queso, la recepción, el análisis de calidad y la pasteurización de la leche son procedimientos rutinarios que deben observarse cuidadosamente.

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales componentes nutritivos de la leche. Está compuesto por proteínas, grasa, agua, sales minerales y pequeñas cantidades de otros elementos.

Desde el punto de vista nutricional, el queso es considerado como un alimento de alto valor nutritivo, debido a la cantidad y tipo de proteínas, elementos minerales como calcio, fosforo, vitaminas y cantidad de grasa.

Actualmente se puede encontrar en el mercado una gran variedad de derivados lácteos, ya que la industria lechera es una de las más importantes de la economía nacional.

Los quesos son más fácilmente digeridos por lo cual muchas veces son mejor aceptados que la leche, por lo tanto, teniendo en cuenta las recomendaciones sobre los aportes nutricionales que brinda el queso, se afirma que es bueno consumirlo.

1.2 JUSTIFICACION

- Con el presente trabajo de investigación, se pretende elaborar un producto derivado de leche de vaca (queso jamonado), debido que existe producción de esta materia prima en el departamento de Tarija, siendo necesario transformar esta materia prima en subproductos que satisfagan los hábitos del consumidor.
- Actualmente la leche es consumida en diferentes formas, se la toma como bebida fría o caliente, sola o acompañada de otros ingredientes que cambian su particular sabor y color, también se emplea en la cocina para la elaboración de diversos platos, es un ingrediente fundamental para purés, sopas y salsas, así como de una gran diversidad de postres y productos de repostería. Por lo tanto, el **queso jamonado** surge como una nueva alternativa para ofrecer al consumidor un producto nuevo.
- Debido a las condiciones que tiene el departamento de Tarija, en la cría de ganado vacuno, con este producto (queso jamonado), se pretende coadyuvar al sector ganadero e incrementar su producción de ganado, especialmente en vacas lecheras.
- Por otro lado, mediante el procesado de la leche, se da a esta materia prima un mayor valor agregado, de esta manera el productor puede asegurar el consumo masivo de la leche y obtener mejores ingresos que le permitan mejorar su condición de vida.
- Dado que existe gran oferta de leche en el mercado local, y siendo además un producto perecedero, este trabajo está orientado a prolongar su vida útil; conservando sus cualidades nutricionales, mediante el proceso de transformación de la leche.
- En el departamento de Tarija, existe un elevado consumo de conservas lácteas, y con este tipo de producto elaborado (queso jamonado), se podría de

alguna manera, coadyuvar en ofertar un producto innovador para el exigente paladar del consumidor que hoy en día tiene nuestra sociedad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general:

- ❖ Elaborar queso jamonado a partir de leche de vaca, mediante el proceso de transformación de la leche, con la finalidad de obtener un producto nuevo que satisfaga los hábitos del consumidor en base a normas de calidad vigentes.

1.3.2 Objetivos específicos:

- ❖ Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las materias primas, con el fin de valorar su composición.
- ❖ Determinar las propiedades físicas y químicas del producto terminado, con el fin de valorar su calidad.
- ❖ Determinar las propiedades microbiológicas y organolépticas del producto terminado para determinar su inocuidad, calidad organoléptica y nutricional.
- ❖ Determinar la dosificación porcentual de materias primas, para establecer el proceso de elaboración de queso jamonado.
- ❖ Realizar el diseño factorial, con el fin de establecer las variables del proceso de elaboración del producto.
- ❖ Realizar el balance de materia y energía en el proceso de elaboración, con la finalidad de identificar las corrientes de entrada y salida.

1.3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál será el proceso de transformación de la leche a ser aplicado para la elaboración de queso jamonado, utilizando como materia prima leche de vaca y jamón curado cocido, para obtener un producto con una distribución uniforme del jamón en el producto final?

1.3.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS

Se obtendrá queso jamonado inocuo, con calidad organoléptica y nutricional y con una distribución uniforme del jamón en toda la masa de queso, mediante el proceso de fermentación de la leche, utilizando una dosificación de 70% de leche de vaca, 25% de jamón y 5% de sal.

2.1 MATERIAS PRIMAS

2.1.1 CARACTERISTICAS DE LA LECHE DE VACA

La leche de vaca cruda es un líquido de color blanco amarillento que ha adquirido gran importancia en la alimentación humana, es un alimento que se consume a diario en casi todos los países del mundo. No obstante, una gran proporción de la leche de vaca se emplea para la elaboración de diversos productos lácteos, como yogur, queso, cuajada, nata y mantequilla.

Hoy en día, el ordeño se lleva a cabo en la mayoría de los casos de forma mecánica y automática; de modo que la leche que se obtiene se somete a refrigeración casi inmediatamente, manteniéndose a una temperatura de 4° C. La leche cruda de vaca no se destina directamente al consumo humano, sino que es sometida a diferentes tratamientos térmicos a través de los cuales se obtienen las leches de consumo.

Una vez en la central lechera, la leche cruda que se recibe se trata para obtener leche de consumo o derivados lácteos. El tipo de tratamiento que se le aplica depende del producto a elaborar. Sin embargo, antes de su procesado la leche siempre se somete a tratamientos generales (terminación) que tienen por objeto destruir los microorganismos patógenos y adecuar su composición a los tratamientos de elaboración a los que será sometida.

Es importante saber que el calentamiento y la cocción de la leche se deben llevar a cabo lentamente, es decir, a baja temperatura. Si esta se eleva más de lo normal, se forma una capa superficial (nata) constituida por la grasa y la proteína de la leche. Por este motivo, es necesario retirarla del fuego tan pronto como comiencen a formarse pequeñas burbujas en las paredes del recipiente donde se está calentando la leche.

2.1.1.1 COMPONENTES DE LA LECHE

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche, se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor

como tal, es conveniente conocer la clase y la cantidad de los nutrientes que posee. La elaboración de productos lácteos, demanda también del conocimiento de los componentes de la leche para proporcionar al mercado nuevos productos y así aumentar su consumo.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche.

- **Proteínas:** las proteínas desempeñan una gran variedad de funciones, que van desde la estructura hasta la reproducción de todo ser viviente. La proteína de la leche juega el papel más importante en la elaboración de quesos, los cuales contienen aproximadamente 33% de proteínas.

Entre las proteínas de la leche, la caseína es la más común y representa el 80% de las proteínas, esta proteína es exclusiva de la secreción de la glándula mamaria, también contiene albuminas y globulinas compuestas por más de veinte aminoácidos entre los que destacan: glicina, alanina, valina, lisina, cistina, prolina, histidina, tirosina, ácido aspártico y glutámico, etc.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche

- **Agua:** El agua constituye la fase continua de la leche, es medio de soporte para sus componentes sólidos y se encuentra en dos formas: libre y ligada. El agua ligada no interviene en los procesos enzimáticos ni en los microbiológicos. El agua libre es de gran importancia en quesería, porque muchos de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que tienen lugar en la elaboración del queso, exigen su intervención porque regulado su contenido se le da al queso la consistencia deseada. Conociendo la cantidad de agua libre, se puede determinar el grado de hidratación de las proteínas a la temperatura y al pH a que se haya efectuado la medida; los procesos enzimáticos y microbiológicos de la maduración del queso dependen del contenido de agua libre, esta desaparece al deshidratar la leche y al calentar la cuajada. (Zamora, 2011)

- **Materia grasa:** La grasa de la leche es uno de los componentes más importantes de esta, debido a las características que imparte a la leche y sus productos derivados. La grasa interviene directamente en la economía, nutrición sabor, y propiedades físicas de la leche y subproductos. La grasa está constituido por glicerina y ácidos grasos, contiene unos veinte ácidos grasos distintos, algunos son sólidos y otros líquidos. La grasa de la leche contribuye al aroma, sabor y textura del queso ya que esta imparte suavidad, finura y agradable sensación, si faltara de ella el producto seria desabrido, duro, arenoso o aguado.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche.

- **Lactosa:** Es el más importante carbohidrato de la leche, formado de una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares, prácticamente es el único azúcar de la leche.

La lactosa es el factor que mayor importancia tiene en:

1. Control de la fermentación y madurado de productos lácteos.
2. Contribuye al valor nutritivo de la leche y sus productos.
3. Está relacionada con la textura y solubilidad de ciertos alimentos congelados.
4. Juega un papel muy importante en el color y sabor de productos tratados con altas temperaturas.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche

- **Enzimas:** Son sustancias químicas secretadas por las células, la leche de vaca contiene numerosas enzimas, como la catalasa que se encuentra en gran parte con la caseína es una enzima oxidante, la reductasa enzima reductora, la fosfatasa presente en la leche cruda, es inactivada por la pasteurización, la galactosa juega un papel muy importante en la maduración del queso.

- **Sales minerales:** Las sales, presentes en la leche se encuentran en disolución y las principales son, calcio, sodio, potasio y magnesio. En caso de enfermedades de la vaca el contenido de cloruro sódico aumenta, disminuyendo el resto de las sales. Los minerales que existen en la leche son potasio, calcio, sodio, fosforo, cloro, boro, zinc, litio, magnesio, manganeso, cobalto, yodo y níquel.
- **Vitaminas:** Tienen una estrecha relación con las enzimas, pues la mayor parte de ellas actúan como coenzimas. La leche de vaca contiene casi todas las vitaminas pertenecientes a dos grandes grupos:

Vitaminas liposolubles: en este grupo están las vitaminas A, D y E, asociadas a la materia grasa, se encuentran en la nata y la mantequilla.

Vitaminas hidrosolubles: A este grupo pertenecen las vitaminas B1, B2, C, etc. Se encuentran en la fase acuosa: la leche desnatada y lactosuero.

En la tabla 2.1 se muestra la composición química de la leche de vaca por cada 100 gr.

Tabla 2.1
Composición química de la leche de vaca (por cada 100 gr)

Nutriente	Cantidad
Agua	88.0 gr
Energía	61.0 kcal
Proteína	3.2 gr
Grasa	3.4 gr
Lactosa	4.7 gr
Minerales	0.72 gr

Fuente: www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganadería/...lechera

En la tabla 2.2 se muestra las concentraciones de los minerales y vitaminas que contiene la leche de vaca.

Tabla 2.2
Concentraciones de minerales y vitaminas en la leche de vaca(mg/100ml)

MINERALES	mg/100 ml	VITAMINAS	ug/100 ml
Potasio	138	Vit. A	30,0
Calcio	125	Vit. D	0,06
Cloro	103	Vit. E	88,0
Fósforo	96	Vit. K	17,0
Sodio	8	Vit. B1	37,0
Azufre	3	Vit. B2	180,0
Magnesio	12	Vit. B6	46,0
Minerales trazas ²	<0,1	Vit. B12	0,42
		Vit. C	1,7

Fuente: www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganadería/...lechera

2.1.1.2 PROPIEDADES FISICAS DE LA LECHE

Aspecto: La coloración de la leche de vaca es blanca, cuando es muy rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema.

Sabor y olor: La leche fresca tiene un sabor dulce y olor característico. El olor desaparece después de un corto tiempo, o después del enfriamiento y aireación. Está demostrado que el sabor agradable de la leche se debe al alto contenido de lactosa y bajo contenido de cloro, en caso inverso la leche adquiere en sabor salado.

Acidez: Generalmente la leche fresca tiene una acidez de 0.15 a 0.16 (gr de ácido láctico) los valores menores a 0.15 pueden ser debidos a leches mastíticas, aguadas o bien alteradas con algún producto químico alcalinizante. Los porcentajes mayores a 0.16 son indicadores de contaminantes bacterianos.

Color de la leche: El color varía de blanco azulado a amarillo dorado, dependiendo de la raza, alimento cantidad de grasa y sólidos. El color blanquecino de la leche es debido a la reflexión de la luz por los glóbulos grasos, el caseinato de calcio y el fosfato coloidal.

Punto de ebullición: El punto de ebullición de la leche es 212.3 °F (100.17°C) a nivel del mar.

Punto de congelamiento: La leche se congela a 31.01°F (-55°C) siendo su variación de 31.1 a 30.9°F (-0.50 a - 0.51°C).

Los constituyentes solubles (lactosa y sales) determinan el punto de congelamiento y son los que hacen que este sea menor que el del agua. Las grasas y proteínas tienen muy poco o nada que ver con el punto de congelamiento de la leche.

Debido a que los compuestos solubles varían muy poco, el punto de congelamiento permanece casi constante. Este hecho permite que se puedan detectar pequeñas adiciones de agua a la leche, ha sido demostrado que la adición de 1% (por volumen) de agua a la leche hace subir el punto de congelamiento aproximadamente 0.0099°F (0.0055°C). Debe tenerse cuidado ya que el aumento en acidez hace bajo el punto de congelamiento, lo mismo ocurre con adición de preservativos.

Gravedad específica: El promedio es de 1.032 o de 1.0325. La gravedad generalmente es tomada a 60 °F (15.5°C) o corregida a esa temperatura.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche.

2.1.1.3 LECHE PARA LA ELABORACION DE QUESOS

La leche de vaca es la que se usa con mayor frecuencia, sin embargo, también se hacen muchos tipos de queso con leche de cabra, oveja, camello, etc. La calidad de la leche es de suma importancia para la elaboración de queso en escala comercial ya que la mayoría de quesos son envejecidos o madurados. El tipo de bacteria que predomina en la leche juega el papel más importante en la formación del sabor y olor del queso. Para asegurar buenos resultados se debe usar leche fresca, limpia, baja en contenido bacterial y de sabor agradable.

Los quesos en general, dependen de los microorganismos para el desarrollo del sabor, olor y apariencia característica y de la acción enzimática durante el envejecimiento o madurado.

Aurelio Revilla r. Tecnología de la leche

Por lo general, la leche para quesería debe tener las siguientes cualidades:

- debe coagular bien con el cuajo,
- debe soltar bien el suero.
- proporcionar buen rendimiento queso (caseína).
- buena calidad microbiológica (fermentaciones controladas).

2.1.2 JAMON CURADO ESCALDADO

El jamón es una carne curada que se caracteriza por estar conformado de piezas de carnes curadas con el propósito de mejorar su capacidad de conservación, sabor, olor y consistencia. El jamón se obtiene de la carne de cerdo, la misma que es sometida a un proceso de curado, prensado y escaldado; durante este proceso se tiene que tomar en cuenta la temperatura y el tiempo de maduración, como así también la temperatura final del proceso de escaldado.

Para la elaboración se utiliza como materia prima carne de primera como ser: pierna o paleta del cerdo, con preferencia con poca cantidad de grasa y nervio.

El color final del jamón dependerá del tipo de curado que se le aplique, de la cantidad y forma de aplicación de los aditivos, que preferentemente se tiene que aplicarlos mezclados homogéneamente.

Curado: Se somete la carne bajo la acción de una solución de curado que contiene nitritos, nitratos, fosfatos, ácido ascórbico, cloruro de sodio y otras especias, que tienen la función de darle un color adecuado, sabor y mayor tiempo de conservación

al producto; el curado se lleva a cabo a una temperatura de 7 grados centígrados y por un tiempo de 7 a 8 días

Escaldado: es el proceso por el cual se complementa el curado y se destruye los microorganismos que causan la destrucción del producto elaborado, este proceso se lleva a cabo sometiendo la carne, previamente prensada en un molde adecuado bajo el efecto de una temperatura de 65 a 73 grados centígrados en el centro del molde; el calentamiento se puede efectuar por medio de agua o vapor, dependiendo de las condiciones de trabajo. **(Zamora, 2011).**

En la tabla 2.3 se muestra la composición nutricional del jamón que se utilizara para elaborar el producto (queso jamonado).

Tabla 2.3
Composición nutricional del jamón curado cocido por cada 100 gr

Nutriente	Cantidad
Calorías	120 kcal/100gr
Proteínas	18.4 gr/100gr
Grasas	5.1 gr/100gr
Hidratos de carbono	0 gr/100 gr
Índice glucémico (IG)	0

Fuente: [www. Jamon-cocido.com/guía de alimentos/](http://www.Jamon-cocido.com/guía%20de%20alimentos/)

2.2 EL QUESO

2.2.1 DEFINICION DEL QUESO

El queso es una conserva obtenida por coagulación de la leche por acidificación y deshidratación de la cuajada. El queso es una mezcla de proteínas, grasa, vitaminas, caseína sales insolubles, agua en la cual pequeñas cantidades de sales solubles están presentes, lactosa y albumina. Para retener estos constituyentes en forma concentrada, la leche es coagulada ya sea por medio de ácido láctico producido por bacterias o por la adición de renina (cuajo). Parte del agua es removida por medio del calentamiento,

agitación, drenando la cuajada o por acción de una prensadora. El queso puede o no ser envejecido, en caso de serlo, el proceso depende del tipo de queso.

El queso es una concentración de los sólidos de la leche con la adición de:

- Cuajo para obtener la coagulación de la leche.
- Fermentos bacterianos para la acidificación de la cuajada.
- Sal de consumo humano, al gusto del consumidor.
- Cloruro de calcio para mejorar la disposición a la coagulación.

2.2.2 ORIGEN DEL QUESO

El origen del queso no es muy preciso pero puede estimarse entre el año 8.000 y el 3.000 a.C. Datos arqueológicos demuestran que su elaboración en el antiguo Egipto data del año 2.300 a.C. Europa introdujo las habilidades para su elaboración y producción, convirtiéndolo en un producto de consumo popular.

Gracias al imperio europeo, poco a poco el queso se ha dado a conocer en todo el mundo.

Fue en Suiza donde se abrió la primera fábrica para la producción industrial del queso. www.zonadiet.com/comida/queso.htm

2.2.3 PROPIEDADES Y APORTES NUTRICIONALES DEL QUESO

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto que contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea. Con respecto al tipo de grasas que aportan, es importante volver a señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen negativamente en las enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso.

En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A y D. Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación.

Las personas con intolerancia a la lactosa o alérgicas, deben tener especial cuidado, restringiendo su consumo, o tomando solo aquellos que su organismo tolera sin generar reacciones adversas.

www.zonadiet.com/comida/queso.htm

En la figura 2.1 se muestra la composición nutricional del queso por cada 100 gr que se consume.

Figura 2.1
Composición nutricional del queso (por cada 100 gr)



Fuente: www.infolactea.com

Por lo general la composición nutricional del queso varía de acuerdo al tipo de queso y al proceso de elaboración, en la tabla 2.4 se muestra la cantidad los nutrientes que aportan los diferentes tipos de quesos a nivel mundial.

Tabla 2.4
Tabla comparativa de diferentes tipos de quesos cada 100 gr

Tipos de queso	Energía (kcal)	Proteína (gr)	Grasa total (gr)	Grasa saturada (gr)	Colesterol (mg)	Carbohidratos (gr)
Queso parmesano	420	49	29	17.2	100	Trazas
Queso roquefort	370	19	33	29.7	100	Trazas
Requesón (ricota)	97	13.6	4	2.5	19	1.8
Queso azul	353	21	29.5	18.5	88	0,7
Queso cheddar	414	26	34	21.5	110	Trazas
Queso burgos	203	15	15	8.8	14.5	2.5
Queso desnatado	78	13.3	1.4	0.9	5	3.3

Fuente: www.zonadiet.com/comida/queso.htm

2.2.4 TIPOS DE QUESO

La gran gama de quesos existentes hace imposible una clasificación única de los mismos. Son muchas las características que los definen, como el grado de añejamiento, o curado, la procedencia de la leche usada, textura y contenido en grasa. A continuación se describen varios tipos, o características, los mismos.

- Fresco
- Madurado
- Semimadurado
- Semimadurado por hongos
- Fundido

2.2.4.1 QUESOS MADURADOS

Estos quesos pasan por un largo proceso de maduración, intensifican su sabor con el tiempo, son de sabor fuerte y aroma intenso.

Los quesos que tienen mayor tiempo de maduración son los más exquisitos y con mayor riqueza en términos de aroma. Los Quesos Maduros desarrollan una textura específica, que puede ser dura y homogénea, cremosa, rugosa o con formación de agujeros, que los hace únicos. Además, durante su maduración se forma una corteza que permite protegerlos y conservar mejor sus propiedades de olor y sabor. Cada variedad de queso cuenta con cuidados específicos en su proceso de elaboración.

Los Quesos Maduros son el alimento perfecto para apreciar un sabor láctico que va de suave a ligeramente picante, y un sin número de aromas que hacen que cada variedad sea reconocida y que el mundo del queso sea sabroso y variado. Existen muchos tipos de quesos madurados entre los más conocidos a nivel mundial tenemos:

- Cheddar
- Gouda
- Queso azul
- Parmesano
- Edam, etc.

<http://www.alpina.com.co/quesos/maduros/#sthash.bReglHML.dpuf>

2.2.4.2 USOS DE LOS QUESOS MADURADOS

Los Quesos Maduros cada día están más presentes en la alimentación diaria, son ingredientes que aportan un sabor especial en la preparación de ensaladas y pastas, en las tablas de quesos son acompañados de panes, frutas y productos cárnicos madurados, todos estos quesos maridan muy bien con diferentes tipos de vinos blancos y tintos.

<http://www.alpina.com.co/quesos/maduros/#sthash.bReglHML.dpuf>

En la figura 2.2 se puede observar algunos tipos de quesos maduros.

Figura 2.2
Quesos maduros



2.2.5 ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE QUESOS

Los aditivos se agregan con la finalidad de mejorar el proceso de elaboración y contrarrestar los efectos de leche de baja calidad.

- **Cloruro de calcio:** El uso del cloruro de calcio, asegura la cantidad de calcio indispensable para lograr una cuajada firme y coherente, al reponer en la leche fresca los iones libres de calcio destruidos durante su pasteurización.
 - Aumenta el rendimiento de la leche en los quesos.
 - Mejora la textura y el aspecto del queso.
 - Reduce el tiempo de coagulación
- **Nitratos:** los nitratos de sodio y potasio, tienen como función impedir la hinchazón precoz por bacterias, inhiben el crecimiento de bacterias ácido-bútricas, las cuales en exceso produce sabores extraños.
- **Colorantes:** se agrega riovoflavina (amarillo-verdoso en el suero) y caroteno (en la grasa).

- **Enzimas:** se puede agregar catalasas y lipasas, que ayudan más rápido a la maduración del queso.
- **Ácidos Orgánicos:** en la elaboración de quesos por coagulación ácida se puede omitir el uso de cultivos por medio del empleo de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico).
- **Sal (cloruro de sodio):** la sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, además sirve para alargar su vida útil al frenar el crecimiento de microorganismos al disminuir la actividad de agua.
- **Estabilizantes:** se puede agregar estabilizante para evitar que se forme espuma.

2.2.6 FERMENTOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE QUESOS

Los fermentos ayudan a la fermentación de la lactosa, se utiliza el ácido láctico que favorecen a la coagulación de la cuajada, y durante la maduración producen compuestos responsables de aromas y sabores característicos. Los fermentos se pueden añadir a la leche líquidos, congelados, ultracongelados, liofilizados, deshidratados.

Consecuencias de la adición de bacterias lácticas:

- Bajada de pH en la leche (acidificación con ácido láctico).
- Inhibición del desarrollo de otros microorganismos.
- Secreción de enzimas proteolíticas y lipolíticas (digestibilidad y caracterización del queso).
- Producción de gases (ojos).
- Producción de compuestos aromáticos.

www.revistavirtualpro.com/files/ti12_200512.pdf

2.2.7 ENZIMAS COAGULANTES EN LA ELABORACION DE QUESOS

En los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del estómago de los corderos lactantes. Pero debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales.

Figura 2.3
Enzimas coagulantes



2.2.7.1 TIPOS DE CUAJO

Tiene como objetivo producir la coagulación y por tanto formar una cuajada firme que es posible cortar en granos regulares. Esta cuajada tiene la característica que con agitación, fermentación y aumento de la temperatura elimina el agua que se atrapa en su interior, concentrándose los sólidos de la leche. Los cuajos pueden ser:

Origen animal: La quimosina y la renina son enzimas de origen animal estas se encuentran en el estómago de los animales.

- Ternera (quimosina, renina)
- Bovino (pepsina)
- Porcino (pepsina)

Origen vegetal: Estos enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizados. Su uso a nivel comercial es limitado, generalmente se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos.

Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos de:

- Piña (bromelina)
- Higo (fisina)
- Papaya (papaína)

Cuajos bacterianos: Los cuajos microbianos o bacterianos son elaborados principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie “**Rhizomucor**”, como el mucor miehei, mucor pusillus, endothia parasítica. Actualmente se elabora quimosina producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene un enzima bastante similar a la quimosina de origen animal.
www.revistavirtualpro.com/files/ti12_200512.pdf

2.2.8 ASPECTOS IMPORTANTES EN LA ELABORACION DE QUESOS

2.2.8.1 TEORIA DE LA CUAGULACION DE LA LECHE

La leche tiene tres tipos de proteínas que son:

- Alfa caseína
- Beta caseína
- Kappa caseína

Estas tres proteínas forman el complejo proteico de la leche el mismo que se encuentra protegido por la kappa caseína.

Las enzimas renina y quimosina destruyen a la kappa caseína dejando en libertad a la alfa y beta caseína que tiene la afinidad con el calcio para formar una red que representa la cuajada.

2.2.8.2 TEORIA DEL DESUERADO DE LA CUAJADA

Como la cuajada es una red formada por la alfa y beta caseína, la misma engloba a los demás componentes de la leche, por lo tanto el desuerado se da por los siguientes efectos:

Rompimiento de la red: se rompe el retículo para dejar en libertad el agua y suero correspondientemente, los otros componentes como vitaminas y minerales quedan atrapados en la cuajada.

Efecto de sinéresis: por efecto de sinéresis el suero migra del centro hacia afuera, por migración natural o llamada sinéresis.

Contracción de la cuajada por calentamiento: el calentamiento de los cubos acelera la sinéresis, por mayor contracción.

Presión ejercida sobre la cuajada: el prensado de la cuajada facilita el desuerado, el suero sale hacia afuera por sinéresis forzada.

3.1 INTRODUCCION

La parte experimental del presente trabajo de investigación aplicada: “**Elaboración de queso jamonado**”, se realizó en los ambientes del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), de la carrera de ingeniería de alimentos de la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”.

3.2 EQUIPOS DE PROCESO, INSTRUMENTOS DE LABORATORIO Y UTENSILIOS DE COCINA

Durante la realización de la parte experimental, se utilizaron diferentes utensilios y equipos del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); como ser:

3.2.1 EQUIPOS DE PROCESO

Los equipos utilizados en el presente trabajo de investigación, se describen a continuación:

3.2.1.1 COCINA INDUSTRIAL

Este equipo, se utilizó como fuente de suministro de calor necesario para realizar las operaciones de pasteurización y tratamiento térmico de la cuajada en el proceso de elaboración de queso jamonado. Las especificaciones técnicas de la cocina industrial, se indican en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1
Especificaciones técnicas de la cocina industrial

Número de hornallas	2
Consumo	1500Kcal/h
Medidas	0,88 x 0,79 x 0,94 m
Material	Acero inoxidable
Industria	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 RECIPIENTE DE ACERO

Este equipo se utilizó para el proceso de pasteurización de la leche. Las especificaciones técnicas del recipiente se muestran en el cuadro 3.2

Cuadro 3.2
Especificaciones técnicas del recipiente de acero (olla)

Capacidad	10 litros
Material	Acero inoxidable
Industria	Brasil

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

Los instrumentos y materiales de laboratorio que se utilizaron en el proceso de elaboración de queso jamonado, se detallan a continuación:

3.2.2.1 BALANZA ANALÍTICA

Se utilizó para pesar los aditivos e insumos para la elaboración de queso jamonado. Las especificaciones técnicas de la balanza analítica, se muestran en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3
Especificaciones técnicas de la balanza analítica

Marca	METTLER TOLEDO	
Capacidad	Máximo 1510g	e 0,1
	Mínimo 0,5g	d 10mg
Potencia	5W	
Frecuencia	50/60 Hz	
Industria	Suiza	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 MATERIAL DE LABORATORIO

El material de laboratorio que se utilizó durante el desarrollo del presente trabajo, se detalla en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4
Material de laboratorio

Materiales	Capacidad	Tipo de material
Termómetro	200 °C	Vidrio (bulbo de mercurio)
Probeta	50ml	vidrio
Cuchara	Pequeña	Acero inoxidable
Espátula	Pequeña	Acero inoxidable
Brixometro	28-62 °Brix	-----
Paleta para análisis de la leche	Mediana	plástico

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 UTENSILIOS DE COCINA

Los utensilios de cocina que fueron necesarios para la elaboración de queso jamonado, se detalla en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5
Utensilios de cocina

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Material
Fuentes	2	Mediano	Acero inoxidable
Jarras graduadas	1	1 litro	Plástico
Cuchillos	2	Mediano	Acero inoxidable
Colador	1	Mediano	Plástico
Colador	1	Mediano	Acero inoxidable
Cucharas	3	Grande	Acero inoxidable
Paleta	1	Mediano	Madera
Olla	1	Mediano	Acero inoxidable
Moldes	5	Mediaos	Plástico
Tabla de cortar	1	Mediano	Madera
Balde graduado	1	10 litros	plástico

Fuente: Elaboración propia

3.3 DESCRIPCION DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Las materias primas que se utilizaron para la elaboración del producto (queso jamonado), se detallan a continuación.

3.3.1 MATERIAS PRIMAS

En el cuadro 3.6 se muestran las materias primas a ser utilizadas en el trabajo experimental.

Cuadro 3.6
Materias primas

Producto	Procedencia	Industria
Leche de vaca	Zona el Temporal y San Luis	Boliviana
Jamón curado cocido	Laboratorio Taller de Alimentos (LTA)	Boliviana

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 INSUMOS ALIMENTICIOS

En el cuadro 3.7 se muestran los insumos de grado alimenticio que se utilizan en la elaboración de queso jamonado.

Cuadro 3.7
Insumos y conservantes

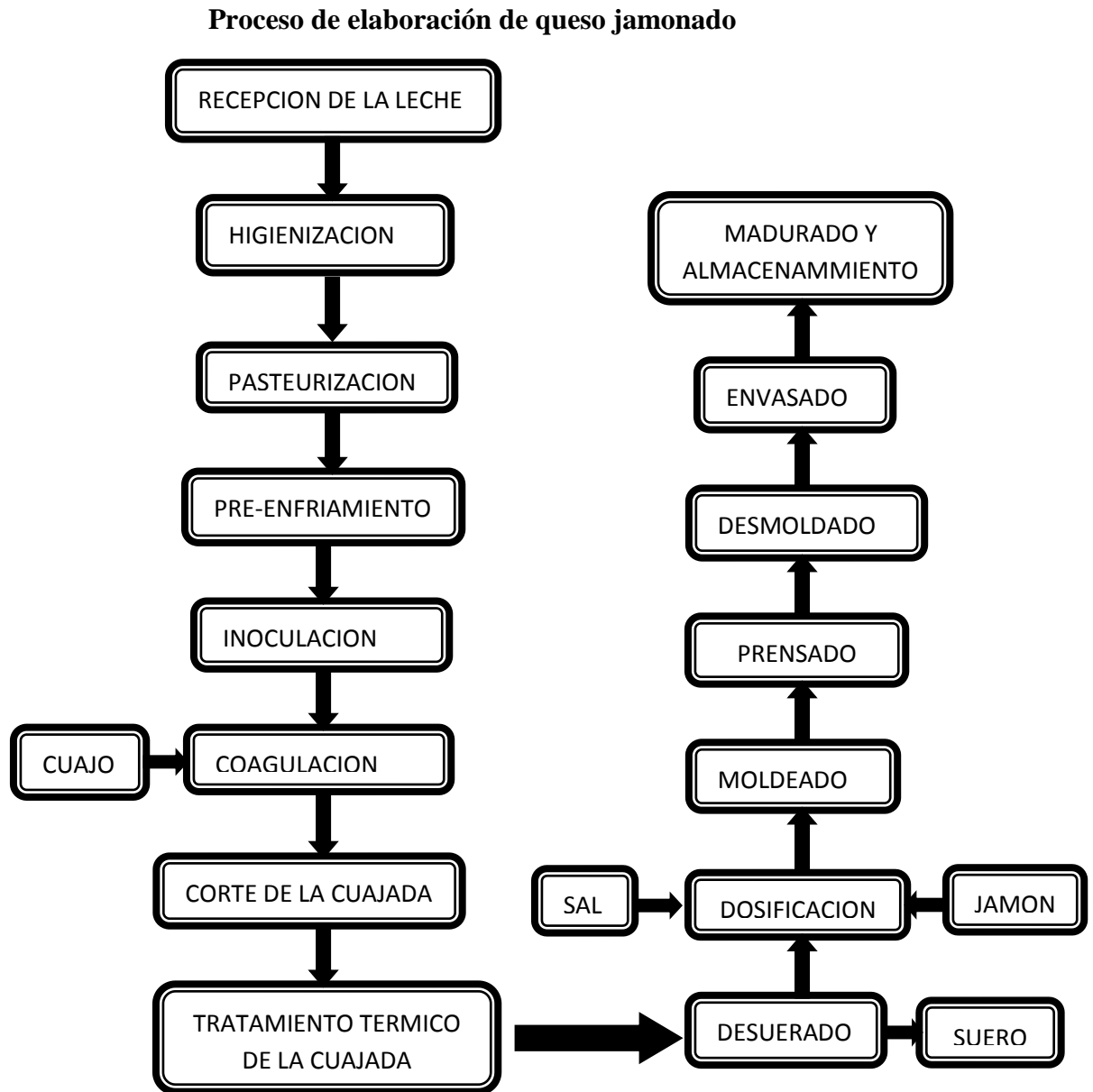
Producto	Procedencia
Cuajo Hansen	Columbia veterinaria
Cloruro de calcio	Columbia veterinaria
Cloruro de sodio (sal)	Mercado de abasto

Fuente: Elaboración propia

3.4 PROCESO DE ELABORACION DE QUESO JAMONADO

Para el proceso de elaboración de queso jamonado se tomó en cuenta Zamora, 2011 tecnología de la leche que se detalla en la figura 3.1.

Figura 3.1



Fuente: Elaboración propia

3.4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE QUESO JAMONADO

3.4.1.1 RECEPCION DE LA LECHE

La leche fue transportada de la granja en tachos de acero hacia la planta de proceso, donde al recibirla se tomó muestras para la realización de análisis, los cuales deben cumplir con los parámetros establecidos para la aceptación:

Cuadro 3.8
Características físicas de la leche para procesar

parámetros	Características
Temperatura	24°C
pH	6,9
Solidos totales	9,6 °Brix
Prueba de mastitis	No presento la formación de coagulo
Características organolépticas	
Color	Blanco ligeramente amarillento
Olor	Característico de leche fresca
Sabor	Característico de leche fresca

Fuente: Elaboración propia

La leche para elaborar quesos debe cumplir con todas las normas higiénicas y de calidad no debe proceder de vacas con mastitis o sometidas a tratamiento, bajo contenido en caseínas y presencia de antibióticos.

3.4.1.2 HIGIENIZACION

Después de la recepción de la leche se procede a la higienización, se hace pasar la leche por un colador de tela fina que separa las partículas en suspensión. Esta fase consiste en el filtrado de la leche para eliminar macro-sustancias extrañas procedentes de su manipulación.

3.4.1.3 PASTEURIZACION

La pasteurización es un proceso térmico que se realiza para eliminar los microorganismos patógenos presentes en la leche, sin alterar sus propiedades físicas y químicas.

La pasteurización consiste en calentar la leche hasta una temperatura de 65°C por un tiempo de diez minutos, la pasteurización es muy importante porque garantiza la destrucción de microorganismos patógenos, reduce el número bacteriano, prolonga el valor comercial, destruye e inactiva gran cantidad de enzimas que dañan la leche. (Zamora, 2011).

3.4.1.4 PRE-ENFRIAMIENTO

Después de la pasteurización, la leche debe ser enfriada hasta 36°C para la aplicación del cuajo, es importante que durante la pasteurización y enfriamiento, se agita de manera constante para favorecer la evaporación de gases que generan sabores y olores desagradables en el queso.

3.4.1.5 INOCULACION

Se agrega el cultivo láctico con el objetivo de ambientar a los microorganismos a nuevas condiciones del medio como temperatura y acidez, antes de agregar el cuajo. Para el proceso se trabajó con un cultivo láctico para queso tipo termófilo TCC-4 (Hansen), que contiene *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus helveticus*.

Luego se agregó el cloruro de calcio para reponer el calcio perdido en la etapa de la pasteurización y facilitar la coagulación.

3.4.1.6 COAGULACION

Se agrega el cuajo agitando para que se distribuya bien, se debe mantener la temperatura de 36°C hasta que coagule totalmente la leche. Para determinar el momento óptimo de cuajado se introduce un cuchillo en la cuajada; si el cuchillo sale

limpio, la cuajada esta lista para cortarse, normalmente el tiempo de cuajado es de 30 a 40 minutos. **(Zamora, 2011).**

Para el proceso de coagulación se utilizó cuajo enzimático *tres muñecas* (Hansen) en sachets de 1,51 gramos para 75 litros de leche.

3.4.1.7 CORTE DE LA CUAJADA

Una vez transcurrido el tiempo de coagulación y comprobando que el gel o cuajada tienen la consistencia y textura adecuada, se procede a su corte mediante instrumentos denominados liras que presentan una serie de hilos tensos y paralelos entre sí. Siempre es mejor que el corte de la cuajada se realice con cortadores de acero inoxidable horizontal y vertical, el corte mejora la consistencia de la cuajada, se debe realizar primero en forma horizontal y luego en forma vertical.

La cuajada que ha sido cortada se llama grano, en esta fase se obtiene dos productos: el grano y el suero. El tamaño del corte de la cuajada (en granos) es en pequeños cubos de un centímetro cubico, aproximadamente. **(Zamora, 2011).**

3.4.1.8 TRATAMIENTO TERMICO DE LA CUAJADA

Después de cortada, se deja reposar de 5 a 10 minutos con una suave agitación. Luego la temperatura del suero que rodea la cuajada es subida en forma lenta hasta 45°C, lo ideal es 1°C cada 5 minutos, para darle textura, esta temperatura deberá lograrse aproximadamente en 20 a 30 minutos del inicio, los cubitos de cuajada deben agitarse con cierta frecuencia para evitar que se aglomeren y formen una masa grande. **(Zamora, 2011).**

Durante este periodo los cubos se reducen a la mitad de su tamaño original por la eliminación del agua y suero. El queso determina el punto al cual se debe parar el calentamiento, ya sea por la apariencia de los cubitos. **(Zamora, 2011).**

3.4.1.9 DESUERADO

Durante el reposo, el grano se asienta en el fondo del recipiente, lo que facilita la eliminación de la mayor parte del suero (3/4 partes). Es necesario tener a la mano una coladera para detener los granos que puedan ir en el suero. El grano al final queda con aproximadamente 1/4 del total de suero. El objetivo es que el suero sea eliminado casi en su totalidad, por lo tanto la cuajada se junta en un extremo del recipiente o quesera y se la deja para que siga drenando.

3.4.1.10 DOSIFICACION

Una vez que se obtiene la cuajada escasa en suero se realiza el proceso de dosificación de la siguiente manera: se desmenuza bien la cuajada y se agrega la sal diluida en suero, y se mezcla bien para que quede bien distribuida en la cuajada.

Esta fase tiene el propósito fundamental de regular el proceso microbiano evitando el crecimiento de microorganismos indeseables, contribuir al desuerado de la cuajada, formar la corteza y potenciar el sabor.

Luego se agrega a la cuajada jamón cortado en láminas, este paso se lo realiza en los moldes de prensado, donde se agrega cuajada y jamón sucesivamente. Una vez unidos estos componentes los intensos aromas y sabores del jamón se mezclen con los de la cuajada y ambos le den a este producto los mejores atributos de aroma y sabor.

3.4.1.11 MOLDEADO

Consiste en el llenado de los granos de la cuajada y del jamón en moldes, cubriéndolo con un lienzo.

3.4.1.12 PRENSADO

Una vez llenados los moldes se pasa al prensado, los moldes llenos son colocados en el prensador y la presión va subiendo paulatinamente, el queso es dejado en el prensador por 24 horas.

El prensado tiene como finalidad dar la forma definitiva al queso, evacuar el suero restante y el aire atrapado entre los granos, también favorece la unión de los granos de la cuajada.

3.4.1.13 DESMOLDADO

Transcurrido el tiempo de prensado, se sacan los moldes del prensador y se retira el lienzo que cubre al queso y se le da las últimas afinaciones antes de su envasado.

3.4.1.14 ENVASADO

El queso es envasado al vacío en bolsas de polietileno de baja densidad con la finalidad de alargar su tiempo de vida útil, luego el producto es etiquetado.

3.4.1.15 MADURADO Y ALMACENAMIENTO

Estos quesos son de corto periodo de maduración, necesitan mínimamente una semana de maduración, tiempo suficiente para que acabe de distribuirse la sal y se formen compuestos aromáticos procedentes de las proteínas.

Durante la maduración se debe controlar:

- temperatura y humedad
- tiempo
- aireación
- condiciones microbiológicas

Para su conservación se introduce los quesos en un freezer a una temperatura de 7 a 10°C.

3.5 METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS

La metodología que fue utilizada para obtener los resultados experimentales, se detalla a continuación.

3.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización general de la materia prima (leche de vaca), se consideraron dos propiedades importantes: física y fisicoquímica.

3.5.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE DE VACA

En el cuadro 3.9 se describen los principales parámetros analizados para la caracterización física de la leche de vaca que se utilizó para la elaboración de queso jamonado.

Cuadro 3.9
Características físicas de la leche de vaca

parámetros	Características
Temperatura	°C
pH	----
Solidos totales	°Brix
Prueba de mastitis	-----
Características organolépticas	
Color	-----
Olor	-----
Sabor	-----

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE DE VACA

En el cuadro 3.10, se describen los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica de la leche.

Cuadro 3.10
Características fisicoquímicas de la leche

Parámetros	Unidad
Humedad	(%)
Proteína total	(%)
Materia grasa	(%)
Lactosa	(%)
Sales minerales	(%)

Fuente: Aurelio Revilla r.

3.5.1.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL JAMON

En el cuadro 3.11 se describen las características fisicoquímicas del tipo de jamón que se utilizó para la elaboración de queso jamonado.

Cuadro 3.11
Características fisicoquímicas del jamón curado por cada 100 gr

Nutriente	Unidades
Calorías	(gr)
Proteínas	(gr)
Grasas	(gr)
Hidratos de carbono	(gr)
Índice glucémico (IG)	(gr)

Fuente: [www. Jamon-cocido.com/guía de alimentos/](http://www.Jamon-cocido.com/guía%20de%20alimentos/)

3.5.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización del producto se realizó en base a tres propiedades importantes: física, fisicoquímica y microbiológica.

3.5.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.12 se muestra los parámetros determinados en el producto final para su caracterización física.

Cuadro 3.12
Características físicas del queso jamonado

Parámetros	Unidades
Peso	gr
Diámetro	cm
tamaño	cm

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2 ANALISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

A continuación se describen los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica del producto final (queso jamonado); que se realizaron en el RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, alimentos y Análisis Ambiental.

Cuadro 3.13
Análisis fisicoquímicos del queso jamonado

Parámetros	Unidades
Humedad	%
pH	%
Materia seca	%
Ceniza (base seca)	%
Carbohidratos	%
Materia grasa	%
Proteína total	%
Fibra	%
Valor energético	Kcal

Fuente: RIMH, 2014

3.5.2.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.14, se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica del producto final (queso jamonado); que se realizaron en el RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental.

Cuadro 3.14
Análisis microbiológicos del queso jamonado

Parámetros	Unidades
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g
Coliformes totales	NMP/g
Coliformes fecales	NMP/g
Echerichia coli	NMP/g
Mohos	UFC/g
Levaduras	UFC/g
Salmonella	NMP/g

Fuente: RIMH, 2014

3.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

La caracterización de un alimento es un proceso largo y complejo que normalmente involucrará a varias disciplinas científicas. El análisis sensorial debería ser una de ellas y concretamente, la obtención del perfil descriptivo o “huella sensorial” del producto una parte fundamental de esa caracterización. Definir y describir qué características o atributos de un alimento son importantes sensorialmente y cómo deben medirse no es una tarea fácil, a pesar de encontrarse ampliamente descrita de forma genérica (Meilgaard et al, 1987).

Los principales tipos de prueba y su aplicación en el análisis sensorial, dando en todos los casos posibles, así como somera identificación de tipo de evaluación estadística de los resultados obtenidos, según (Sancho, 2002) describe tres tipos de pruebas usadas en el análisis sensorial, que son: pruebas descriptivas, discriminatorias y de aceptación o afectiva.

3.5.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

Se preparó tres prototipos (muestras) con diferentes tiempos de maduración, junto con una muestra patrón, las cuales se presentaron a veinticinco jueces no entrenados, mediante un test (Anexo A.1) en escala hedónica; con la finalidad de evaluar los atributos: color, olor, sabor y textura.

3.5.3.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

Se elaboraron dos muestras con diferente tamaño de corte del jamón, las mismas que se presentaron a veinticinco jueces no entrenados, mediante un test (Anexo A.2) en escala hedónica; con el objeto de evaluar los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia.

3.5.3.3 EVALUACION SENSORIAL PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la evaluación sensorial para la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado, se aplicó un test de escala hedónica (anexo A.3), evaluando los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia.

3.5.3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

Para la evaluación sensorial del producto final, se preparó una muestra representativa resultante de las anteriores evaluaciones sensoriales, la cual se presentó a veinticinco jueces no entrenados, mediante un test (Anexo A.4) en escala hedónica; con la finalidad de evaluar los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental, es en análisis estadístico que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un proceso. En un diseño experimental, se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a la causa, para medir el efecto que tienen en otras variables de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas de las variables que hay que manipular, de qué manera, cuantas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido a la necesidad de una presunta relación de causa-efecto (Montgomery, 1991).

3.6.1 DISEÑO FACTORIAL

El diseño factorial, se entiende como aquel, en el que se investiga todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores en cada ensayo completo o réplicas del experimento (Montgomery, 1991).

En el diseño factorial existen varios tipos de diseño factorial, como ser el 2^k que consiste en k factores cada uno con dos niveles pueden ser cuantitativos y cualitativos (Montgomery, 1991), expresada en la ecuación (3.1). En el presente trabajo se utilizó un diseño con dos niveles de variación que se detalla a continuación:

$$2^k$$

Dónde: (Ecuación 3.1)

2=número de niveles

k=número de variables

3.6.2 DISEÑO FACTORIAL 2^3 EN LA ETAPA DE DOSIFICACION DEL QUESO JAMONADO

Para efectuar el diseño experimental en la etapa de dosificación de queso jamonado, se aplicó de acuerdo a la *ecuación (3.1)*, cuyo diseño factorial corresponde a:

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

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

- cuajada y aditivos secundarios (X) = 2 niveles
- Peso del jamón a agregar (Y) = 2 niveles
- Peso de la sal comestible (Z) = 2 niveles

En la tabla 3.1, se muestra la matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de dosificación-mezclado; para la elaboración de queso jamonado, conformado por tres variables: cuajada, jamón y sal.

Tabla 3.1
Diseño factorial de la matriz de variables para la etapa de dosificación del queso jamonado

Combinación de tratamientos	Factores			Interacciones				Total	
	X	Y	Z	XY	XZ	YZ	XYZ	Y _{j1}	Y _{j2}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Y_j = Humedad, variable respuesta; en función del tiempo de maduración (días).

En la tabla 3.2, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), aplicados en la etapa de dosificación-mezclado, conformados por tres variables: cuajada, jamón y sal.

Tabla 3.2
Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación-mezclado de queso jamonado

Variables			Nivel superior	Nivel inferior
Cuajada	(X)		70% (+)	60% (-)
Jamón	(Y)		25% (+)	20% (-)
Sal	(Z)		5% (+)	3% (-)

Fuente: Elaboración propia

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS

Para realizar la caracterización de la materia prima, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla 4.1 se muestran las características físicas de la leche que se utilizó para el proceso de queso jamonado.

Tabla 4.1
Características físicas de la leche de vaca

parámetros	Características
Temperatura	24°C
pH	6,9
Sólidos totales	9,6 °Brix
Prueba de mastitis	No presento la formación de coagulo
Características organolépticas	
Color	Blanco ligeramente amarillento
Olor	Característico de leche fresca
Sabor	Característico de leche fresca

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla 4.2, se muestran las propiedades fisicoquímicas de las materias primas: leche de vaca y jamón. Por 100g consumidos

Tabla 4.2
Análisis fisicoquímico de la leche de vaca

Parámetros	Leche de vaca
Humedad (%)	87
Proteína total (%)	3,35
Materia grasa (%)	3,8
Lactosa (%)	4,7
Sales minerales (%)	0,8

Fuente: Aurelio Revilla r.

Como se puede observar en la tabla 4.2, la leche de vaca tiene un contenido de materia grasa 3,8%; proteína total 3,35%; humedad 87%, lactosa 4.7% y sales minerales 0,8%

4.1.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL JAMÓN CURADO COCIDO

En la tabla 4.3 se pueden observar las características del tipo de jamón que se utilizó para la elaboración de queso jamonado

Tabla 4.3
Características fisicoquímicas del jamón curado cocido cada 100 gr

Nutriente	Cantidad
Calorías	120 kcal/100gr
Proteínas	18.4 gr/100gr
Grasas	5.1 gr/100gr
Hidratos de carbono	0 gr/100 gr
Índice glucémico (IG)	0

Fuente: [www. Jamon-cocido.com/guía de alimentos/](http://www.Jamon-cocido.com/guía%20de%20alimentos/)

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO JAMONADO

Para realizar la caracterización del proceso de elaboración del queso jamonado, se consideraron los siguientes aspectos.

4.2.1 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

Dado que no se contó con datos bibliográficos para precisar el tiempo de maduración de este tipo de queso se tuvo que hacer pruebas a nivel experimental.

Para tal efecto, se elaboraron tres prototipos (muestras) de queso jamonado; manteniendo la misma dosificación y variando el tiempo de maduración entre (1-3) semanas de madurado en frízer a una temperatura de 7 a 10°C, a nivel experimental; tomando en cuenta:

- Muestra de 1 semana (N1)
- Muestra de 2 semanas (N2)
- Muestra de 3 semanas (N3)

En tal caso, se realizó un análisis sensorial de las muestras prototipo; con la finalidad de identificar la preferencia entre las tres muestras a través de veinticinco jueces no entrenados y utilizando un test en escala hedónica (Anexo A.1) para los atributos color, olor, sabor y textura.

4.2.1.1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.4 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.1-1 (Anexo C.1) del atributo color, para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado.

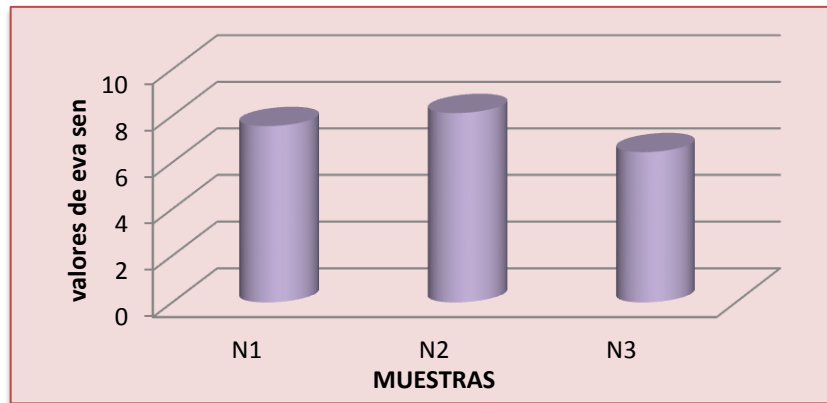
Tabla 4.4
Evaluación sensorial del atributo color para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

JUECES	Muestras (Escala hedónica)			Total Y _j
	N1	N2	N3	
1	8	8	7	23
2	9	8	8	25
3	8	8	7	23
4	7	8	6	21
5	7	8	7	22
6	8	8	5	21
7	8	8	5	21
8	8	9	6	23
9	8	9	5	22
10	7	9	7	23
11	6	8	7	21
12	6	8	6	20
13	7	9	8	24
14	8	7	7	22
15	6	8	6	20
16	8	9	6	23
17	8	9	5	22
18	8	7	6	21
19	8	8	7	23
20	8	8	8	24
21	8	7	6	21
22	7	7	6	20
23	7	8	7	22
24	8	8	7	23
25	8	9	6	23
\bar{X}	7,56	8,12	6,44	22,12

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.1, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.4 para el atributo color.

Figura 4.1
Promedio del atributo color para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.1 la muestra N2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color con un puntaje de (8,12); en comparación con las muestras N1 con (7,56) y N3 con (6,44); que son menores en escala hedónica.

4.2.1.1.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.5 se muestra el análisis de varianza del atributo color de los datos extraídos de la tabla C.1-2 (Anexo C.1).

Tabla 4.5
Análisis de varianza del atributo color para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	81,54	74			
Tratamientos	36,58	2	18,29	28,55	3,19
Jueces	14,21	24	0,59	0,92	1,75
Error	30,74	48	0,64		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.5, $F_{cal} > F_{tab}$ ($28,55 > 3,19$) para los tratamientos. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos N1, N2 y N3 para una $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,92 < 1,75$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los veinticinco jueces para $p < 0,05$.

4.2.1.1.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.6, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.1-5 (Anexo C.1).

Tabla 4.6
Análisis estadístico de Duncan del atributo color para determinar el tiempo de maduración de queso jamonado

Tratamientos	Análisis de valores	Efectos
N2-N1	0,56 > 0,45	Existe diferencia significativa
N2-N3	1,68 > 0,48	Existe diferencia significativa
N1-N3	1,12 > 0,45	Existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6, se observa que los tratamientos (N2-N1); (N2-N3) y (N1-N3) si son significativos para un límite de confianza del 95%. Sin embargo, tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra N2 (tiempo de maduración dos semanas) que obtuvo mayor puntaje de (8,12) para el atributo color en escala hedónica, como la mejor opción.

4.2.1.2 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.7 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.1-6 (Anexo C.1) del atributo olor, para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado.

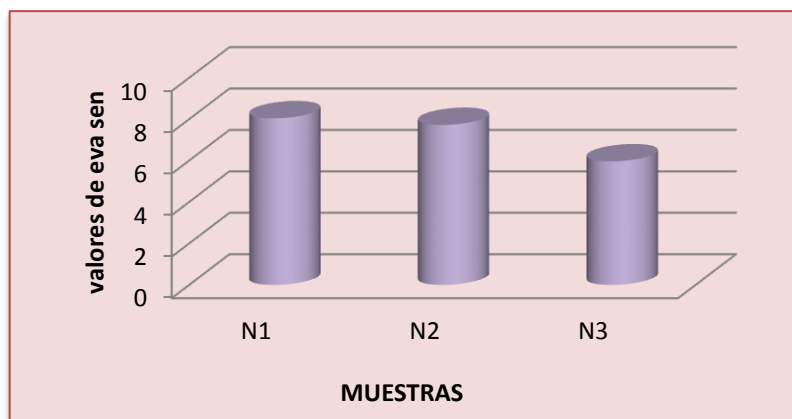
Tabla 4.7
Evaluación sensorial del atributo olor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

JUECES	Muestras (Escala hedónica)			Total Yj
	N1	N2	N3	
1	9	9	8	26
2	8	8	7	23
3	9	7	7	23
4	9	6	4	19
5	7	8	7	22
6	8	7	6	21
7	8	8	5	21
8	8	8	6	22
9	8	7	5	20
10	9	7	6	22
11	7	8	7	22
12	8	8	6	22
13	7	8	6	21
14	7	8	6	21
15	9	8	6	23
16	8	8	5	21
17	8	7	6	21
18	9	8	5	22
19	8	7	6	21
20	7	8	6	21
21	8	8	6	22
22	7	8	5	20
23	9	7	6	22
24	7	9	5	21
25	9	8	7	24
X	8,04	7,72	5,96	21,72

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.2 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.7 para el atributo olor.

Figura 4.2
Promedio del atributo olor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.2, la muestra N1 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo olor con un puntaje de (8,04); en comparación con las muestras N2 con (7,72) y N3 con (5,96); que son menores en escala hedónica.

4.2.1.2.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.8, se muestra el análisis de varianza del atributo olor de los datos extraídos de la tabla C.1-7 (Anexo C.1).

Tabla 4.8
Análisis de varianza del atributo olor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	107,68	74			
Tratamientos	62,72	2	31,36	0,51	3,19
Jueces	15,68	24	0,65	1,07	1,75
Error	29,28	48	0,61		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.8, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,51 < 3,19$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los

promedios de los tratamientos N1 y N2 para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra N1 que tiene un puntaje (8,04) en escala hedónica para el atributo olor, como la mejor opción.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,07 < 1,75$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los veinticinco jueces para $p < 0,05$.

4.2.1.3 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.9, se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.1-8 (Anexo C.1) del atributo sabor, para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado.

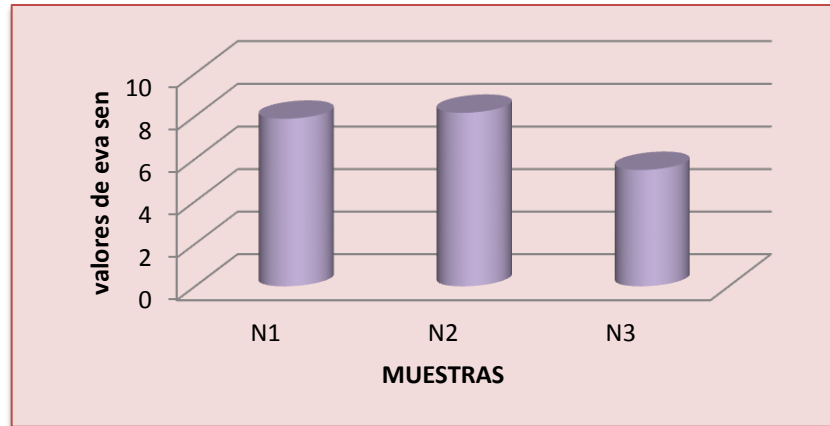
Tabla 4.9
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

JUECES	Muestras (Escala hedónica)			Total Y _j
	N1	N2	N3	
1	8	8	8	24
2	9	8	8	25
3	9	9	7	25
4	7	8	2	17
5	6	8	6	20
6	8	9	6	23
7	9	7	5	21
8	8	9	5	22
9	8	9	5	22
10	8	8	5	21
11	7	8	5	20
12	7	8	6	21
13	7	9	6	22
14	8	8	6	22
15	6	8	6	20
16	8	9	5	22
17	9	8	5	22
18	8	8	5	21
19	8	9	5	22
20	9	8	6	23
21	9	8	5	22
22	8	6	5	19
23	8	9	5	22
24	8	7	5	20
25	7	8	5	20
\bar{X}	7,88	8,16	5,48	21,52

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.9 para el atributo sabor.

Figura 4.3
Promedio del atributo sabor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.3, la muestra N2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de (8,16); en comparación con las muestras N1 con (7,88) y N3 con (5,48); que son menores en escala hedónica.

4.2.1.3.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.10, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor de los datos extraídos de la tabla C.1-9 (Anexo C.1).

Tabla 4.10
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	172,74	74			
Tratamientos	108,50	2	54,25	67,81	3,19
Jueces	25,41	24	1,05	1,30	1,75
Error	38,82	48	0,80		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.10, $F_{cal} > F_{tab}$ ($67,81 > 3,19$) para los tratamientos. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa

entre los promedios de los tratamientos N1, N2 y N3 para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,30 < 1,75$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los veinticinco jueces para una $p < 0,05$.

4.2.1.3.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.11, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor de los datos extraídos de la tabla C.1-12 (Anexo C.1).

Tabla 4.11
Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor para determinar el tiempo de maduración de queso jamonado

Tratamientos	Análisis de valores	Efectos
N2-N1	0,28 < 0,48	No existe diferencia significativa
N2-N3	2,68 > 0,51	Si existe diferencia significativa
N1-N3	2,4 > 0,48	Si existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11, se observa para el tratamiento (N2-N3) y (N1- N3) si existe evidencia estadística de variación; por lo que existe diferencia significativa entre las muestras N1, N2 y N3 para un límite de confianza del 95%. Pero tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra N2 (tiempo de maduración dos semanas), que obtuvo un mayor puntaje (8,16) en escala hedónica del atributo sabor, como la mejor opción.

4.2.1.4 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.12, se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.1-13 (Anexo C.1) del atributo textura, para determinar el tiempo de maduración de queso jamonado.

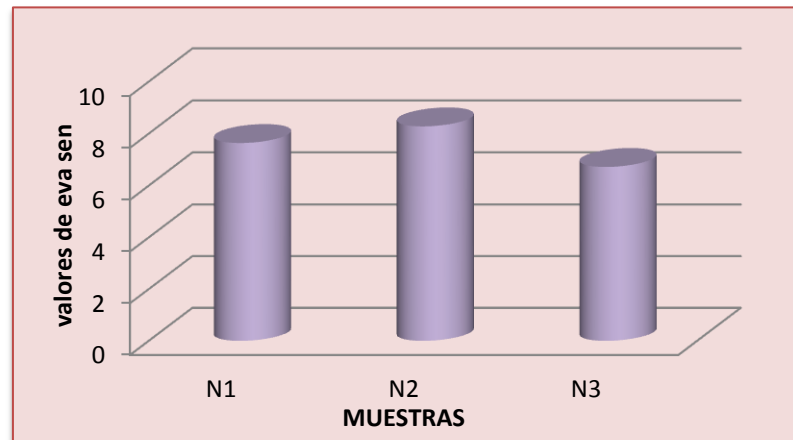
Tabla 4.12
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

JUECES	Muestras (Escala hedónica)			Total Y _j
	N1	N2	N3	
1	9	8	8	25
2	8	9	8	25
3	9	9	8	26
4	6	8	5	19
5	6	8	7	21
6	8	9	7	24
7	8	8	6	22
8	8	9	7	24
9	7	9	6	22
10	8	8	7	23
11	6	8	7	21
12	6	8	6	20
13	7	7	8	22
14	7	8	7	22
15	6	8	6	20
16	8	9	7	24
17	8	7	7	22
18	9	8	7	24
19	9	8	7	24
20	8	8	7	23
21	9	8	6	23
22	8	8	6	22
23	7	9	6	22
24	8	9	6	23
25	8	9	6	23
\bar{X}	7,64	8,28	6,72	22,64

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenida de la tabla 4.12 para el atributo textura.

Figura 4.4
Promedio del atributo textura para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.4, la muestra N2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura con un puntaje de (8,28); en comparación con las muestras N1 con (7,64) y N3 con (6,72); que son menores en escala hedónica.

4.2.1.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.13, se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla C.1-14 (Anexo C.1).

Tabla 4.13
Análisis de varianza del atributo textura para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	80,58	74			
Tratamientos	30,74	2	15,37	27,44	3,19
Jueces	22,58	24	0,94	1,65	1,75
Error	27,25	48	0,56		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.13, $F_{cal} > F_{tab}$ ($27,44 > 3,19$) para los tratamientos. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa

entre los promedios de los tratamientos N1, N2 y N3 para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,65 < 1,75$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los veinticinco jueces para $p < 0,05$.

4.2.1.4.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MADURACION DEL QUESO JAMONADO

En la tabla 4.14 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.1-17 (Anexo C.1).

Tabla 4.14

Análisis estadístico de Duncan del atributo textura para determinar el tiempo de maduración de queso jamonado

Tratamientos	Análisis de valores	Efectos
N2-N1	0,64 > 0,39	Existe diferencia significativa
N2-N3	1,56 > 0,42	Existe diferencia significativa
N1-N3	0,92 > 0,39	Existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14, se observa para los tratamientos (N2-N1); (N2-N3) y (N1-N3) si existe evidencia estadística de variación, por lo que existe diferencia significativa entre las muestras N1, N2 Y N3 para un límite de confianza del 95%. Sin embargo, tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra N2 (tiempo de maduración dos semanas) que obtuvo mayor puntaje (8,28) en escala hedónica del atributo textura, como la mejor opción.

En base a los valores obtenidos de la evaluación sensorial para determinar el tiempo de maduración del queso jamonado, aplicado a las muestras; N1(tiempo de maduración una semana), N2 (tiempo de maduración dos semanas) y N3 (tiempo de maduración tres semanas), se pudo determinar que la muestra N2 (tiempo de maduración dos semanas), es la más aceptada por los jueces, además que sus atributos

obtuvieron un puntaje de: (8,12) color; (7,72) olor; (8,16) sabor; (8,28) textura. Por tanto se concluye que N2 es la mejor muestra para $p < 0,05$.

4.2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

Debido a que en el mercado local no se cuenta con una muestra patrón de esta variedad de quesos (queso jamonado), se vio por conveniente realizar pruebas a nivel experimental variando el tamaño de corte del jamón en el queso. Es así que, se elaboraron dos muestras (jamón en cubos de 1cm y láminas de ½ cm), y tomando en cuenta la aplicación del tiempo de maduración de la muestra M2 (2 semanas), con las siguientes características:

- Muestra con la adición de jamón en cubos de 1cm (M1)
- Muestra con adición de láminas de jamón de ½ cm (M2)

Para tal efecto, se realizó una evaluación sensorial mediante treinta jueces no entrenados; utilizando un test de escala hedónica (Anexo A.2) donde se analizaron los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia.

4.2.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.15 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.2-18 (Anexo C.2) del atributo color, para determinar el prototipo de queso jamonado.

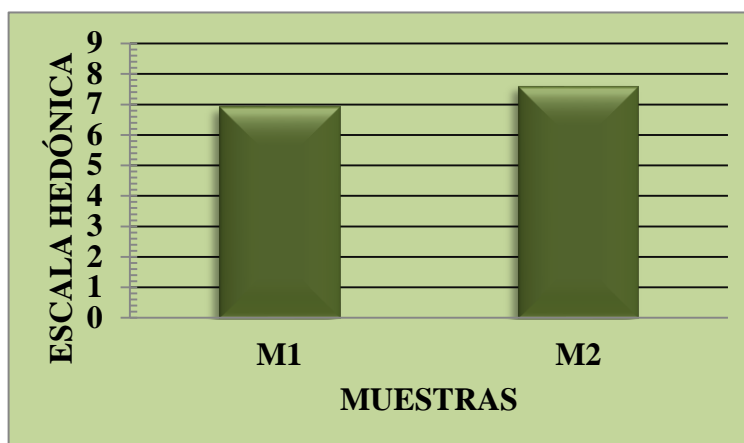
Tabla 4.15
Evaluación sensorial del atributo color para determinar el prototipo de queso
jamonado

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		Total (Y _j)
	M1	M2	
1	8	7	15
2	7	8	15
3	7	8	15
4	7	9	16
5	6	8	14
6	9	9	18
7	7	7	14
8	7	8	15
9	8	6	14
10	6	8	14
11	6	7	13
12	8	8	16
13	6	8	14
14	7	6	13
15	9	8	17
16	6	7	13
17	6	7	13
18	5	7	12
19	7	8	15
20	6	7	13
21	7	9	16
22	7	7	14
23	8	8	16
24	5	7	12
25	7	5	12
26	7	8	15
27	8	9	17
28	7	8	15
29	6	8	14
30	8	8	16
\bar{X}	6,93	7,60	14,53

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.15 para el atributo color.

Figura 4.5
Promedio del atributo color para determinar el prototipo de queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.5 la muestra M2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color con un puntaje de (7,60); en comparación con la muestra M1, que es menor con (6,93) en escala hedónica.

4.2.2.1.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.16, se muestra el análisis de varianza del atributo olor de los datos extraídos de la tabla C.2-19 (Anexo C.2).

Tabla 4.16
Análisis de varianza del atributo color para determinar el prototipo de queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	61,73	60			
Tratamientos	6,67	1	6,67	9,51	4,18
Jueces	34,73	29	1,20	1,71	1,86
Error	20,33	29	0,70		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.16, $F_{cal} > F_{tab}$ ($9,51 > 4,18$) para los tratamientos. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativas entre los promedios de los tratamientos M1 y M2 para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,71 < 1,86$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los treinta jueces para $p < 0,05$.

4.2.2.1.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.17 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.2-22 (Anexo C.2).

Tabla 4.17

Análisis estadístico de Duncan del atributo color para determinar el prototipo de queso jamonado

Tratamiento	Análisis de valores	Efecto
M2-M1	0,67 > 0,43	Si existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17, se observa para el tratamiento (M2-M1) si existe evidencia estadística de variación; por lo que existe diferencia significativa entre las muestras M1 y M2, para un límite de confianza del 95%. Pero se toma en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra (M2) (jamón en láminas), que obtuvo un mayor puntaje (7,60) en escala hedónica del atributo color, como la mejor opción.

4.2.2.2 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.18, se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.2-23 (Anexo C.2) del atributo olor, para determinar el prototipo de queso jamonado.

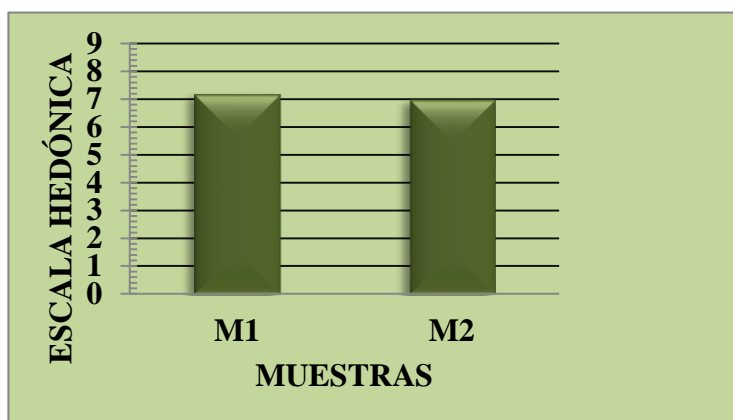
Tabla 4.18
Evaluación sensorial del atributo olor para determinar el prototipo de queso
jamonado

Jueces	Muestras (escala hedónica)		Total Yi
	M1	M2	
1	7	8	15
2	7	7	14
3	7	7	14
4	6	6	12
5	7	7	14
6	8	8	16
7	7	8	15
8	6	7	13
9	6	7	13
10	6	7	13
11	6	7	13
12	6	6	12
13	7	8	15
14	8	9	17
15	8	7	15
16	8	8	16
17	8	6	14
18	8	6	14
19	8	6	14
20	7	6	13
21	7	7	14
22	7	7	14
23	7	7	14
24	8	7	15
25	7	7	14
26	6	7	13
27	9	8	17
28	7	6	13
29	8	7	15
30	9	6	15
\bar{X}	7,2	7,0	14,2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.18 para el atributo olor.

Figura 4.6
Promedio del atributo olor para determinar el prototipo de queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.6, la muestra M1 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo olor con un puntaje de (7,2); en comparación con la muestra M2, que es menor con (7,0) en escala hedónica.

4.2.2.2.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.19 se muestra el análisis de varianza del atributo olor de los datos extraídos de la tabla C.2-24 (Anexo C.2).

Tabla 4.19
Análisis de varianza del atributo olor para determinar el prototipo de queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	44,4	59			
Tratamientos	0,6	1	0,6	1	4,18
Jueces	23,4	29	0,80	1,34	1,86
Error	17,4	29	0,6		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.19, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1 < 4,18$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos M1 y M2 para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la

hipótesis planteada tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 que tiene un puntaje (7,2) en escala hedónica para el atributo textura, como la mejor opción.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,34 < 1,86$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los treinta jueces para $p < 0,05$.

4.2.2.3 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.20 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.2-25 (Anexo C.2) del atributo sabor, para determinar el prototipo de queso jamonado.

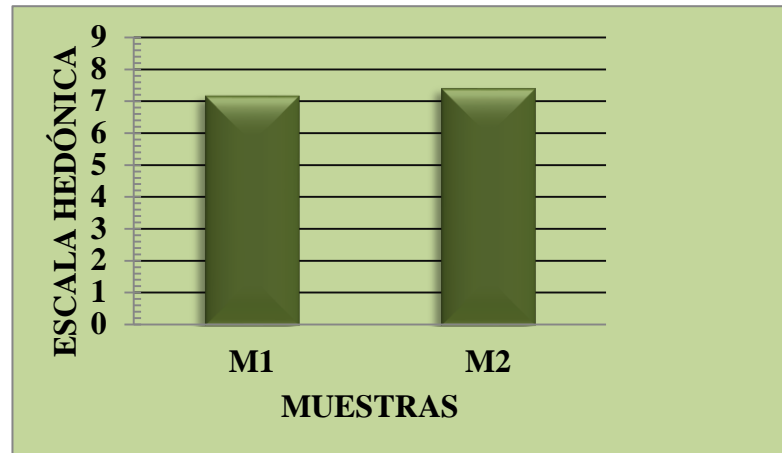
Tabla 4.20
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el prototipo de queso
jamonado

Jueces	Muestras (escala hedónica)		Total Yi
	M1	M2	
1	8	9	17
2	6	7	13
3	8	9	17
4	8	9	17
5	7	7	14
6	7	8	15
7	8	7	15
8	7	8	15
9	7	8	15
10	7	8	15
11	7	6	13
12	7	7	14
13	7	7	14
14	6	7	13
15	6	7	13
16	7	8	15
17	8	9	17
18	6	7	13
19	8	6	14
20	7	6	13
21	7	7	14
22	7	7	14
23	7	7	14
24	8	7	15
25	7	7	14
26	6	7	13
27	9	8	17
28	6	7	13
29	8	7	15
30	8	8	16
\bar{X}	7,16	7,40	14,667

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenida de la tabla 4.20 para el atributo sabor.

Figura 4.7
Promedio del atributo sabor para determinar el prototipo de queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.7, la muestra M2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de (7,40); en comparación con la muestra M1, que es menor con (7,16) en escala hedónica.

4.2.2.3.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.21 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor de los datos extraídos de la tabla C.2-26 (Anexo C.2).

Tabla 4.21
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar el prototipo de queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	40,18	59			
Tratamientos	0,81	1	0,81	2,02	4,18
Jueces	27,68	29	0,95	2,36	1,86
Error	11,68	29	0,40		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.21 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,02 < 4,18$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos M1 y M2 para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta

la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M2 que tiene un puntaje (7,27) en escala hedónica para el atributo sabor, como la mejor opción.

- Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ (2,36 > 1,86). Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los treinta jueces para $p < 0,05$.

4.2.2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.22 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.2-27 (Anexo C.2) del atributo textura, para determinar el prototipo de queso jamonado.

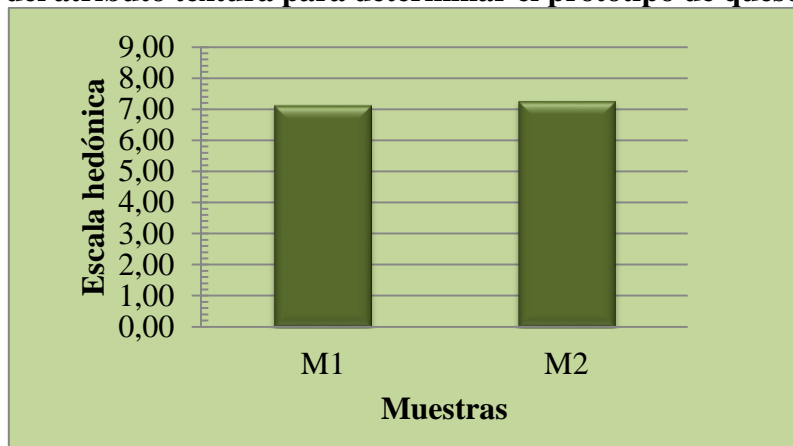
Tabla 4.22
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar el prototipo de queso
jamonado

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		Total (Y _j)
	M1	M2	
1	8	8	16
2	9	8	17
3	7	8	15
4	8	9	17
5	6	8	14
6	9	9	18
7	7	7	14
8	7	8	15
9	8	6	14
10	8	8	16
11	6	6	12
12	8	6	14
13	7	8	15
14	8	7	15
15	8	7	15
16	6	7	13
17	6	8	14
18	7	6	13
19	6	8	14
20	6	5	11
21	7	8	15
22	6	7	13
23	7	8	15
24	5	5	10
25	5	5	10
26	8	6	14
27	8	9	17
28	8	8	16
29	8	8	16
30	7	7	14
\bar{X}	7,13	7,27	14,40

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.8 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.22 para el atributo textura.

Figura 4.8
Promedio del atributo textura para determinar el prototipo de queso jamonado



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.8 la muestra M2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura con un puntaje de (7,27); en comparación con la muestra M1, que es menor con (7,13) en escala hedónica.

4.2.2.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.23 se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla C.2-28 (Anexo C.2).

Tabla 4.23
Análisis de varianza del atributo textura para determinar el prototipo de queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	73,60	59			
Tratamientos	0,27	1	0,27	0,41	4,18
Jueces	54,60	29	1,88	2,91	1,86
Error	18,73	29	0,64		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.23 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,41 < 4,18$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos M1 y M2 para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M2 que tiene un puntaje (7,27) en escala hedónica para el atributo textura, como la mejor opción.
- Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($2,91 > 1,86$). Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los treinta jueces para $p < 0,05$.

4.2.2.5 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.24 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.2-29 (Anexo C.2) del atributo apariencia, para determinar el prototipo de queso jamonado.

Tabla 4.24
Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar el prototipo de queso jamonado

Jueces	Muestras (escala hedónica)		Total Y _i
	M1	M2	
1	7	9	16
2	6	8	14
3	7	9	16
4	6	8	14
5	7	7	14
6	7	8	15
7	7	8	15
8	6	9	15
9	7	9	16
10	7	8	15
11	6	7	13
12	7	8	15
13	6	7	13
14	6	8	14
15	6	7	13
16	8	9	17
17	7	8	15
18	7	8	15
19	8	9	17
20	8	8	16
21	6	8	14
22	7	9	16
23	7	9	16
24	7	9	16
25	7	8	15
26	6	8	14
27	8	7	15
28	7	8	15
29	7	8	15
30	8	8	16
\bar{X}	6,86	8,13	15

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial, obtenida de la tabla 4.24 para el atributo apariencia.

Figura 4.9
Promedio del atributo apariencia para determinar el prototipo de queso jamonado



Fuente: Elaboracion propia

Como se observa en la figura 4.9 la muestra M2 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo apariencia con un puntaje de (8,13); en comparación con la muestra M1, que es menor con (6,86) en escala hedónica.

4.2.2.2.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.25 se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla C.2-30 (Anexo C.2).

Tabla 4.25
Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar el prototipo de queso jamonado

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	51	60			
Tratamientos	24,06	1	24,06	70,26	4,18
Jueces	17	29	0,58	1,71	1,86
Error	9,93	29	0,34		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.25 $F_{cal} > F_{tab}$ ($70,26 > 4,18$) para los tratamientos. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos M1 y M2 para $p < 0,05$. Por lo tanto, esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($1,71 > 1,86$). Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencias significativa entre los treinta jueces para $p < 0,05$.

4.2.2.3.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PROTOTIPO DE QUESO JAMONADO

En la tabla 4.26, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor de los datos extraídos de la tabla C.2-33 (Anexo C.2).

Tabla 4.26
Análisis estadístico de Duncan del atributo apariencia para determinar el prototipo de queso jamonado

Tratamiento	Análisis de valores	Efecto
M2-M1	1,27 > 0,44	Si existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.26 se observa para el tratamiento (M2-M1) si existe evidencia estadística de diferencia significativa; por lo que existe diferencia significativa entre las muestras M1 y M2, para un límite de confianza del 95%. Pero tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra (M2) (jamón en láminas), que obtuvo un mayor puntaje (8,13) en escala hedónica del atributo apariencia, como la mejor opción.

Según resultados obtenidos de la evaluación sensorial para elegir el prototipo de queso jamonado aplicado a las muestras M1 (jamón en cubos) y M2 (jamón en láminas) se determinó un puntaje para los atributos color de 7,60; olor de 7,2; sabor de 7,4; textura de (7,27) y apariencia de (8,13) en escala hedónica, que M2 es la muestra prototipo de mayor preferencia. Así mismo para el atributo color y apariencia si existe evidencia estadística de diferencia significativa entre las muestras M1 y M2, en tanto que los atributos olor, sabor, y textura no tienen evidencia estadística de diferencia significativa.

4.3 CARACTERIZACION DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ELABORACION DE QUESO JAMONADO

Para la caracterización de las variables del proceso, se vio por conveniente aplicar el diseño experimental en la etapa dosificación-mezclado, con la finalidad de establecer cuál de las variables tiene mayor incidencia en la elaboración del producto, tomando en cuenta la muestra M2 (adición de jamón cortado en láminas) que salió elegida en la anterior evaluación; es así que se desarrolló el diseño considerando como variables: cuajada (X), jamón (Y) y sal comestible (Z); donde se elaboraron ocho muestras, aplicando una evaluación sensorial con su análisis estadístico.

4.3.1 DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE ELABORACION DE QUESO JAMONADO

Para realizar la dosificación de materias primas en el proceso de elaboración de queso jamonado, se elaboraron ocho muestras; donde se hizo variar los porcentajes de cuajada, jamón y sal. La descripción porcentual de las muestras se detalla a continuación:

P1 (cuajada 60%, jamón 20%, sal 3%)

P2 (cuajada 70%, jamón 20%, sal 3%)

P3 (cuajada 60%, jamón 25%, sal 3%)

P4 (cuajada 70%, jamón 25%, sal 3%)

P5 (cuajada 60%, jamón 20%, sal 5%)

P6 (cuajada 70%, jamón 20%, sal 5%)

P7 (cuajada 60%, jamón 25%, sal 5%)

P8 (cuajada 70%, jamón 25%, sal 5%)

En base a las anteriores dosificaciones las muestras, se sometieron a una evaluación sensorial compuesta de quince jueces no entrenados que calificaron los atributos: color, olor, sabor, textura y presentación.

4.3.1.1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.27 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.3-34 (Anexo C.3) del atributo color, para determinar la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado.

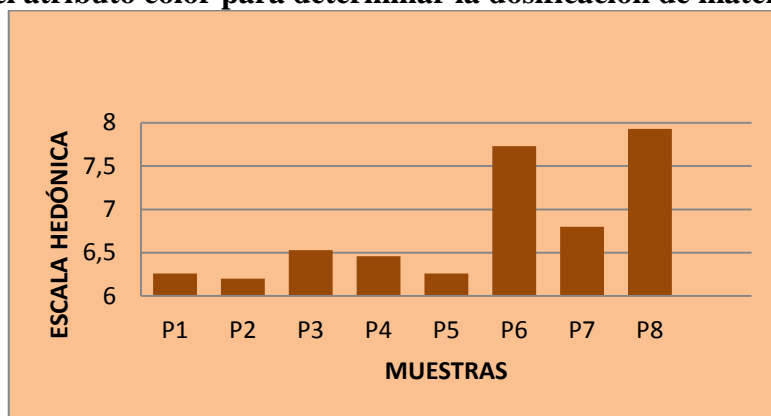
Tabla 4.27
Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de materias primas

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	7	7	6	6	8	7	9	56
2	7	6	7	7	6	9	8	9	59
3	7	7	6	7	6	7	7	8	55
4	6	6	6	6	7	9	8	9	57
5	7	7	8	6	6	8	7	8	57
6	7	7	6	7	7	7	6	8	55
7	5	6	7	5	6	7	7	7	50
8	6	5	6	7	7	7	6	8	52
9	5	6	7	7	6	7	6	8	52
10	6	5	6	7	6	7	7	7	51
11	6	6	7	7	5	8	7	8	54
12	7	6	5	6	6	9	6	7	52
13	7	7	6	6	7	8	7	7	55
14	5	6	7	7	6	7	6	8	52
15	7	6	7	6	7	8	7	8	56
\bar{X}	6,26	6,2	6,53	6,46	6,26	7,73	6,8	7,93	54,17

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.10 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.27 para el atributo color.

Figura 4.10
Promedio del atributo color para determinar la dosificación de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.10 la muestra P8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color con un puntaje de (7,93); seguido de la muestra P6 con (7,73); en comparación de P7, P3, P4, P1, P5 y P2 que son menores en escala hedónica.

4.3.1.1.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.28, se muestra el análisis de varianza del atributo color de los datos extraídos de la tabla C.3-35 (Anexo C.3).

Tabla 4.28
Análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de materias primas

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	104,92	119			
Tratamientos	48,92	7	6,98	16,61	2,11
Jueces	11,8	14	0,84	2	1,81
Error	44,2	98	0,42		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.28 $F_{cal} > F_{tab}$ ($16,61 > 2,11$) para los tratamientos. Por lo tanto, si existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos, para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición nos indica la evidencia de recurrir la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($2 > 1,81$). Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3.1.1.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.29 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.3-38 (Anexo C.3).

Tabla 4.29
Análisis estadístico de Duncan del atributo color para determinar la dosificación de materia prima

Tratamientos	Análisis de valores		Efectos
P8-P6	0,02	< 0,46	No existe diferencias
P8-P7	0,13	< 0,49	No existe diferencias
P8-P3	1,4	> 0,51	Si existe diferencias
P8-P4	1,47	> 0,52	Si existe diferencias
P8-P1	1,67	> 0,53	Si existe diferencias
P8-P5	1,67	> 0,54	Si existe diferencias
P8-P2	2,73	> 0,54	Si existe diferencias
P6-P7	0,93	> 0,46	Si existe diferencias
P6-P3	1,53	> 0,49	Si existe diferencias
P6-P4	1,27	> 0,51	Si existe diferencias
P6-P1	1,47	> 0,52	Si existe diferencias
P6-P5	1,47	> 0,53	Si existe diferencias
P6-P2	1,53	> 0,54	Si existe diferencias
P7-P3	0,27	< 0,54	No existe diferencias
P7-P4	0,34	< 0,46	No existe diferencias
P7-P1	0,54	> 0,49	Si existe diferencias
P7-P5	0,54	> 0,51	Si existe diferencias
P7-P2	0,6	> 0,52	Si existe diferencias
P3-P4	0,07	< 0,53	No existe diferencias
P3-P1	0,27	< 0,54	No existe diferencias
P3-P5	0,27	< 0,54	No existe diferencias
P3-P2	0,33	< 0,46	No existe diferencias
P4-P1	0,2	< 0,49	No existe diferencias
P4-P5	0,2	< 0,51	No existe diferencias
P4-P2	0,26	< 0,52	Si existe diferencias
P1-P5	0,0	< 0,53	No existe diferencias
P1-P2	0,06	< 0,54	Si existe diferencias
P5-P2	0,06	< 0,54	Si existe diferencias

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.29 se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos [(P8-P3); (P8-P4); (P8-P1); (P8-P5); (P8-P2); (P6-P7); (P6-P3); (P6-P4); (P6-P1); (P6-P5); (P6-P2); (P7-P1); (P7-P5); (P7-P2); (P4-P2); (P1-P2); y (P5-P2), tales son significativos para un límite de confianza del 95%, y no existe diferencia significativa entre los tratamientos: (P8-P6); (P8-P7); (P7-P3); (P7-P4); (P3-P4); (P3-P1); (P3-P5); (P3-P2); (P4-P1); (P4-P5); y (P1-P5)], para un límite de confianza del 95%. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra P8 que tiene un puntaje (7,93) en escala hedónica para el atributo color, como la mejor opción.

4.3.1.2 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.30 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.3-39 (Anexo C.3) del atributo olor, para determinar la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado.

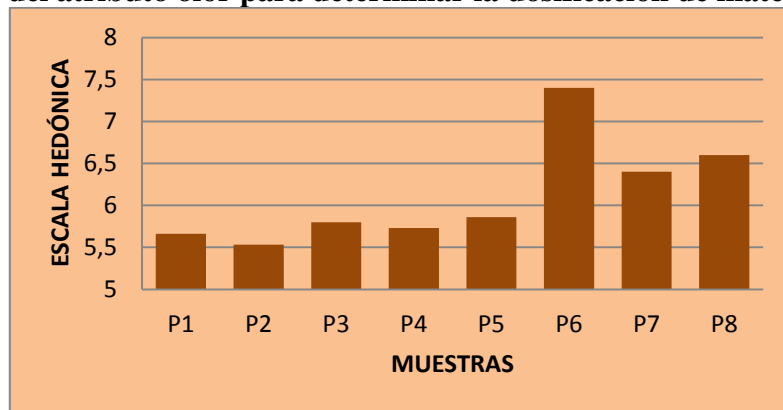
Tabla 4.30
Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la dosificación de materias primas

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	6	6	5	7	8	6	8	52
2	5	7	6	5	6	7	7	6	49
3	6	6	5	4	5	8	5	6	45
4	7	5	6	5	7	6	6	7	49
5	5	6	7	6	7	8	8	6	53
6	7	5	5	5	5	6	7	6	46
7	4	6	5	6	5	7	6	6	45
8	5	5	6	7	6	7	8	7	51
9	5	4	6	4	6	6	5	7	43
10	6	6	5	7	5	9	5	7	50
11	7	5	7	6	6	8	6	6	51
12	5	7	6	8	5	7	7	6	51
13	4	4	5	5	7	9	6	7	47
14	7	5	7	6	6	7	8	7	53
15	6	6	5	7	5	8	6	7	50
\bar{X}	5,66	5,53	5,8	5,73	5,86	7,4	6,4	6,6	48,98

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.11 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.30 para el atributo olor.

Figura 4.11
Promedio del atributo olor para determinar la dosificación de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.11 la muestra P6 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo olor con un puntaje de (7,4); seguido de la muestra P8 con (6,6); en comparación de P7, P5, P3, P4, P1 y P2 que son menores en escala hedónica.

4.3.1.1.2 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.31 se muestra el análisis de varianza del atributo olor de los datos extraídos de la tabla C.3-40 (Anexo C.3).

Tabla 4.31
Análisis de varianza del atributo olor para determinar la dosificación de materias primas

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	141,12	119			
Tratamientos	42,19	7	20,16	21,44	2,11
Jueces	17	14	3,01	3,20	1,81
Error	98,93	98	0,94		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.31, $F_{cal} > F_{tab}$ ($21,44 > 2,11$) para los tratamientos. Por lo tanto, si existe evidencia estadística de diferencia

significativa entre los promedios de los tratamientos, para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

- Para los jueces, $F_{cal} > F_{tab} (3,20 > 1,81)$. Por lo tanto, existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3.1.1.3 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.32 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.3-43 (Anexo C.3).

Tabla 4.32
Análisis estadístico de Duncan del atributo olor para determinar la dosificación de materia prima

Tratamientos	Análisis de valores		Efectos
P6-P8	0,8	> 0,7	Si existe diferencias
P6-P7	1	> 0,73	Si existe diferencias
P6-P5	1,54	> 0,77	Si existe diferencias
P6-P3	1,6	> 0,78	Si existe diferencias
P6-P4	1,67	> 0,8	Si existe diferencias
P6-P1	1,74	> 0,81	Si existe diferencias
P6-P2	1,87	> 0,82	Si existe diferencias
P8-P7	0,2	< 0,7	No existe diferencias
P8-P5	0,74	> 0,73	Si existe diferencias
P8-P3	0,8	> 0,77	Si existe diferencias
P8-P4	0,87	> 0,78	Si existe diferencias
P8-P1	0,94	> 0,8	Si existe diferencias
P8-P2	1,07	> 0,81	Si existe diferencias
P7-P5	0,54	< 0,82	No existe diferencias
P7-P3	0,6	< 0,7	No existe diferencias
P7-P4	0,67	< 0,73	No existe diferencias
P7-P1	0,74	< 0,77	No existe diferencias
P7-P2	0,87	> 0,78	Si existe diferencias
P5-P3	0,06	< 0,8	No existe diferencias
P5-P4	0,13	< 0,81	No existe diferencias
P5-P1	0,2	< 0,82	No existe diferencias
P5-P2	0,33	> 0,7	Si existe diferencias
P3-P4	0,07	< 0,73	No existe diferencias
P3-P1	0,14	< 0,77	No existe diferencias
P3-P2	0,27	< 0,78	No existe diferencias
P4-P1	0,07	< 0,8	No existe diferencias
P4-P2	0,2	< 0,81	No existe diferencias
P1-P2	0,13	< 0,82	No existe diferencias

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.32, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamiento [(P6-P8); (P6-P7); (P6-P5); (P6-P3); (P6-P4); (P6-P1); (P6-P2); (P8-P5); (P8-P3); (P8-P4); (P8-P1); (P8-P2); (P7-P2); (P5-P2); (P2-P6); tales son significativos para un límite de confianza del 95%, y no existe diferencia significativa entre los tratamientos: (P8-P7); (P7-P5); (P7-P3); (P7-P4); (P7-P1); (P5-P3); (P5-P4); (P5-P1); (P3-P4); (P3-P1); (P3-P2); (P4-P1); (P4-P2); y (P1-P2)], para un límite de confianza

del 95%. Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra P6 que tiene un puntaje (7,4) en escala hedónica para el atributo color, como la mejor opción.

4.3.1.3 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.33 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.4-21 (Anexo C.4) del atributo sabor, para determinar la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado.

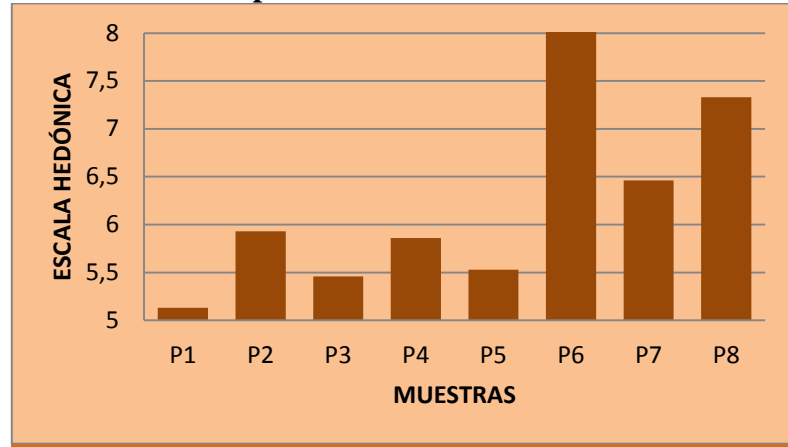
Tabla 4.33
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de materias primas

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	4	5	5	6	5	8	6	7	46
2	5	6	4	7	6	9	7	8	52
3	6	7	5	6	7	8	6	7	52
4	4	5	6	7	4	7	6	7	46
5	6	4	5	6	5	9	7	8	50
6	5	6	6	8	6	8	7	8	54
7	6	7	5	5	5	7	6	7	48
8	5	8	6	5	6	8	8	7	53
9	7	6	7	4	4	8	6	7	49
10	5	5	5	6	6	9	5	8	49
11	4	7	6	5	7	7	6	8	50
12	5	6	7	7	5	9	7	7	53
13	4	8	6	5	6	8	6	6	49
14	6	5	4	6	5	8	7	7	48
15	5	4	5	5	6	8	7	8	48
\bar{X}	5,13	5,93	5,46	5,86	5,53	8,06	6,46	7,33	49,76

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.12 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.33 para el atributo sabor.

Figura 4.12
Promedio del atributo sabor para determinar la dosificación de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.12 la muestra P6 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje de 8,06; seguido de la muestra P7 con 7,33; en comparación de P7, P2, P4, P5, P3, y P1 que son menores en escala hedónica.

4.3.1.1.3 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.34 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor de los datos extraídos de la tabla C.3-45 (Anexo C.3).

Tabla 4.34
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la dosificación de materias primas

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	200,92	119			
Tratamientos	107,05	7	15,29	1,96	2,11
Jueces	11,05	14	0,78	1	1,81
Error	82,81	98	0,78		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.34 $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,96 < 2,11$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la

hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra P8 que tiene un puntaje (8,06) en escala hedónica para el atributo sabor, como la mejor opción.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1 < 1,81$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3.1.4 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.35 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.3-46 (Anexo C.3) del atributo textura, para determinar la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado.

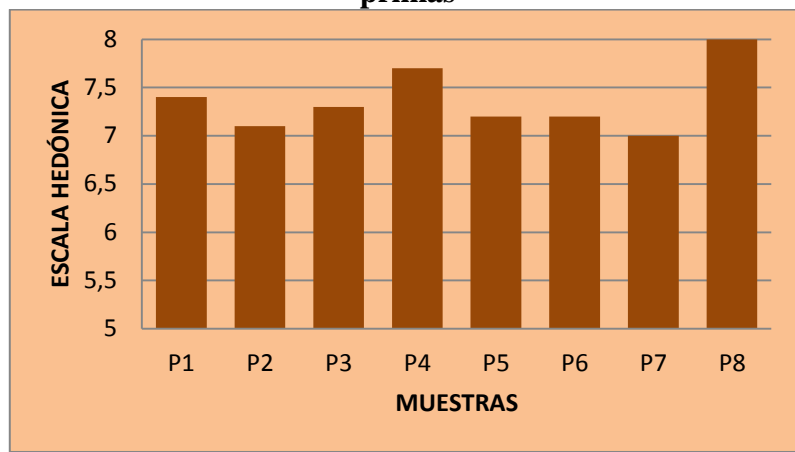
Tabla 4.35
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de materias primas

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	7	8	8	6	9	8	6	6	58
2	6	6	7	9	7	6	9	9	59
3	7	6	8	8	6	6	6	5	52
4	7	7	8	9	8	8	7	8	62
5	8	8	9	9	8	7	5	9	63
6	8	7	8	8	8	7	7	7	60
7	8	7	6	7	7	7	7	8	57
8	8	8	6	8	7	7	7	8	59
9	8	7	7	8	8	8	6	9	61
10	8	7	7	8	7	9	7	8	61
11	6	7	7	6	7	7	8	9	57
12	6	7	8	7	7	7	8	9	59
13	7	7	7	8	7	7	7	9	59
14	8	7	7	7	7	7	8	8	59
15	9	8	7	8	6	7	7	8	60
\bar{X}	7,4	7,1	7,3	7,7	7,2	7,2	7,0	8,0	59,06

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.13 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.35 para el atributo textura.

Figura 4.13
Promedio del atributo textura para determinar la dosificación de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.13 la muestra P8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura con un puntaje de (8,0), en comparación a las muestras P4 (7,7); P1 (7,4); P3 (7,3); P5 (7,2); P6 (7,2); P2 (7,1) y P7 (7,0), que son menores en escala hedónica.

4.3.1.1.3 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.36 se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla C.3-47 (Anexo C.3).

Tabla 4.36
Análisis de varianza del atributo textura para determinar la dosificación de materias primas

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	102,4	119			
Tratamientos	11,43	7	1,63	2,09	2,11
Jueces	13,87	14	0,99	1,26	1,81
Error	77,1	98	0,78		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.36 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,09 < 2,11$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre las muestras. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada, tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra P8 (cuajada 70%, jamón 25%, sal 5%) que tiene un puntaje (8,00) en escala hedónica para el atributo textura, como la mejor opción.
- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,26 < 1,81$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3.1.5 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.37 se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.3-48 (Anexo C.3) del atributo apariencia, para determinar la dosificación de materias primas en la elaboración de queso jamonado.

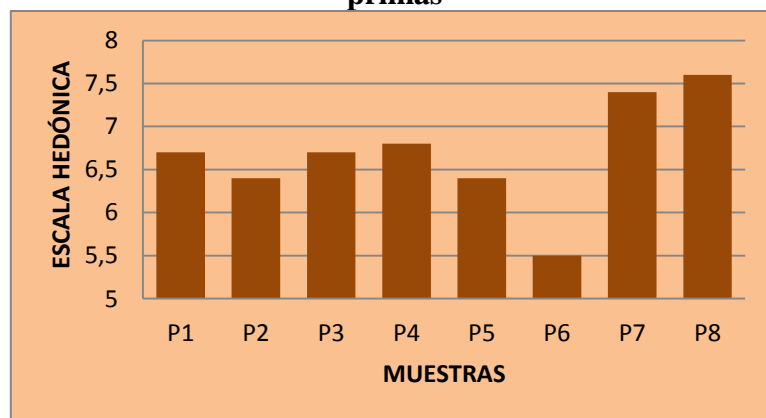
Tabla 4.37
Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la dosificación de materias primas

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Y _j)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	5	5	6	7	4	7	7	47
2	6	6	6	7	6	6	7	9	53
3	5	7	7	8	6	6	7	7	53
4	7	7	7	7	6	6	8	7	55
5	6	5	6	7	7	5	8	8	52
6	7	5	6	8	7	5	8	7	53
7	7	8	6	7	5	5	8	6	52
8	7	8	7	6	6	5	7	7	53
9	7		7	7	7	5	8	8	55
10	7	7	7	5	7	7	7	8	55
11	5	7	7	6	7	7	7	8	54
12	7	6	6	7	6	7	7	8	54
13	8	7	8	6	6	5	7	8	55
14	7	6	8	8	7	6	8	8	58
15	9	7	8	8	6	4	8	8	58
X̄	6,7	6,4	6,7	6,8	6,4	5,5	7,4	7,6	53,5

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.14 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.37 para el atributo apariencia.

Figura 4.14
Promedio del atributo apariencia para determinar la dosificación de materias primas



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.14 la muestra P8 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo apariencia con un puntaje de (7,6); seguido de la muestra P7 con (7,4); en comparación de P4, P1, P3, P2, P5 y P6 que son menores en escala hedónica.

4.3.1.5.1 PRUEBA ESTADISTICA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.38 se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla C.3-49 (Anexo C.3).

Tabla 4.38

Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la dosificación de materia prima

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	123,54	119			
Tratamientos	43,65	7	6,2360	9,045	2,119
Jueces	12,33	14	0,880	1,277	1,81
Error	67,56	98	0,689		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.38 $F_{cal} > F_{tab}$ ($9,045 > 2,119$) para los tratamientos. Por lo tanto, si existe evidencia estadística de diferencia significativa entre las muestras, para $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.
- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,27 < 1,81$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3.1.5.2 PRUEBA DUNCAN DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

En la tabla 4.39 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.3-52 (Anexo C.3).

Tabla 4.39
Análisis estadístico de Duncan del atributo apariencia para determinar la dosificación de materias primas

Tratamientos	Análisis de valores		Efectos
P8-P7	0,013	< 0,60	No existe diferencias
P8-P4	0,633	> 0,63	Si existe diferencias
P8-P1	0,787	> 0,65	Si existe diferencias
P8-P3	0,813	> 0,67	Si existe diferencias
P8-P2	0,98	> 0,68	Si existe diferencias
P8-P5	1,033	> 0,69	Si existe diferencias
P8-P6	2,04	> 0,70	Si existe diferencias
P7-P4	0,62	> 0,60	Si existe diferencias
P7-P1	0,774	> 0,63	Si existe diferencias
P7-P3	0,8	> 0,67	Si existe diferencias
P7-P2	0,967	> 0,67	Si existe diferencias
P7-P5	1,02	> 0,68	Si existe diferencias
P7-P6	2,027	> 0,69	Si existe diferencias
P4-P1	0,154	< 0,70	No existe diferencias
P4-P3	0,18	< 0,60	No existe diferencias
P4-P2	0,347	< 0,63	No existe diferencias
P4-P5	0,4	< 0,66	No existe diferencias
P4-P6	1,407	> 0,67	Si existe diferencias
P1-P3	0,026	< 0,68	No existe diferencias
P1-P2	0,193	< 0,69	No existe diferencias
P1-P5	0,246	< 0,70	No existe diferencias
P1-P6	1,253	> 0,60	No existe diferencias
P3-P2	0,167	< 0,63	No existe diferencias
P3-P5	0,22	< 0,66	No existe diferencias
P3-P6	1,227	> 0,67	Si existe diferencias
P2-P5	0,053	< 0,68	No existe diferencias
P2-P6	1,06	> 0,69	Si existe diferencias
P5-P6	0,007	> 0,79	Si existe diferencias

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.39 se observa que existe diferencia estadística entre los tratamiento [(P8-P4); (P8-P1); (P8-P3); (P8-P2); (P8-P5); (P8-P6); (P7-P4); (P7-P1); (P7-P3); (P7-P2); (P7-P5); (P7-P6); (P4-P6); (P3-P6); (P2-P6); (P5-P6) tales son significativos para un límite de confianza del 95%, y no existe diferencia significativa entre los tratamientos: (P8-P7); (P4-P1); (P4-P3); (P4-P2); (P4-P5); (P1-P3); (P1-P2); (P1-P5); (P1-P6); (P3-P2); (P3-P5) y (P2-P5)], para un límite de confianza del 95%. Sin

embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra P8 que tiene un puntaje (7,6) en escala hedónica para el atributo apariencia, como la mejor opción.

En base a los valores obtenidos de la evaluación sensorial aplicada en la dosificación de insumos; se pudo determinar que la muestra P8 (cuajada 70%; jamón 25%; y sal 5%) es de mayor aceptación por los jueces, con un puntaje (7,6) en escala hedónica del total de las ocho muestras (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 y P8) analizadas a nivel experimental. Además que sus atributos obtuvieron un puntaje de: (7,93) color; (6,6) olor; (7,33) sabor; (8,0) textura y (7,6) apariencia. Por tanto, se concluye que P8 es la mejor muestra para $p < 0,05$.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE DOSIFICACION DE QUESO JAMONADO

El análisis estadístico del diseño experimental aplicado a la etapa de dosificación, se realizó para determinar el efecto de las variables en la dosificación de insumos para la elaboración de queso jamonado.

Las variables utilizadas fueron: cuajada (60–70)%; jamón (20–25)%; sal (3-5)% manteniendo constante la cantidad de aditivos, y controlando la variable respuesta en función del contenido de humedad en las muestras de queso jamonado

En la tabla 4.40, que se obtiene del (anexo D.2) se muestra la matriz de resultados de las variables en la etapa de dosificación de insumos para la elaboración de queso jamonado, cuyo diseño corresponde a 2^3 , donde la variable respuesta es la humedad.

Tabla 4.40
Matriz de resultados de las variables en la etapa de dosificación de insumos para el proceso de elaboración de queso jamonado

Corridas	Combinaciones	Factores			Replica I	Replica II	Respuesta
		X	Y	Z			Yi
1	(1)	-	-	-	51,24	48,54	99,78
2	a	+	-	-	48,85	46,94	95,79
3	b	-	+	-	48,48	48,45	96,93
4	ab	+	+	-	49,30	48,64	97,94
5	c	-	-	+	47,16	47,26	94,42
6	ac	+	-	+	48,71	47,94	96,65
7	cb	-	+	+	48,79	46,67	95,46
8	abc	+	+	+	48,07	47,98	96,05
Total							773,02

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LA DOSIFICACION DE INSUMOS

En la tabla 4.41 se muestran los resultados del análisis de varianza del diseño 2^3 para la variable respuesta Humedad de los datos extraídos de la tabla D.2-2 (Anexo D.2).

Tabla 4.41
Análisis de varianza para humedad en el proceso de dosificación de insumos
para queso jamonado

Fuente de Variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	17,7519	15			
Factor X	0,0016	1	0,0016	0,001563	5,32
Factor Y	0,004225	1	0,004225	0,004128	5,32
Factor Z	0,7056	1	0,7056	0,6894	5,32
Interacción XY	3,8612	1	3,8612	3,7729	5,32
Interacción XZ	2,1025	1	2,1025	2,0544	5,32
Interacción YZ	0,0812	1	0,0812	0,0793	5,32
Interacción XYZ	2,7556	1	2,7556	2,6925	5,32
Error	8,1876	8	1,0234		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.41 $F_{cal} < F_{tab}$ para los factores X (cuajada), Y (jamón), Z (sal) y las interacciones XY (cuajada-jamón), XZ (cuajada-sal), YZ (jamón-sal) y XYZ (cuajada-jamón-sal). No existe evidencia estadística de variación de los factores para el proceso de dosificación de insumos para un nivel de confianza del 95% y se rechaza la hipótesis planteada. Es así que; se puede decir que los factores estudiados no tienen influencia en el proceso de dosificación de insumos en función de la variable respuesta humedad.

4.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL

Se realizó caracterización el producto final (queso jamonado), tomando en cuenta los siguientes parámetros: propiedades físicas, análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y evaluación sensorial del producto final.

4.5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.42 se muestran los resultados de las propiedades físicas determinadas en el producto final (queso jamonado).

Tabla 4.42
Características físicas del producto final

parámetros	resultados	unidad
Peso	500,60	gr
Diámetro	5	cm
Tamaño	5x2	cm

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.42 se obtuvo un producto con las siguientes características: 500,60gr, 5cm de diámetro y 5x3 cm de tamaño.

4.5.2 ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.43 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto final (queso jamonado) en 100g de porción comestible, realizados en el Laboratorio RIMH.

Tabla 4.43
Análisis fisicoquímicos del queso jamonado

Parámetros	Resultado	Unidades
Humedad	54,24	%
pH	5,80	%
Materia seca	45,76	%
Ceniza (base seca)	4,58	%
Carbohidratos	30,86	%
Materia grasa	41,70	%
Proteína total	22,85	%
Fibra	0,00	%
Valor energético	590,17	Kcal

Fuente: RIMH, 2014

Como se puede observar en la tabla 4.43 el producto final presenta un contenido de humedad del 54,24%; pH 5,80%; materia seca 45,76% ceniza (base seca) 4,58%; carbohidratos 30,86%; materia grasa 41,70%; proteína total 41,70%; fibra 0,00% y valor energético 590 17 Kcal.

4.5.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.44 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos del producto final (queso jamonado); realizados en el Laboratorio RIMH.

Tabla 4.44
Análisis microbiológicos del queso jamonado

Parámetros	Resultado	Unidades
Bacterias aerobias mesófilas	1,50,E+02	UFC/g
Coliformes totales	2,80,E+02	NMP/g
Coliformes fecales	7,00,E+00	NMP/g
Echerichia coli	0,00,E+00	NMP/g
Mohos	3,00,E+02	UFC/g
Levaduras	4,00,E+02	UFC/g
Salmonella	0,00.E+00	NMP/g

Fuente: RIMH, 2014

Como se puede observar en la tabla 4.44 el producto final presenta 1,50,E+02 UFC/g de bacterias aerobias mesófilas; 2,80,E+02 NMP/g Coliformes totales; 7,00,E+00 NMP/g Coliformes fecales; 0,00,E+00 NMP/g Echerichia coli; 3,00,E+02 UFC/g mohos; 4,00,E+02 UFC/g levaduras y 0,00,E+00 UFC/g salmonella.

4.5.4 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.45 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor, textura y presentación para el producto final de los datos extraídos de la tabla C.4-53 (anexo C.4).

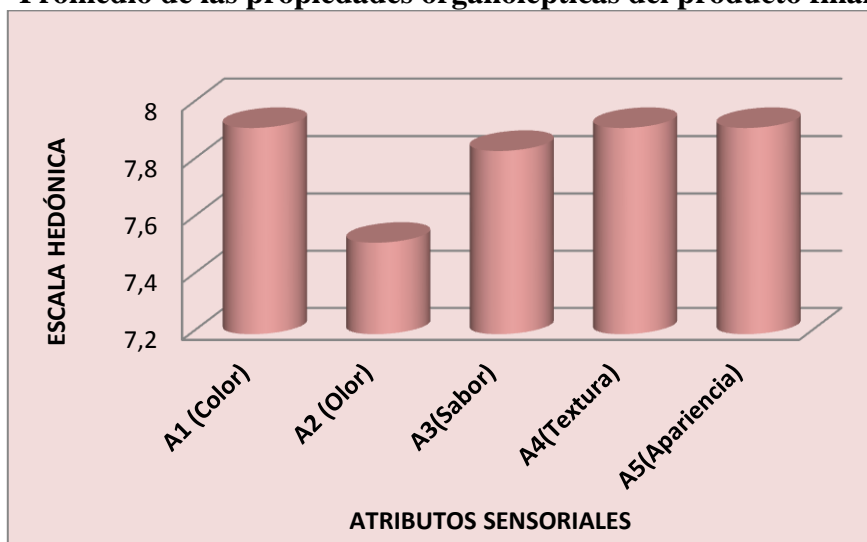
Tabla 4.45
Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final

Jueces	Atributos sensoriales (Escala hedónica)					Total (Y _j)
	Color (A1)	Olor (A2)	Sabor (A3)	Textura (A4)	Apariencia (A5)	
1	8	9	7	9	7	40
2	9	7	8	8	9	40
3	9	7	9	8	7	40
4	8	8	7	7	6	37
5	8	6	9	9	9	41
6	8	8	9	7	9	41
7	7	8	8	9	8	40
8	9	7	7	7	9	40
9	8	8	6	8	9	39
10	8	9	8	7	9	41
11	8	8	8	9	8	41
12	7	7	9	7	7	37
13	8	6	9	8	9	40
14	9	7	7	7	8	37
15	8	5	8	6	7	32
16	7	7	7	8	9	39
17	9	9	8	9	7	41
18	8	8	7	8	7	38
19	8	9	8	8	9	43
20	7	9	9	8	8	41
21	8	7	8	9	8	39
22	9	8	7	8	7	39
23	7	7	8	7	7	36
24	9	7	7	8	9	38
25	7	7	8	8	8	38
X̄	7,92	7,52	7,84	7,92	7,92	39,12

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.15 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenidos de la tabla 4.45 para los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia.

Figura 4.15
Promedio de las propiedades organolépticas del producto final



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.15 los atributos color con (7,92); textura con (7,92) y apariencia con (7,92) tienen mayor aceptación por los jueces; seguido de los atributos sabor con (7,84) y olor con (7,52) que son menores en escala hedónica.

4.5.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.46 se muestra el análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final de los datos extraídos de la tabla C.4-54 (Anexo C.4).

Tabla 4.46
Análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
Total	94,128	124			
Tratamientos	3,008	4	0,752	1,11	2,47
Jueces	23,72	24	0,98	1,45	1,63
Error	67,39	96	0,673		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.46 $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,11 < 2,47$) para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los

promedios de los tratamientos (A1), (A2), (A3), (A4) y (A5) para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada, tomando en cuenta la preferencia de los jueces por las muestras: color (A1), textura (A4) y presentación (A5) que coinciden con un puntaje (7,92) en escala hedónica, como las mejores opciones.

- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,45 < 1,63$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia significativa entre los veinticinco jueces para $p < 0,05$.

Una vez realizado el análisis sensorial, se concluye que los atributos color (7,92); textura (7,92) y presentación (7,92) son los más aceptados por los jueces, en tanto que el atributo sabor (7,84) y atributo olor (7,52) obtuvieron menor puntaje en escala hedónica.

4.6 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO JAMONADO

El cálculo del balance de materia y energía, se realizó por etapas en el proceso de obtención de queso:

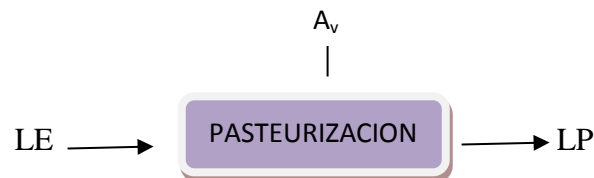
- Balance de materia aplicado en las etapas de pasteurización, coagulación, desuerado y prensado.
- Balance de energía aplicado en las etapas de: pasteurización de la leche y tratamiento térmico de la cuajada.

En figura 4.16 se muestra el balance general de materia para el proceso de elaboración de queso jamonado.

4.6.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACION

En la figura 4.16 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de pasteurización, en base a una cantidad de 10 kg de leche de vaca.

Figura 4.16
Etapa de pasteurización



Datos:

LE= leche entera (10,06 kg)

LP= leche pasteurizada (10,03 kg)

A_v = agua en forma de vapor =?

Balance global de materia

$$LE = LP + A_v$$

$$A_v = LE - LP$$

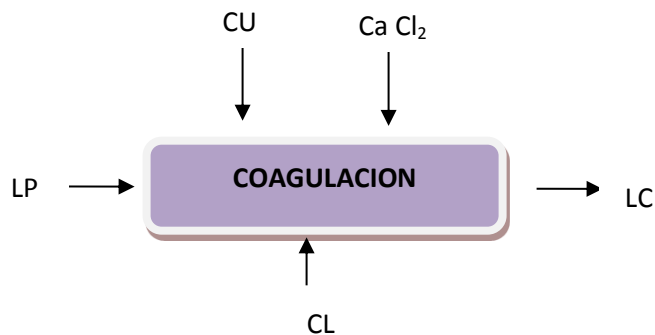
$$A_v = 10,06 - 10,03$$

$$A_v = 10, 03 \text{ Kg de agua evaporada}$$

4.6.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE CUAJADO

En la figura 4.17 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de coagulación.

Figura 4.17
Etapa de coagulación



Datos:

LP = Leche pasteurizada (10,03 Kg)

Ca Cl₂ = Cloruro de calcio = (0,0055)

CU = Cuajo = (0,0002 Kg)

CL = Cultivo láctico = (0,0030 Kg)

LC = Leche coagulada =?

Balance global de materia

$$LP + CU + Ca Cl_2 + CL = LC$$

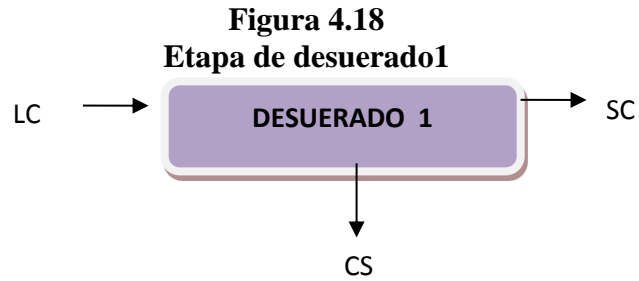
$$LC = LP + CU + Ca Cl_2 + CL$$

$$LC = 10,03 + 0,0002 + 0,0055 + 0,0030$$

$$LC = \mathbf{10,038 \text{ Kg}} \text{ de leche coagulada}$$

4.6.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL DESUERADO

En la figura 4.18 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de desuerado1, y en la figura 4.19 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de desuerado 2



Datos:

LC = Leche coagulada (10,038 Kg)

CS = Cuajada más suero (1,560 Kg)

SC = Suero más cuajada = ?

Balance global de materia

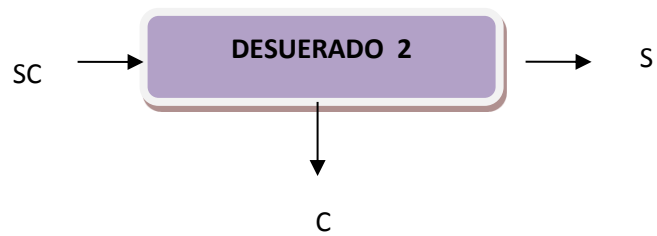
$$LC = SC + CS$$

$$SC = LC - CS$$

$$SC = 10,038 - 1,560$$

$$SC = \mathbf{8,478 \text{ Kg}}$$
 de suero más cuajada

Figura 4.19
Etapa de desuerado2



Datos:

SC = Suero más cuajada (8,478 Kg)

S = Suero = (8,178 kg)

C = Cuajada =?

CT = Cuajada total =?

Balance global de materia

$$SC = S + C$$

$$C = SC - S$$

$$C = 8,478 - 8,178$$

C = 0,30 Kg de cuajada

Cuajada total

$$CT = \text{desuerado1} + \text{desuerado2}$$

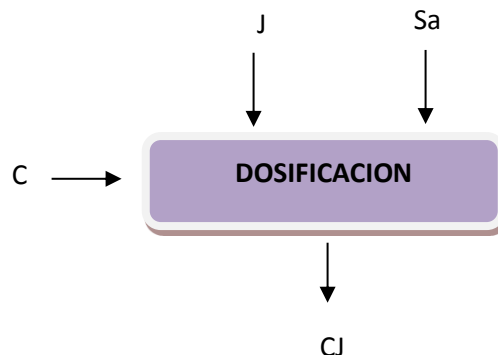
$$CT = 1,560 + 0,30$$

CT = 1,86 Kg de cuajada total escasa en suero

4.6.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACION

En la figura 4.20 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de dosificación.

Figura 4.20
Etapa de dosificación



Datos:

C = Cuajada (1,86 Kg)

J = Jamón (0,098 Kg)

Sa = Sal (0,04 Kg)

CJ = Cuajada más jamón

Balance global de materia

$$C + J + Sa = CJ$$

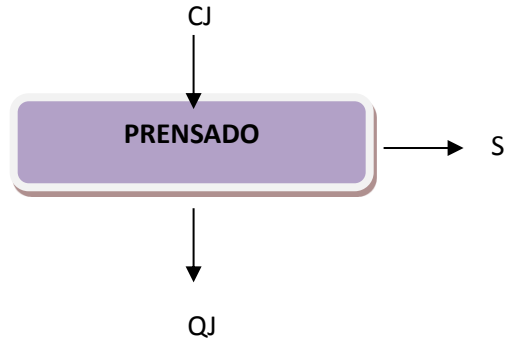
$$CJ = 1,86 + 0,098 + 0,04$$

CJ = 1,998 Kg de cuajada con jamón

4.6.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PRENSADO

En la figura 4.20 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de prensado.

Figura 4.20
Etapa de dosificación



Datos:

CJ = Cuajada más jamón (1,998 Kg)

S = Suero =?

QJ = Queso jamonado (1,139 Kg)

Balance global de materia

$$CJ = S + QJ$$

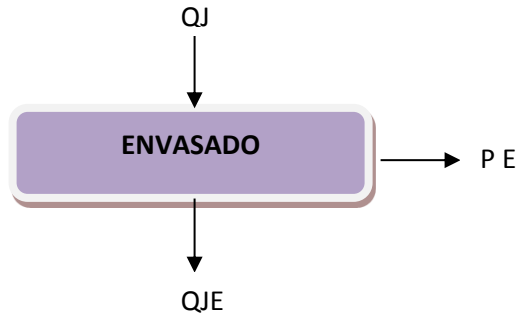
$$S = 1,998 - 1,139$$

$$S = 0,86 \text{ Kg de suero}$$

4.6.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ENVASADO

En la figura 4.23 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de envasado.

Figura 4.23
Etapa de envasado



Datos:

QJ = Queso jamonado (1,138 Kg)

PE = Perdidas del envasado =?

QJE = Queso jamonado envasado = 1,128Kg

Balance global de materia

$$QJ = QJE + PE$$

$$PE = QJ - QJE$$

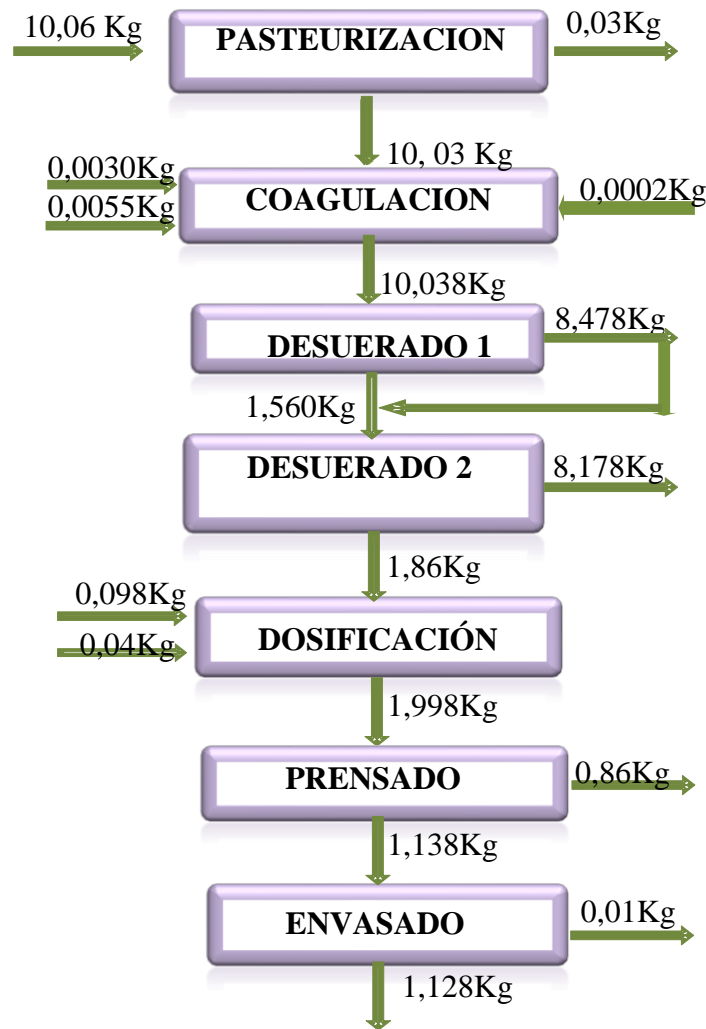
$$PE = 1,128 - 1,128$$

$$PE = 0,01 \text{ Kg de pérdidas en el envasado}$$

4.6.7 RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO JAMONADO.

En la figura 4.22 se muestra el diagrama de bloques resumen de los resultados del balance de materia para el proceso de elaboración de queso jamonado.

Figura 4.21
Balance general de materia



Fuente: Elaboración propia

4.6.8 BALANCE DE ENERGIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACION

El balance de energía es un parámetro muy importante que se debe tomar en cuenta en la industria donde se llevan a cabo procesos; por ello en toda operación del proceso es necesario calcular las necesidades de calentamiento para un tratamiento térmico. (Lomas, 2002). Para calcular el balance de energía se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_g = m * Cp * \Delta T + \lambda * m$$

Desarrollando la ecuación, en función de los componentes que intervienen en el proceso de pasteurización se obtiene:

$$Q_g = M_o * Cp_o + M_m * Cp_m * (T_f - T_i) + \lambda * M_{av}$$

Datos:

Q_g =? (calor total que se requiere en el tratamiento térmico)

M_o = (masa de la olla de acero inoxidable) = 0,78 Kg

Cp_o = (calor específico del acero) (Lewis, 1993) = 0,46Kj/kg°K

M_m = (masa de la leche) = 10,06 Kg

Cp_m =? (calor específico de la leche) = 3,94Kj/kg°K

T_f = (temperatura final) = 85 °C

T_i = (temperatura inicial) = 24°C

λ = (entalpia de vaporización de agua) (Lomas, 2002) = 2257,00Kj/kg

M_{av} = (masa de agua evaporada) = 0,03 Kg

Reemplazando los datos se tiene:

$$Q_g = M_o * Cp_o + M_m * Cp_m * (T_f - T_i) + \lambda * M_a$$

$$Q_g = (0,78*0,46) + (10,06*3,92) * (338-297) + (2257,00*0,03)$$

$Q_g = 2294.302Kj$ calor total que se requiere en la etapa de pasteurización.

$$Q_g = 548,220 Kcal$$

4.6.9 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CUAJADA

$$Q_g = m * Cp * \Delta T$$

Desarrollando la ecuación, en función de los componentes que intervienen en el proceso de tratamiento térmico se obtiene:

$$Q_g = M_o * Cp_o + M_m * Cp_m * (T_f - T_i)$$

Datos:

$Q_g = ?$ (calor total que se requiere en el tratamiento térmico)

$M_o =$ (masa de la olla de acero inoxidable) = 0,78 Kg

$Cp_o =$ (calor específico del acero) (Lewis, 1993) = 0,46Kj/kg°K

$M_m =$ (masa de la leche) = 10,06 Kg

$Cp_m = ?$ (calor específico de la leche) = 3,94 Kj/Kg°K

$T_f =$ (temperatura final) = 45 °C

$T_i =$ (temperatura inicial) = 36°C

Reemplazando datos se tiene:

$$Q_g = M_o * Cp_o + M_m * Cp_m * (T_f - T_i)$$

$$Q_{gC} = (0,78 * 0,46) + (10,06 * 3,94) * (318 - 309)$$

$Q_{gC} = 357,08Kj$ calor total que se requiere en la etapa de tratamiento térmico de la cuajada.

$$Q_{gC} = 85,323 Kcal$$

La siguiente ecuación expresa el calor total para el proceso de elaboración de queso jamonado:

$$Q_t = Q_g + Q_{gC}$$

Reemplazando datos en la ecuación se obtiene:

$$Q_t = 548,22Kcal + 85,323Kcal$$

$$Q_t = 633,543Kcal$$

Siendo (Q_t) la cantidad total de calor necesario para elaborar 1,128 Kg de *queso jamonado*, a nivel experimental.

5.1 CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos del estudio realizado, se puede establecer las siguientes conclusiones:

- ❖ Las características fisicoquímicas de las materias primas presentan los siguientes parámetros: para la leche de vaca se tiene 3,8% de materia grasa, 3,35% de proteína total, 87% humedad. Para el jamón se tiene 5,1gr/100gr de materia grasa, 18,4gr/100gr de proteína.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para determinar el tiempo de maduración de queso jamonado, se pudo evidenciar que la muestra N2 (tiempo de maduración de dos semanas), es la que obtiene mayor puntaje con (8,12) color; (7,72) olor; (8,16) sabor; (8,28) textura, en escala hedónica.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial para determinar el prototipo de queso jamonado, se determina que M2 (queso con jamón laminado) es la más aceptada por los jueces, en los atributos color con un puntaje de (7,60); sabor (7,40); textura (7,27) y apariencia (8,13), del total de dos muestras analizadas a nivel experimental.
- ❖ En cuanto se refiere a la evaluación sensorial desarrollada en la dosificación-mezclado de materias primas, se pudo determinar que la muestra P8 (cuajada 70%, jamón 25%, sal 5%) es la que obtiene mayor puntaje en color (7,93), olor (7,4), sabor (7,33), textura (8,0), y apariencia (7,6), en escala hedónica.
- ❖ De acuerdo al diseño 2^3 realizado en la dosificación de insumos, se pudo evidenciar que los factores estudiados: X (cuajada), Y (jamón) y Z (sal), y las interacciones XY (cuajada-jamón), XZ (cuajada-sal), YZ (jamón-sal) y XYZ (cuajada-jamón-sal), no influyen de manera directa en el proceso de

dosificación de insumos en función de la variable respuesta contenido de humedad; es decir que los niveles de variación porcentuales tomados en cuenta en las variables no son significativos $p < 0,05$.

- ❖ Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de producto final, presentan un contenido de humedad del 54,24%; pH 5,80%; materia seca 45,76% ceniza (base seca) 4,58%; carbohidratos 30,86%; materia grasa 41,70%; proteína total 41,70%; fibra 0,00% y valor energético 590 17 Kcal.
- ❖ Los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto final, presentan $1,50, E+02$ UFC/g de bacterias aerobias mesófilas; $2,80, E+02$ NMP/g Coliformes totales; $7,00, E+00$ NMP/g Coliformes fecales; $0,00, E+00$ NMP/g Echerichia coli; $3,00, E+02$ UFC/g mohos; $4,00, E+02$ UFC/g levaduras y $0,00, E+00$ UFC/g salmonella.
- ❖ Realizada la evaluación sensorial en el producto final, se determinó que los atributos color (7,92); textura (7,92) y apariencia (7,92) son los más aceptados; seguidos del atributo sabor (7,84) junto a olor (7,56) en escala hedónica. Desarrollado el análisis estadístico, no existe evidencia de variación entre los tratamientos para $p < 0,05$.

5.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo a las observaciones realizadas durante el trabajo de investigación se puede hacer las siguientes recomendaciones.

- ❖ Se recomienda el consumo de productos lácteos debido a la importante composición nutricional que estos arrastran de la leche, como vitaminas, proteínas, por su alto valor energético, y minerales como el calcio ya que contiene propiedades favorables para la salud; pues ayuda a la formación de huesos sanos y fuertes.
- ❖ Se recomienda la transformación de la leche en otros productos derivados como el queso, ya que son más fácilmente digeridos por lo cual muchas veces son mejor aceptados que la leche; por lo tanto, teniendo en cuenta las recomendaciones sobre los aportes nutricionales que brinda el queso, se afirma que es bueno consumirlo.
- ❖ Se recomienda la implementación de una planta piloto para la transformación de la leche, con la finalidad de contribuir al desarrollo del sector ganadero en la cría de vacas lecheras, de esta manera coadyuvar en el desarrollo socio-económico de la región.
- ❖ En el proceso de pasteurización, se recomienda no usar temperaturas muy elevadas, esta debe oscilar entre los 65 a 75°C, en la elaboración de quesos para evitar la precipitación del calcio y la desnaturalización de las proteínas.