

1.1.- ANTECEDENTES

La industrialización de la materia prima es un factor que tiene gran efecto en el desarrollo de un país debido a que se genera valor agregado, ingresos y fuentes de empleo.

Bolivia es un país tercermundista por lo que es lógico esperar una baja industrialización, aun así tiene departamentos que comenzaron a surgir industrialmente tal es el caso de Santa Cruz y Cochabamba. Tarija, si bien cuenta con algunas industrias, estas son muy pocas, sin embargo donde presenta mayor desarrollo es en la vitivinicultura.

El hecho de dar valor agregado a un producto industrialmente, como en el caso del cilantro, tiene efectos positivos tanto a nivel regional como nacional. Esto no es solo para los empresarios, sino que también para los agricultores que encuentran en la industria un mercado seguro para sus productos, además de los empleos que se originan como consecuencia de esta industria.

La palabra 'salsa' proviene del latín *salsus*, participio del verbo *sallere* (poner en sal), que viene a indicar aquel alimento que es salado debido al empleo de condimentación con sal en su elaboración (Cardozo2011).

Se denomina salsa a una mezcla líquida de ingredientes (fríos o calientes) que tienen por objeto acompañar a un plato. La consistencia líquida (o semi-líquida) de una salsa puede cubrir una muy amplia gama que puede ir desde el puré a la más líquida de un caldo. Algunos autores definen la salsa como un aderezo líquido para los alimentos (Chavarría, 2010).

Las salsas no son muy populares hoy en día en el mundo. Incluso resulta imposible hacer estimaciones sobre cuántas clases de salsa se produce y se consume, puesto que existen numerosas marcas poco conocidas y desconocidas. La demanda crece a medida que las personas comienzan a darse cuenta de que no

todos los productos son iguales y de que las salsas puede servirse con cualquier alimento y que afectan a las sensaciones organolépticas y pueden ofrecer colores diversos que afectan a la apariencia visual de un plato y a veces orquestan diversas sensaciones al mismo tiempo (Hernández).

El cilantro (*Coriandrum sativum*), es una hierba anual de la familia Apiaceae cuyo origen está en Europa Meridional, Asia Menor y Norte de África. Con grandes productores hoy en día como: Rusia, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. Los principales países importadores de cilantro son Alemania, Estados Unidos y Japón. En estos países éste ha sido un cultivo principal durante siglos y por lo tanto cumple un papel central en la dieta diaria, actualmente el cilantro es una de las especias de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y muy buen precio internacional. Se calcula que las especias mueven alrededor de US\$ 6.000 millones en el mercado mundial y que el sector está creciendo entre un 5 y 6 % por año (J. P. Morales-Payán, B. Brunner, L. Flores y S. Martínez, 2011).

Bolivia es conocida por su amplia variedad de hierbas que se cultivan, así como por la calidad de las mismas. Sin embargo esta especie no es muy producida ya que el agricultor se ve afectado en periodos específicos debido al bajo precio que alcanzan estos productos en el mercado a consecuencia del desconocimiento de la utilización de estos productos.

Lo que se busca con el presente trabajo es dar un valor agregado al producto. Tomando en cuenta que Tarija es una región que cuenta con variedades de salsas pero no así a partir del cilantro lo que da pensar en un mercado interesante.

1.2.-JUSTIFICACIÓN

- El cilantro , es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional y de la salud, gracias a su contenido de minerales como hierro (lo que lo hace un excelente remedio para combatir la anemia.), ácidos (reducen los

niveles de colesterol en sangre), aceites esenciales (favorecen la digestión, ayudan al funcionamiento adecuado del hígado y del intestino), además posee propiedades antirreumáticas y antiartríticas que reducen las inflamaciones así como propiedades antisépticas y efectos antimicrobianos y curativos que ayudan a tratar heridas y úlceras en la boca (Ramírez, 2014).

- Con este trabajo de investigación se pretende dar un valor agregado a la hierba mediante la elaboración de una salsa verde de cilantro; el cilantro es un recurso del cual se elaboran muy pocos productos a nivel industrial, y que sin lugar a duda debe ser explotado.
- Esta hierba tiene una facilidad de mezcla con los demás ingredientes lo que facilitara la elaboración del producto deseado y además de sus propiedades organolépticas, lo cual podría adecuarse al gusto del consumidor y de esta manera se crearía una alternativa de mercado para el productor.
- Actualmente no existe en el mercado local oferta de salsas elaboradas a partir del cilantro, lo cual nos da una pauta de que los beneficios pueden ser significativos debido a las perspectivas de un posible mercado potencial.
- El presente trabajo tiene como finalidad de procesar el cilantro, para la elaboración de una salsa verde, ya que puede ser una buena alternativa para ofrecer al mercado un sabor exótico y de alto valor nutricional para las personas.

1.3.-OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en el presente trabajo son los siguientes:

1.3.1.-OBJETIVO GENERAL

Elaborar una salsa verde de cilantro (*Coriandrum sativum*), con la finalidad de obtener un producto novedoso, de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo para el mercado local.

1.3.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades físicas del cilantro para conocer sus características: tamaño, peso y peso del tallo.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima, con el propósito de determinar su composición.
- Realizar una evaluación sensorial de las muestras con el propósito de conocer la aceptabilidad de los atributos sensoriales.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables del proceso de dosificación/molienda.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto.
- Realizar los balances de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de la salsa verde de cilantro.

1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Se podrá elaborar una salsa verde a partir del cilantro (*Coriandrum sativum*), con fin de obtener un producto novedoso, de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo para el mercado local?

1.5.- HIPÓTESIS

Mediante el proceso de mezclado utilizando las variables adecuadas (cilantro 100g, 0,66g de ajo, 9,7g de aceite de oliva, 7,79gr de quirquiña y sal) se obtendrá un producto novedoso, de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo de salsa de cilantro para el mercado local.

2.1 ORIGEN DEL CILANTRO

Se considera que es originario de Europa Meridional, Asia Menor y Norte de África, encontrándose espontáneamente en algunas regiones Españolas. Su introducción a América Latina fue en 1519 durante la colonización y después a través de Massachusetts, Estados Unidos en 1670 por inmigrantes Europeos, (Hernández, 2013).

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El sistema radical del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características es muy difícil su trasplante. El tallo es dicotómico, delgado, cilíndrico, hueco, suave, herbáceo y erecto, llega a medir hasta 90 cm de altura. Las hojas son compuestas con dos tipos de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. El color de las hojas es verde intenso, aunque en ocasiones puede ser verde-amarillo. La inflorescencia es una umbela compuesta, tiene flores hermafroditas y estaminadas, de color blanco o ligeramente rozado, pentámera. El fruto es un esquizocarpo de tres a cinco milímetros de diámetro, color amarillo oscuro, esférico, formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra (diaquenio) y tiene estrías que son pequeños conductos que contienen aceite esencial. Cada fruto contiene dos semillas aplanadas de dos a tres milímetros de largo (Hernández, 2013).

2.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

El cilantrillo pertenece a la familia botánica Apiaceae, anteriormente llamada familia Umbelliferae. A esta familia pertenecen 455 géneros y unas 3600 especies de plantas, de las cuales algunas de las más conocidas son el apio vianda o apio de raíz, el apio de ensalada, lazanahoria, el perejil, el anís y el comino (.J. P. Morales-Payán, B. Brunner, L. Flores y S. Martínez, 2011)

Tabla 2.1
Taxonomía del cilantro

Nombre científico	<i>Coriandrum sativum</i>
Nombre común	Cilantro
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Subfamilia	Apioideae
Tribu	Coriandreae
Género	Coriandrum
Especie	C. sativumL.

Fuente:(Wikipedia, 2014)

2.4 CULTIVO DEL CILANTRO

El cilantro es una especie que se adapta muy bien en áreas ubicadas entre los 1000 y 1300 m.s.n.m., y suelos con pH entre 5.0 y 7.5, crece bien en cualquier clase de suelo, pero prefiere los livianos, ricos en materia orgánica y bien drenados. Para una producción óptima de follaje en el cilantro se necesitan entre 200 a 300 plantas por metro cuadrado. El periodo vegetativo de diferentes variedades dura alrededor de 45 a 50 días (Marín, 2010).

2.5 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DEL CILANTRO

El cilantro puede ser cultivado en un amplio rango de condiciones climáticas, aunque su reproducción es más aprovechable en zonas frescas, pues necesita un período de frío para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo. En zonas calientes también se desarrolla, sin embargo su aporte es reducido común rendimiento en menor escala. Durante el verano, se necesita un período de 40 a 45 días para llegar a cosecha. El clima caliente hace florecer muy rápidamente al cilantro y limita el desarrollo de follaje. Las temperaturas entre 10° y 30°C proveen las condiciones óptimas de crecimiento. El cilantro tolera heladas ligeras (IICA, 2007).

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CILANTRO

En la tabla 2.2, se muestra la composición química del cilantro por cada 100gr de parte comestible (Lima, 2009)

Tabla 2.2
Composición química del cilantro

Componentes	Parte comestible (sin tallo)
Energía	44 Kcal
Agua	85.6 g
Proteínas	3.3 g
Grasa	1.3 g
Carbohidratos	7.0 g
Fibra	1.6 g
Cenizas	2.8 g
Calcio	259 mg
Fosforo	63 mg
Zing	0.80 mg
Hierro	0.30 mg
Retinol	1094.00 µm
Vitamina A	337 µm
Tiamina	0.08 mg
Riboflabina	0.27 mg
Niacina	1.86 mg
Vitamina C	37.20 mg

Fuente:(Lima, 2009)

2.7 USOS Y APLICACIONES

Esta hierba posee 11 tipos de aceites esenciales, seis tipos de ácidos (incluyendo el ácido ascórbico, conocido como vitamina C), minerales y vitaminas, cada uno de los cuales tiene propiedades medicinales. Veamos algunos de los beneficios más importantes (Ramírez, 2014).

2.7.1 Inflammaciones

Posee propiedades antirreumáticas y antiartríticas que reducen las inflamaciones causadas por estas dos condiciones. Por otra parte, sus propiedades diuréticas lo hacen muy útil para tratar cualquier disfunción de los riñones (Ramírez, 2014).

2.7.2 Colesterol

Algunos de los ácidos presentes en el cilantro reducen los niveles de colesterol en sangre. También reducen la acumulación de este compuesto en las paredes internas de venas y arterias (Ramírez, 2014).

2.7.3 Diarrea

Los componentes de sus aceites esenciales favorecen la digestión, ayudan al funcionamiento adecuado del hígado y del intestino, y curan la diarrea. El cilantro también es útil para tratar las diarreas causadas por la acción microbiana y fúngica. Además, las hojas frescas de cilantro son excelentes como aperitivo (Ramírez, 2014).

2.7.4 Úlceras bucales

Tiene propiedades antisépticas y efectos anti-microbianos y curativos que ayudan a tratar heridas y úlceras en la boca. También refresca el aliento (Ramírez, 2014).

2.7.5 Anemia

El cilantro tiene un alto contenido en hierro, lo que lo hace un excelente remedio para combatir la anemia (Ramírez, 2014).

2.7.6 Digestión

Su aroma agradable favorece el apetito. Ayuda a la secreción de enzimas y jugos digestivos del estómago. Estimula la digestión y el movimiento peristáltico. Se le usa para tratar problemas como la anorexia (Ramírez, 2014).

2.7.7 Viruela

Sus aceites esenciales son ricos en compuestos antioxidantes, anti-infecciosos y desintoxicantes. La vitamina C y el hierro fortalecen el sistema inmunológico. Dichas propiedades ayudan a curar la viruela. También reducen el dolor y causan alivio a los síntomas de la enfermedad (Ramírez, 2014).

2.7.8 Conjuntivitis

Es un gran desinfectante que protege los ojos de contraer cualquier enfermedad contagiosa como la conjuntivitis (Ramírez, 2014).

2.7.9 Afrodisíaco

Es un afrodisíaco natural y se usa, en combinación con otras hierbas, para aumentar la libido (Ramírez, 2014).

2.8 PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE ALIMENTOS

Los alimentos concentrados más comunes incluyen como productos jugos y néctares de frutas, jarabes, mermeladas, jaleas, pasta de tomate, salsas, entre otros. Estos últimos son muy estables debido a la alta presión osmótica (UNC, 2014).

A través de la concentración se logra aumentar los sólidos solubles, y una reducción de la actividad de agua (a_w) del alimento a los valores 0.6 y 0.8

(humedad intermedia), con estos valores de actividad de agua el desarrollo de microorganismos y la velocidad de las reacciones químicas, bioquímicas y enzimáticas se reducen pero no se inhiben. Por ello, los productos concentrados requieren técnicas coadyuvantes de conservación como: refrigeración, congelación, tratamiento térmico, envasado al vacío, adición de conservantes entre otros (UAM, 2014).

2.8.1 MÉTODOS DE CONCENTRACIÓN

Según (UAM, 2014), existen diferentes métodos para concentrar alimentos:

- Por eliminación de agua: concentración por evaporación (paila abierta), concentración por membrana y concentración por congelación.

Existen diversos evaporadores como lo son de película descendente, película delgada y al vacío (UNC, 2014).

- Por adición de sólidos: adición de azúcar, adición de hidrocoloides y adición de sal.
- Por adición de sólidos más eliminación de agua: adición de sal más evaporación.

Los equipos de transferencia de calor reciben muchos nombres, por lo general en la relación con la función que desempeña como evaporadores, condensadores entre otros (Valiente 1994).

2.9 PROCESO DE CONCENTRACIÓN A PAILA ABIERTA

Es una operación para concentrar sólidos disueltos en un líquido, la disolución se pone a temperatura de ebullición, de manera que el líquido se volatilice a presión atmosférica y se deja al sólido más concentrado en la solución remanente, para

lograrlo se suministra calor a la pasta y los vapores formados salen al ambiente gracias al recipiente abierto (Marmita), donde el medio que cede el calor es vapor de agua, agua caliente o llama directa; además de aumentar los sólidos solubles se mejora la consistencia del producto y se evita así la proliferación de microorganismos patógenos (Valiente, 1994)

2.10 TRATAMIENTO TÉRMICO POR ESCALDADO

Muchos alimentos de origen vegetal se blanquean o se escaldan ligeramente con agua caliente o con vapor antes de someterlos a un tratamiento. El blanqueo completa el lavado del alimento, fija el color ablanda los tejidos y destruye algunos microorganismos.

Generalmente se usa una temperatura entre 70°C a 95°C, por un tiempo variable; se debe tener en cuenta el tamaño de la fruta tratada, el producto final que se desea obtener, el pH del medio, la presencia de sales, el grado de aireación, evitar modificaciones del aroma, consistencia, textura y valor nutritivo. Los objetivos del escaldado son: inactivación de enzimas, ablandamiento de producto, parcial eliminación de gases intercelulares, fijación y acentuación de color y pigmentos, reducción parcial de microorganismos existentes, desarrollo de sabores y aromas característicos (López, 2005).

2.11 DEFINICIÓN DE SALSAS

En la gastronomía, se denomina salsa a una mezcla líquida de ingredientes (fríos o calientes) que tiene por objeto acompañar a un plato mejorando el sabor, haciendo un contraste o complemento (Chavarría, 2010).

La consistencia líquida o semi líquida de una salsa puede cubrir una muy amplia gama que va desde un puré a la más líquida como un caldo. Algunos autores definen a la salsa como un aderezo líquido para los alimentos, es por este motivo que suelen ofrecer al paladar sensaciones relativamente marcadas que estimulan

los sentidos del paladar y de los aromas .Las salsas no solo afectan a las sensaciones del gusto y el olor, pueden ofrecer colores diversos que afectan a la apariencia visual de un plato que incide en su aceptación (Cardozo2011).

2.11.1 CLASIFICACIÓN DE SALSAS

El procesamiento de las salsas es uno de los métodos tradicionales de la cocina criolla boliviana, puesto que se dan dos diferentes métodos para preparar las salsas. Uno de ellos es cocinado o frito en aceite y el segundo es la preparación en crudo para acompañar un plato (Rocabado, 2011).

2.11.1.1 SALSAS EMULSIONADAS

Son aquellas que precisan de una emulsión o batido de un sólido en un líquido en el cual no es soluble, manteniéndose estable por cierto tiempo, puede hacerse en frío o caliente como la mayonesa.

2.11.1.2 SALSA NO EMULSIONADAS

Todas aquellas que se obtengan por la mezcla, ya sea en caliente o en frío de diferentes ingredientes como el ketchup, tomate frito, la mostaza.

2.11.2 SALSA DE CILANTRO

Según el codexalimentarius 2011 la salsa es un producto:

- Destinado a ser utilizado como aliño y condimento.
- Elaborado a partir de la parte comestible de las materias primas limpias y en buenas condiciones, que se mezclan y elaboran para obtener la calidad y características deseadas.

- Tratado térmicamente de manera propia antes o después de haber sido cerrado herméticamente en un envase para evitar su deterioro.

Además la salsa debe tener una consistencia y color uniforme, con su sabor y olor característicos. Debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos para ser consumida (Melgarejo et al, 2004).

Por no disponer de la norma boliviana para salsa se hará uso de la norma técnica colombiana NTC 1681 para describir los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la salsa de cilantro (tabla 2.3).

Tabla 2.3
Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos para salsa de cilantro

Características	Unidades	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
Levaduras	Levaduras/g		50
Lactobacilos	UFV/g		10
Recuento de hifas	Mohos/G		20%(+)
Solido soluble totales	Lectura refractométrica a 20°C	11	
Acidez	Ácido acético en % masa	0.85	
pH	Hidrogeniones		4.2
Benzoato de sodio	ppm		1000
Sorbato de potasio	ppm		1000
Mezcla	ppm		1250
Colorante	ppm		205
Estabilizante, Emulsificante, Espesante NTC1582	2q		0.25%
Sabor			uniforme
Olor			uniforme
Apariencia			uniforme
Color			uniforme

Fuente: Melgarejo et al, 2004

2.12 INSUMOS A UTILIZAR EN LA ELABORACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

Para la elaboración de la salsa de cilantro se requirió de los insumos alimentarios descritos a continuación:

2.12.1 SAL COMÚN

La sal común, es un compuesto químico NaCl (cloruro de sodio), que está constituida por las redes de Cl y Na en forma de cristales cúbicos blancos, el empleo de la sal en los alimentos proporciona un sabor salado pero además, debe tenerse en cuenta la capacidad de reforzador de otros aromas y sabores (siempre que se use en pequeñas cantidades). El uso como condimento en algunos alimentos puede aminorar ligeramente el sabor ácido, siendo que se emplea en dos áreas: como condimentos en algunos platos y como conservante en las salazones de carnes y pescados; así también en ciertos encurtidos (Cardozo, 2011).

2.12.2 ACEITE DE OLIVA

El aceite aporta un valor energético 899 Kcal por 100gr de parte comestible y los beneficios de este aceite son:

- Reduce el nivel de colesterol.**
- Disminuye el riesgo de infarto**
- Reduce las probabilidades de trombosis arteriales.**
- Disminuye la acidez gástrica.**
- Ofrece una acción eficaz de protección contra úlceras y gastritis.**
- Estimula la secreción de la bilis, y es el mejor absorbido por el intestino.**
- Regula el tránsito intestinal.**

Los compuestos químicos del aceite oliva pueden integrarse en dos grupos:

2.12.2.1 Fracción saponificable: constituida por triglicéridos (ésteres de ácidos grasos y glicerina) y ácidos grasos libres. Entre los ácidos grasos más abundantes se encuentra el ácido monoinsaturado oleico y en menor proporción los ácidos poliinsaturados linoleico y linoléico. Los ácidos grasos saturados se encuentran en cantidades semejantes o menores a las de otros aceites vegetales.

2.12.2.2 Insaponificable: Integrada fundamentalmente por terpenos y compuestos esteroídicos. En total representa un porcentaje menor o igual al 1,5% de su composición total, aunque posee una gran importancia desde el punto de vista de su valor biológico (Oleo cultura, 2014).

2.12.3 QUIRQUIÑA (del quechua: *Killkiña*)

Es una planta herbácea cuyas hojas son utilizadas para sazonar y resaltar ensaladas y salsas picantes: se utiliza en los platos típicos principalmente para elaborar el picante llajwa. Su sabor es descrito como "algo entre rúcula, cilantro y ruda".

La planta crece de forma común en México, Bolivia, Perú, zonas del norte de Argentina, y otros países de Sudamérica. Cuando la planta termina de crecer alcanza los 13 dm de alto por 50cm de diámetro, crece principalmente en las zonas andinas y sud andinas (La llawja, 2014).

2.12.4 AJO

Es una planta que no debería faltar nunca en la mesa y debería comerse siempre cruda, pues la cocción destruye sus componentes esenciales.

Se debería comer en ensaladas y en crudo para no destruir sus propiedades medicinales. Para terminar este apartado podemos resumir los principales beneficios que nuestro organismo puede encontrar en el ajo:

- Incrementa las defensas del organismo, mejorando nuestra respuesta a virus y bacterias.
- Es antiinflamatorio.
- Es anticoagulante, vasodilatador y depurador.

- En uso tópico, su jugo es un estupendo antiséptico.
- Ayuda en la hipertensión protegiendo al mismo tiempo el corazón y las arterias, dándoles mayor flexibilidad y manteniéndolas libres de depósitos de colesterol.
- Ayuda a incrementar el nivel de insulina, reduciendo así los niveles de azúcar en la sangre.
- Algunos estudios parecen demostrar que ayuda a incrementar el nivel de serotonina en el cerebro, ayudando a combatir el estrés y la depresión (Eroski, 2014).

2.12.5 HOJA DE CEBOLLA

Se consume el bulbo fresco y también la parte aérea (sin bulbificar) como cebolla de verdeo. Se la industrializa como encurtidos en vinagre y se la deshidrata para sopas o en polvo (sal de cebolla).

El consumo de cebolla está asociado con la reducción de lípidos en sangre, el colesterol y la actividad antiplaquetaria, factores que contribuyen a disminuir los riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares, una de las principales causas de muerte en muchos países.

El sabor en cebolla está dado por compuestos azufrados volátiles y no volátiles y en menor medida por azúcares solubles. La purgencia se desarrolla cuando compuestos azufrados conocidos como precursores de sabor, luego de cortado el bulbo y cuando se rompe el tejido, reaccionan con una enzima llamada allinasa. Esta enzima convierte a los precursores de sabor en compuestos azufrados muy inestables, responsables del sabor y el efecto lacrimógeno de la cebolla (Ing.Agr. SusnaRothman e Ing.Agr. Gloria Dondo, 2014).

2.12.6 TOMATE

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su industrialización y la diferenciación de las variedades para mesa y para industria.

Generalmente contiene los siguientes minerales y vitaminas el tomate: Ca, Vit. A, Tiamina, Riboflavina, Fe, P, Niacina y Ac. Ascórbico (Juana Pérez, 2014).

2.12.7 SORBATO DE POTASIO

El sorbato de potasio, es una sal que actúa como conservante, tiene mayor espectro de acción sobre los microorganismos puede utilizarse solo o en combinación con otro conservante como benzoato de potasio, sodio o calcio entre otros; la dosificación máxima de este conservante en salsas es de 0.1 % (Codex-Stan, 2011).

2.12.8 AGUA POTABLE

El agua es la sustancia más simple presente en la naturaleza, formada químicamente por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, es un líquido cristalino, incoloro e inodoro. En este sentido el agua cruda es aquella que no ha sido sometida a ningún tratamiento.

Se define como agua potable aquella que por reunir requisitos físicos, químicos y bacteriológicos, al ser consumida por la población humana no produce efectos adversos a la salud. El agua, ayuda a obtener la consistencia adecuada en el producto favoreciendo a la textura (Vargas, 2012).

3.1 DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

La parte experimental del presente trabajo de investigación “elaboración de salsa de cilantro”, fue realizado en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); dependiente de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

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

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

3.2.1 EQUIPOS DE PROCESO

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

3.2.1.1 LICUADORA ELÉCTRICA

Este equipo facilitó la operación de molienda, con el propósito de reducir el tamaño de la materia prima. Las especificaciones técnicas de la licuadora se muestran en el cuadro.3.1.

Cuadro 3.1
Especificaciones técnicas de la licuadora eléctrica

Marca	METVISA
Industria	Brasil
Material	Acero inoxidable
Motor	LAR2220CC1
Potencia	5 W
Capacidad	1,50 L
Modelo	Cuatro cuchillas

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 COCINA INDUSTRIAL

Este equipo, se utilizó como fuente de suministro de calor necesario para realizar la esterilización del producto final de la salsa de cilantro y para el escaldado de la materia prima. Las especificaciones técnicas de la cocina industrial, se indican en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2
Especificaciones técnicas de la cocina industrial

Numero de hornallas	2
Consumo	1500 Kcal/h
Medidas	0.88x0.79x0.94 m
Material	Acero inoxidable
Industria	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 INSTRUMENTOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

Los instrumentos y material de laboratorio que se utilizaron en el proceso de elaboración de la salsa de cilantro se detallan a continuación:

3.2.2.1 BALANZA ANALÍTICA

Se utilizó para pesar el cilantro en la caracterización física y en la dosificación de aditivos e insumos para la elaboración de la salsa de cilantro. 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 PB 1502	
Capacidad	Máxima 1510 g	e 0,1 g
	Mínima 0,5 g	d 10 mg
Potencia	5 W	
Frecuencia	50 / 60 Hz	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

Se utilizó para medir los sólidos solubles (°Brix) durante el proceso de dosificación/molienda y medir el producto final de la salsa de cilantro. Las especificaciones técnicas del refractómetro, se indican en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4
Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo

Marca	VEE GEE
Modelo	Bx-2
Medidas	20x4 cm
Precisión	0.2 °Brix
Rango	28-62 °Brix
Operación	Manual
Industria	China

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 MATERIAL DE LABORATORIO Y UTENSILIOS DE COCINA

El material de laboratorio y utensilios de cocina que se utilizó durante el desarrollo del presente trabajo, se detalla en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5
Materiales de laboratorio y utensilios de cocina

Materiales de laboratorio	Tamaño	Tipo de material
Termómetro	Estándar	Bulbo de mercurio
Pipeta graduada	Estándar	Vidrio
Probeta	Pequeño	Vidrio
Matraz aforado	Pequeño	Vidrio
Varillas	Normal	Vidrio
Espátula	Mediano	Metálico
Pinza	Mediano	Metálico
Vaso de precipitación	Mediano	Vidrio
Vernier	Mediano	Metálico
Utensilios de cocina	Capacidad	Tipo de material
Cuchara	Mediana	Acero inoxidable
Tablas de picar	Mediana	Madera
Ollas	Medianas	Acero inoxidable
Fuentes	Medianos	Acero inoxidable
Envases	Medianos	Vidrio
Cuchillo	Mediano	Acero inoxidable
Repasadores	Mediano	Polietileno
Colador	Mediano	Plástico
Jarras	1L	Plástico
Espumadera	Mediano	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración propia.

3.3 REACTIVOS E INSUMOS ALIMENTARIOS

Los reactivos e insumos alimentarios que se utilizaron en la elaboración de la salsa de cilantro, se detalla a continuación:

3.3.1 REACTIVOS QUÍMICOS DE GRADO ALIMENTICIO

Los reactivos químicos que fueron necesarios para la conservación e inocuidad del producto final se muestran en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6
Reactivos químicos de grado alimenticio para la elaboración de salsa de cilantro

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Sorbato de potasio	Sólido	Bolivia	Esencial

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 INSUMOS ALIMENTARIOS

Los insumos alimentarios que se utilizaron, se detallan en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7
Insumos alimentarios para la elaboración de salsa de cilantro

Sustancias	Estado	Procedencia	Marca
Aceite de oliva	Líquido	Argentina	Cocinero
Sal	Sólido	Bolivia	Copisal
Limón	Líquido	Bolivia	Limonero

Fuente: Elaboración propia

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la figura 3.1, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la salsa de cilantro.

Figura 3.1

Proceso de elaboración de salsa de cilantro



3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

Las operaciones implicadas en la elaboración de la salsa de cilantro se detallan a continuación:

3.4.1.1 MATERIA PRIMA

La materia prima (cilantro) fue adquirida en el Mercado Campesino de la ciudad de Tarija; procedente de la comunidad de Erquis como lugar de origen, de la cual su denominación científica es *Coriandrum sativum* (figura 3.2).

Figura 3.2
Cilantro (*Coriandrum sativum*)



Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2 ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento, se realizó de forma manual tomando en cuenta de manera objetiva la coloración del cilantro (especialmente amarillo), utilizando una bandeja de acero inoxidable mediana, además se eliminó el tallo ya que solo se usa la hoja del cilantro en este trabajo de investigación.

3.4.1.3 LAVADO Y ESCURRIDO

Una vez que la materia prima esta acondicionada, en una fuente metálica mediana se lleva al proceso de lavado de forma manual con agua fría a inmersión, con objeto de retirar la tierra y además partículas extrañas que se encuentren adheridas en el cilantro, luego se traspasó manualmente a un colador metálico para que se escurra el exceso de agua en el cilantro.

3.4.1.4 TRATAMIENTO TÉRMICO

Para realizar el tratamiento térmico (escaldado), se llevó de forma manual en una bandeja las hojas del cilantro para ser introducidas a una olla conteniendo agua a temperatura de ebullición y realizar la inmersión de dichas hojas, por un tiempo de 30 segundos, para inhibir la acción enzimática; cumplido el tiempo, se retiro de la olla las hojas tratadas térmicamente con un espumador metálico mediano pasando luego a un colador metálico.

3.4.1.5 DOSIFICACIÓN Y MOLIENDA

Una vez realizado el proceso de tratamiento térmico, se llevó a la etapa de dosificación donde se agrega a la base, las hojas de cilantro e insumos alimentarios como ajo, aceite de oliva, limón, sal, quirquiña y sorbato de potasio; en la licuadora eléctrica para un mejor mezclado, entre las relaciones del cuadro 3.8.

Seguidamente se procede a someterla a la acción mecánica de trituración en una licuadora eléctrica con capacidad de 1.5 litros, donde se añadió agua potable 70 ml respecto a los componentes base, favoreciendo así el proceso de molienda.

Cuadro 3.8
Relación de insumos en relación a la base

Base/cilantro	1 : 0.045
Base/quirquiña	1 : 0.01
Base/sal	1 : 0.015
Base/sorbato	1 : 0.0025
Base/ajo	1 : 0.00085
Base/agua	1 : 0.35

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.6 ENVASADO

Para realizar el proceso de envasado, previamente se esterilizaron los envases de vidrio junto con las tapas en agua a temperatura de ebullición por un lapso de 5 minutos, luego estos fueron secados y volcados para eliminar el agua residual. Con ayuda de la misma jarra de la licuadora se procedió a realizar el envasado, vertiendo la salsa de cilantro en los envases de vidrio, dejando un espacio de cabeza para dar lugar a la dilatación del producto durante la esterilización y cerrado hermético de los frascos.

3.4.1.7 ESTERILIZACIÓN

Posteriormente; el producto envasado fue llevado de forma manual a una olla grande para ser esterilizado durante 15 minutos en agua a temperatura de ebullición 92°C; siendo este tratamiento térmico que completa el proceso garantizando la estabilidad del producto final durante el almacenamiento.

3.4.1.8 ENFRIAMIENTO

Una vez que el producto envasado se esterilizó, fue llevado de forma manual a un baño de agua a temperatura ambiente; para detener el tratamiento térmico.

3.4.1.9 ETIQUETADO

El etiquetado fue manual en la etiqueta se indica sus principales características de la salsa como nombre del producto, materia prima y aditivos.

3.4.1.10 ALMACENAMIENTO

El producto se almacenó en un lugar fresco a temperatura ambiente, para conservar sus características fisicoquímicas y organolépticas.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

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

3.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización general de la materia prima se considera dos propiedades importantes: físicas y fisicoquímicas.

3.5.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILANTRO

En el cuadro 3.9 se detallan las características físicas del cilantro que fueron determinadas.

Cuadro3.9
Caracterización física del cilantro

Propiedades	Unidades
Peso del cilantro entero	g
Largo del cilantro entero	cm
Peso de las hojas de cilantro	g
Peso del tallo del cilantro	g
Porción no comestible del cilantro	%
Porción comestible del cilantro	%

Elaboración: Propia

3.5.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL CILANTRO

En el cuadro 3.10 se describen los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica del cilantro, que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Cuadro 3.10
Características fisicoquímicas del cilantro

Parámetros	Método	Unidades
Humedad	NB 074-2000	%
Hidratos de carbono	Calculo	%
Materia grasa	NB 103-97	%
Proteína total	NB 076-2000	%
Fibra	Tec. CEANID	%
Cenizas	NB 075-74	%
Acidez	NB 229-98	%
Valor energético	Calculo	Kcal/100g

Fuente: elaboración propia

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 3.11 se muestran los parámetros determinados en el producto final para su caracterización física.

Cuadro 3.11
Características físicas de la salsa de cilantro

Parámetros	Unidades
Volumen	cm ³
Masa	g
Densidad	g/cm ³
Sólidos solubles	°Brix

Fuente: elaboración propia

3.5.2.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.12 se describen los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica del producto final (salsa de cilantro); que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Cuadro 3.12
Características fisicoquímicas de la salsa de cilantro

Parámetros	Método	Unidades
Humedad	NB 074-2000	%
Hidratos de carbono	Calculo	%
Materia grasa	NB 103-97	%
Proteína total	NB 076-2000	%
Fibra	Tec. CEANID	%
Cenizas	NB 075-74	%
Acidez	NB 229-98	mg/100g
Sólidos totales	NB 231:1-98	%
Valor energético	Calculo	Kcal/100g

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3 PROPIEDADES MICRIBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

En el cuadro 3.13 se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica del producto final (salsa de cilantro); que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Cuadro 3.13
Características microbiológicas de la salsa de cilantro

Componentes	Método	Unidades
Mohos y levaduras	NB 32006	ufc/g
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003	ufc/g

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

La caracterización de un alimento es un proceso largo y complejo que normalmente involucra a varias disciplinas científicas. El análisis sensorial

debería ser una de ellas y concretamente, la obtención del perfil descriptivo o “huella sensorial” del producto es una parte fundamental de esa caracterización. Definir y describir que características o atributos de un alimento son importantes sensorialmente y como debe medirse no es una tarea fácil, a pesar de encontrarse ampliamente descripta de forma genérica (meilgaard et al, 1987).

Si se desea obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico. Toda prueba que incluya paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados. Solamente de esta manera, el análisis sensorial podrá producir resultados consistentes y reproducibles (Watts y col, 1992.t).

3.5.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO

Para la evaluación sensorial del producto final, se prepararon ocho muestras de acuerdo al diseño experimental, las mismas que se presentaron a quince jueces no entrenados, mediante un test (Anexo B.2), en la escala hedónica, a fin de evaluar los atributos: color, olor, sabor y textura.

3.5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental permite estudiar procesos; considerando a un proceso como una caja negra a la cual ingresan diversas variables de entrada , donde estas interactúan para producir un resultado , variable de salida optima , la búsqueda de combinaciones optimas de las variables de entrada da lugar al diseño experimental ; en un experimento diseñado se realizan cambios sistemáticos y controlados a las variables de entrada de un proceso o sistema de manera que sea posible obtener e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (Ramírez ,2010).

El diseño factorial que fue utilizado en el trabajo experimental, se muestra en la ecuación:

$$2^k \quad \text{ecuación (3.1)}$$

Donde:

2= Números de niveles

k= Números de variables

3.5.4.1 DISEÑO FACTORIAL 2^k

El diseño factorial 2^k , es particularmente útil en las primeras fases de trabajo experimental, cuando es posible que haya muchos factores por investigar con lleva el menor número de corridas con las cuales pueden estudiarse k factores en un diseño factorial completo; debido que hay dos niveles para cada factor y debe suponerse que la respuesta es aproximadamente lineal en un intervalo de los niveles elegidos de los factores (Mongomery, 1991).

3.5.4.1.1 DISEÑO FACTORIAL 2^3 EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN/MOLIENDA DE LA SALSA DE CILANTRO

Para efectuar el diseño experimental en la etapa de dosificación de la salsa de cilantro, se aplicó de acuerdo a la ecuación (3.1), cuyo diseño corresponde a:

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

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

- Peso de las hojas de cilantro **(X)** = 2 niveles
- Peso de las hojas de quirquiña **(Y)** = 2 niveles
- Peso de la sal **(Z)** = 2 niveles

En la tabla 3.1 se muestra la matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de dosificación/molienda, para la elaboración de la salsa de cilantro conformado por tres variables: cilantro, quirquiña y sal.

Tabla 3.1
Diseño factorial de la matriz de las variables para la etapa de dosificación/molienda de la salsa de cilantro

Combinación de tratamientos	Factores			Interacciones				Total	
	X	Y	Z	XY	XZ	YZ	XYZ	Y1	Y2
1	-	-	-	+	+	+	-	Y	Y
a	+	-	-	-	-	+	+	Y	Y
b	-	+	-	-	+	-	+	Y	Y
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y	Y
c	-	-	+	+	-	-	+	Y	Y
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y	Y
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y	Y
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y	Y

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_j= Sólidos solubles (°Brix), variable respuesta; en función al tiempo de molido.

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, formado por tres variables: cilantro, quirquiña y sal.

Tabla 3.2
Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación/molienda de la salsa de cilantro

Variables	Nivel superior	Nivel inferior
Cilantro (X)	3.5 %	2.8 %
Quirquiña (Y)	1.05 %	0.70 %
Sal (Z)	1.4 %	1.05 %

Fuente: Elaboración propia

Las referencias tomadas para los niveles superior e inferior fue a base de pruebas sensoriales ya que no se contaba con un producto similar en el mercado para que este sea la muestra patrón (Anexo B1).

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para realizar la caracterización de la materia prima, se tomaron en cuenta las propiedades físicas y fisicoquímicas.

4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILANTRO

Para determinar las propiedades físicas de la materia prima (cilantro), se tomaron en cuenta veinte unidades al azar y aleatoriamente. Las muestras fueron adquiridas en el mercado local “Mercado Campesino” y los resultados de las mediciones individuales, se presenta en la tabla 4.1.

Tabla 4.1
Características físicas del cilantro

N°	Propiedades físicas					
	P _c	L _c	P _h	P _t	PNP _c	PCP _c
1	4,80	25	1,56	3,24	67,5	32,5
2	9,24	24,50	2,80	6,44	69,69	30,31
3	6,66	20,80	2,20	4,46	66,97	33,03
4	10,32	23	3,92	6,40	62	38
5	13,8	22,25	4,50	9,30	67,40	32,60
6	6,21	19,50	2,24	3,97	63,93	36,07
7	5,35	24,80	1,80	3,55	66,35	33,65
8	6,56	21,20	2,28	4,28	65,24	34,76
9	7,25	18,50	2,68	4,57	63	37
10	6,39	24,05	2,50	3,89	60,87	39,13
11	6,58	19,57	2,48	4,10	62,31	37,69
12	11,25	25	4,10	7,15	63,55	36,45
13	8,25	18	3,79	4,46	54,07	45,93
14	7,56	20,35	2,20	5,36	70,89	29,11
15	8,23	21,80	2,35	5,88	71,44	28,56
16	9,87	20,60	2,98	6,89	69,80	30,20
17	12,12	22,10	4,50	7,62	62,87	37,13
18	8,69	19,80	3,83	4,86	55,93	44,07
19	7,97	24,80	2,70	5,27	66,12	33,88
20	8,58	21,10	2,68	5,90	68,76	31,24
X	8,28	21,84	2,91	5,38	64,94	35,06
R	8,2	7	2,94	6,06	7,8	15,51

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4.2, se muestran los valores promedios y el rango de las propiedades físicas del cilantro obtenido en la tabla 4.1.

Tabla 4.2
Promedio y rango de las propiedades físicas del cilantro

Resultados	P_c	L_c	P_h	P_t	PNP_c	PCP_c
X	8,28	21,84	2,91	5,38	64,94	35,06
R	8,2	7	2,94	6,06	7,8	15,51

Fuente: elaboración propia

Donde:

P_c	Peso del cilantro entero (g)
L_c	Largo del cilantro entero (cm)
P_h	Peso de las hojas de cilantro (g)
P_t	Peso del tallo del cilantro (g)
PNP_c	Porción no comestible del cilantro (%)
PCP_c	Porción comestible del cilantro (%)
X	Valor promedio
R	Rango

En la tabla 4.2, se observa que el peso promedio del cilantro entero es de 8,28 g; hojas de cilantro de 2,91 g y 5,38 g para el tallo de cilantro; con un rango de 8,2; 2,94 y 6,06 respectivamente para un total de veinte muestras.

Para determinar la parte comestible (PCP_c) y porción no comestible (PNP_c) del cilantro, se utilizaron las ecuaciones matemáticas (4.1) y (4.2) en orden correspondiente.

$$\% \text{ Porción no comestible} = P_t / P_c * 100 \quad \text{ecuación (4.1)}$$

$$\% \text{ Porción comestible} = 100 - \% PNP_c \quad \text{ecuación (4.2)}$$

En la tabla 4.2, se puede observar que los resultados promedio de la porción comestible son de 35,06% y porción no comestible es de 64,94% para un total de veinte muestras.

4.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL CILANTRO

En la tabla 4.3, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del cilantro en 100g porción comestible, realizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A1).

Tabla 4.3
Características fisicoquímicas del cilantro

Parámetros	Valores	Unidades
Humedad	85,90	%
Hidratos de carbono	4,34	%
Materia grasa	0,38	%
Proteína total	4,10	%
Fibra	2,80	%
Cenizas	2,48	%
Acidez	0,10	%
Valor energético	37,18	Kcal/100g

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.3, el cilantro tiene un contenido de humedad del 85,90 %; materia grasa 0,38 %; proteína total 4,10 %; fibra 2,80 %; cenizas 2,48 %, acidez 0,10 % y valor energético de 37,18 Kcal en 100 gramos de muestra.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EN LA SALSA DE CILANTRO

Para determinar la concentración (sólidos solubles) a la que debe encontrarse la salsa de cilantro , se vio que es conveniente aplicar un diseño experimental en la etapa de molienda/dosificación, con la finalidad de establecer cual es la variable que tiene mayor incidencia en la elaboración del producto, tomando en cuenta la muestra , es así que se desarrolló el diseño considerando como variables : cilantro

(X), quirquiña (Y), sal (Z); donde se elaboraron ocho muestras aplicando una evaluación sensorial con un análisis estadístico.

4.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

Para la determinación de la concentración en la salsa de cilantro se realizó un análisis sensorial en base a quince jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica (Anexo D.1) para evaluar los atributos: color, aroma, textura y sabor.

4.2.1.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA LA DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN EN LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.4, se muestran los resultados obtenidos en la tabla D.1.1 (Anexo D.1), del atributo color, para determinar la concentración de la salsa de cilantro.

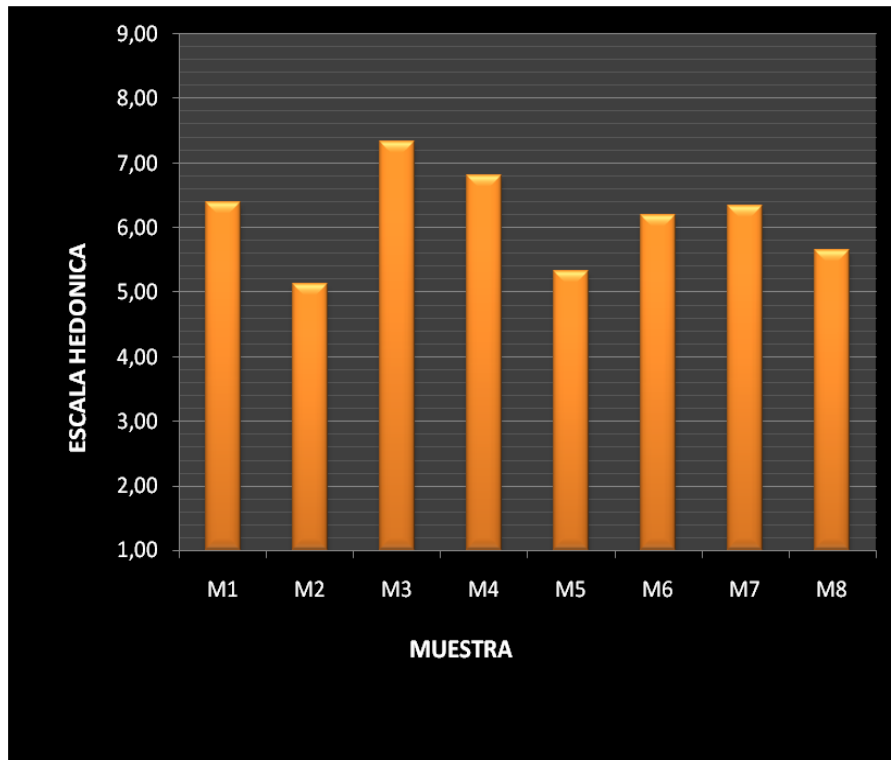
Tabla 4.4
Evaluación sensorial del atributo color para determinar la concentración de la salsa de cilantro

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Yj)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	6	9	7	5	7	6	4	50
2	7	4	7	7	6	8	6	5	50
3	6	4	7	7	5	6	6	5	46
4	6	4	7	6	5	5	6	6	45
5	9	6	8	6	5	7	7	6	54
6	6	4	5	4	3	4	8	7	41
7	6	4	7	7	4	4	5	7	44
8	6	7	8	6	7	6	8	6	54
9	6	5	8	8	6	6	6	7	52
10	7	7	8	6	6	6	7	6	53
11	5	7	9	8	6	7	6	4	52
12	8	5	8	9	6	7	7	6	56
13	5	8	6	7	7	8	7	6	54
14	7	3	6	7	4	7	5	4	43
15	6	3	7	7	5	5	5	6	44

Fuente: elaboración propia

En la figura 4.1, se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial; obtenida en la tabla 4.5 para el atributo color.

Figura 4.1
Promedio del atributo color para determinar la concentración de la salsa de cilantro



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.1, la muestra M3 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color con un puntaje 7,333; seguido de la muestra M4 con 6,80; en comparación de M1, M2, M5, M6, M7 y M8 que son menores en la escala hedónica.

En el (Anexo D.1), tabla D.1.2, se muestra el análisis de varianza para el atributo color donde el $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,12 > 2,10$); para los tratamientos por lo tanto se puede decir que hay diferencia significativa y nos lleva a realizar la prueba de Duncan.

4.2.1.1.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSAS DE CILANTRO

En la tabla 4.6, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla D.1.5 (Anexo D.1).

Tabla 4.5
Análisis estadístico de Duncan del atributo color para determinar la concentración en la salsa de cilantro

Tratamientos	Análisis de los valores			Efectos
M1-M2	1,267	>	0,779	Si hay diferencia significativa
M1-M3	0,933	>	0,821	Si hay diferencia significativa
M1-M4	0,400	<	0,848	No hay diferencia significativa
M1-M5	1,067	>	0,868	Si hay diferencia significativa
M1-M6	0,200	<	0,885	No hay diferencia significativa
M1-M7	0,067	<	0,896	No hay diferencia significativa
M1-M8	0,733	<	0,907	No hay diferencia significativa
M2-M3	2,200	>	0,779	Si hay diferencia significativa
M2-M4	1,667	>	0,821	Si hay diferencia significativa
M2-M5	0,200	<	0,848	No hay diferencia significativa
M2-M6	1,067	>	0,868	Si hay diferencia significativa
M2-M7	1,200	>	0,885	Si hay diferencia significativa
M2-M8	0,533	<	0,896	No hay diferencia significativa
M3-M4	0,533	<	0,959	No hay diferencia significativa
M3-M5	2,000	>	0,779	Si hay diferencia significativa
M3-M6	1,133	>	0,821	Si hay diferencia significativa
M3-M7	1,000	>	0,848	Si hay diferencia significativa
M3-M8	1,667	>	0,868	Si hay diferencia significativa
M4-M5	1,467	>	0,951	Si hay diferencia significativa
M4-M6	0,600	<	0,955	No hay diferencia significativa
M4-M7	0,467	<	0,959	No hay diferencia significativa
M4-M8	1,133	>	0,779	Si hay diferencia significativa
M5-M6	0,867	<	0,940	No hay diferencia significativa
M5-M7	1,000	>	0,945	Si hay diferencia significativa
M5-M8	0,333	<	0,948	No hay diferencia significativa
M6-M7	0,133	<	0,915	No hay diferencia significativa
M6-M8	0,533	<	0,923	No hay diferencia significativa
M7-M8	0,667	<	0,848	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (M1–M2), (M1–M3), (M1–M5), (M2–M3), (M2–M4), (M2–M6), (M2–M7), (M3–M5), (M3–M6), (M3–M7), (M3–M8), (M4–M5), (M4–M8) y (M5–M7) ; en comparación de los tratamientos (M1–M4), (M1–M6), (M1–M7), (M1–M8), (M2–M5), (M2–M8), (M3–M4), (M4–M6), (M4–M7), (M5–M6), (M5–M8), (M6–M7), (M6–M8), (M7–M8) ; que no hay una evidencia estadística de variación; para un límite de confianza del 95% y tomando en cuenta la preferencia

de los jueces por las muestras M3 (7,33) y M4 (6,8) en la escala hedónica para el atributo color, como la de mejor aceptación.

4.2.1.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.6, se muestran los resultados obtenidos de la tabla D.2.6 (Anexo D.2), del atributo aroma, para determinar la concentración de la salsa de cilantro.

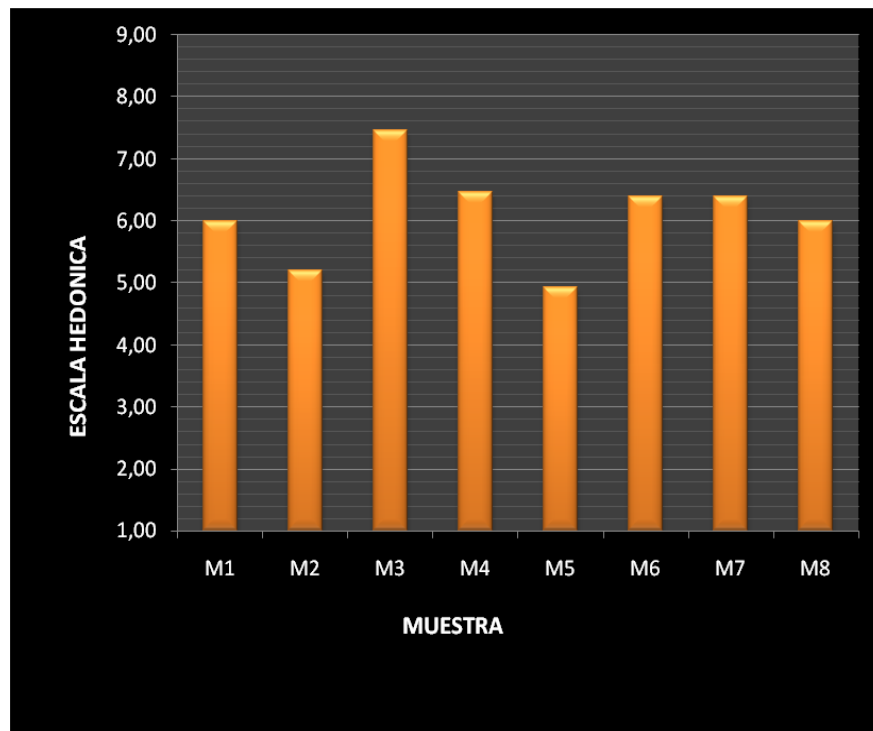
Tabla 4.6
Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la concentración de la salsa de cilantro

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Yj)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	6	9	6	6	7	8	7	55
2	5	4	7	5	4	7	7	6	45
3	5	7	6	8	5	6	6	6	49
4	7	5	8	6	4	5	6	6	47
5	6	5	9	7	4	7	7	6	51
6	7	4	7	4	4	4	4	6	40
7	6	4	7	7	4	7	6	7	48
8	7	6	7	8	6	6	6	7	53
9	5	6	7	7	5	7	7	7	51
10	6	6	7	7	6	6	6	6	50
11	8	6	8	7	6	7	6	6	54
12	6	6	7	8	5	8	6	5	51
13	5	6	9	6	6	7	7	6	52
14	6	3	7	6	4	7	6	3	42
15	5	4	7	5	5	5	8	6	45

Fuente: elaboración propia

En la figura 4.2, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial; obtenida en la tabla 4.6 para el atributo aroma.

Figura 4.2
Promedio del atributo aroma para determinar la concentración de la salsa de cilantro



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.2, la muestra M3 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma con un puntaje 7,4; seguido de la muestra M4 con 6,476; en comparación de M1, M2, M5, M6, M7 y M8 que son menores en la escala hedónica.

En el (Anexo D.2), tabla D.2.7, se muestra el análisis de varianza para el atributo aroma donde el $F_{cal} > F_{tab}$ ($11,09 > 2,10$); para los tratamientos por lo tanto se puede decir que hay diferencia significativa y nos lleva a realizar la prueba de Duncan.

4.2.1.2.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.7, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla D.2.10 (Anexo D.2).

Tabla 4.7
Análisis estadístico de Duncan del atributo aroma para determinar la
concentración en la salsa de cilantro

Tratamientos	Análisis de los valores			Efectos
M1-M2	0,800	>	0,665	Si hay diferencia significativa
M1-M3	1,467	>	0,700	Si hay diferencia significativa
M1-M4	0,467	<	0,724	No hay diferencia significativa
M1-M5	1,067	>	0,741	Si hay diferencia significativa
M1-M6	0,400	<	0,755	No hay diferencia significativa
M1-M7	0,400	<	0,764	No hay diferencia significativa
M1-M8	0,000	<	0,774	No hay diferencia significativa
M2-M3	2,267	>	0,665	Si hay diferencia significativa
M2-M4	1,267	>	0,700	Si hay diferencia significativa
M2-M5	0,267	<	0,724	No hay diferencia significativa
M2-M6	1,200	>	0,741	Si hay diferencia significativa
M2-M7	1,200	>	0,755	Si hay diferencia significativa
M2-M8	0,800	>	0,764	Si hay diferencia significativa
M3-M4	1,000	>	0,819	Si hay diferencia significativa
M3-M5	2,533	>	0,665	Si hay diferencia significativa
M3-M6	1,067	>	0,700	Si hay diferencia significativa
M3-M7	1,067	>	0,724	Si hay diferencia significativa
M3-M8	1,467	>	0,741	Si hay diferencia significativa
M4-M5	1,533	>	0,812	Si hay diferencia significativa
M4-M6	0,067	<	0,815	No hay diferencia significativa
M4-M7	0,067	<	0,819	No hay diferencia significativa
M4-M8	0,467	<	0,665	No hay diferencia significativa
M5-M6	1,467	>	0,802	Si hay diferencia significativa
M5-M7	1,467	>	0,807	Si hay diferencia significativa
M5-M8	1,067	>	0,809	Si hay diferencia significativa
M6-M7	0,000	<	0,781	No hay diferencia significativa
M6-M8	0,400	<	0,788	No hay diferencia significativa
M7-M8	0,400	<	0,724	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (M1–M2), (M1–M3), (M1–M5), (M2–M3), (M2–M4), (M2–M6), (M2–M7), (M2–M8), (M3–M4), (M3–M5), (M3–M6), (M3–M7), (M3–M8), (M4–M5), (M5–M6), (M5–M7) y (M5–M8) ; en comparación de los tratamientos (M1–M4), (M1–M6), (M1–M7), (M1–M8), (M2–M5), (M4–M6), (M4–M7), (M4–M8), (M6–M7), (M6–M8), (M7–M8); que no hay una evidencia estadística de variación; para un límite de confianza del 95% y tomando en cuenta la preferencia

de los jueces por las muestras M3 (7,467) y M4(6,467) en la escala hedónica para el atributo color, como la de mejor aceptación.

4.2.1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.8, se muestran los resultados obtenidos de la tabla D.3.11 (Anexo D.3), del atributo sabor, para determinar la concentración de la salsa de cilantro.

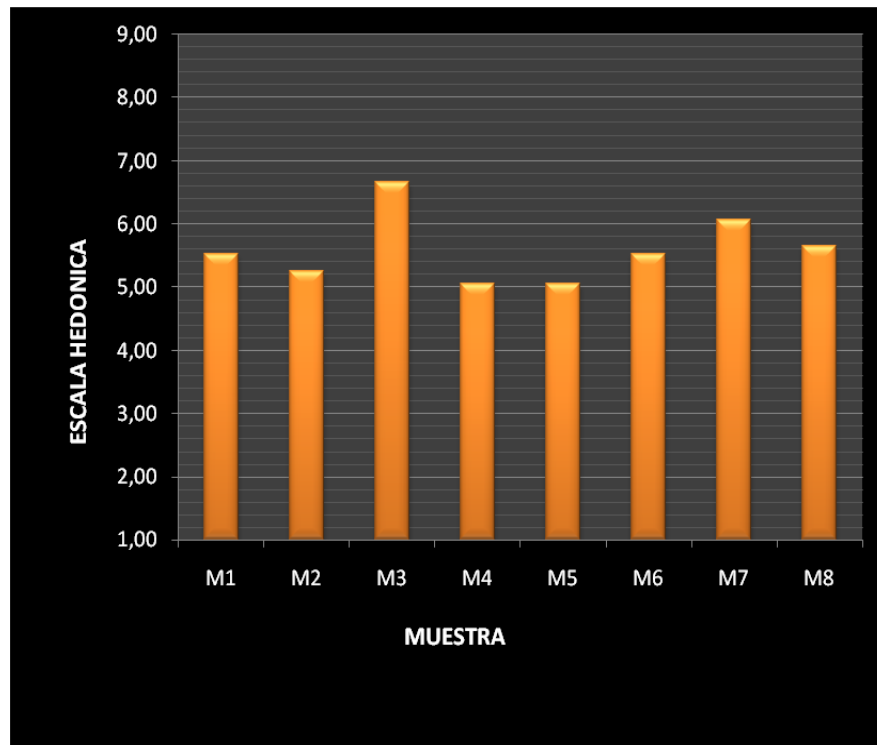
Tabla 4.8
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la concentración de la salsa de cilantro

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Yj)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	6	6	9	6	6	7	6	5	51
2	3	3	8	2	3	6	5	5	35
3	5	5	6	5	5	5	5	4	40
4	5	5	5	5	5	5	7	7	44
5	3	3	6	5	3	3	6	6	35
6	5	5	7	5	5	5	7	7	46
7	5	6	5	6	5	6	6	6	45
8	6	5	5	5	5	5	7	6	44
9	6	5	7	6	5	7	4	7	47
10	7	7	6	4	6	5	7	6	48
11	6	8	8	6	7	5	5	5	50
12	7	6	7	6	6	7	7	4	50
13	7	6	5	5	5	6	6	6	46
14	5	5	9	5	5	4	6	5	44
15	7	4	7	5	5	7	7	6	48

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial; obtenida en la tabla 4.8 para el atributo sabor.

Figura 4.3
Promedio del atributo sabor para determinar la concentración de la salsa de cilantro



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.3, la muestra M3 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor con un puntaje 6,667; seguido de la muestra M7 con 6,067; en comparación de M1, M2, M4, M5, M6 y M8 que son menores en la escala hedónica.

En el (Anexo D.3), tabla D.3.12, se muestra el análisis de varianza para el atributo sabor donde el $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,92 > 2,10$); para los tratamientos por lo tanto se puede decir que hay diferencia significativa y nos lleva a realizar la prueba de Duncan.

4.2.1.3.1 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.9, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla D.3.15 (Anexo D.3).

Tabla 4.9
Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor para determinar la
concentración en la salsa de cilantro

Tratamientos	Análisis de los valores			Efectos
M1-M2	0,267	<	0,765	Si hay diferencia significativa
M1-M3	1,133	>	0,806	Si hay diferencia significativa
M1-M4	0,467	<	0,833	No hay diferencia significativa
M1-M5	0,467	<	0,852	No hay diferencia significativa
M1-M6	0,000	<	0,869	No hay diferencia significativa
M1-M7	0,533	<	0,880	No hay diferencia significativa
M1-M8	0,133	<	0,891	No hay diferencia significativa
M2-M3	1,400	>	0,765	Si hay diferencia significativa
M2-M4	0,200	<	0,806	No hay diferencia significativa
M2-M5	0,200	<	0,833	No hay diferencia significativa
M2-M6	0,267	<	0,852	No hay diferencia significativa
M2-M7	0,800	<	0,869	No hay diferencia significativa
M2-M8	0,400	<	0,880	No hay diferencia significativa
M3-M4	1,600	>	0,942	Si hay diferencia significativa
M3-M5	1,600	>	0,765	Si hay diferencia significativa
M3-M6	1,133	>	0,806	Si hay diferencia significativa
M3-M7	0,600	<	0,833	No hay diferencia significativa
M3-M8	1,000	>	0,852	Si hay diferencia significativa
M4-M5	0,000	<	0,934	No hay diferencia significativa
M4-M6	0,467	<	0,938	No hay diferencia significativa
M4-M7	1,000	>	0,942	Si hay diferencia significativa
M4-M8	0,600	<	0,765	No hay diferencia significativa
M5-M6	0,467	<	0,923	No hay diferencia significativa
M5-M7	1,000	>	0,929	Si hay diferencia significativa
M5-M8	0,600	<	0,931	No hay diferencia significativa
M6-M7	0,533	<	0,899	No hay diferencia significativa
M6-M8	0,133	<	0,907	No hay diferencia significativa
M7-M8	0,400	<	0,833	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (M1–M2), (M1–M3), (M2–M3), (M3–M4), (M3–M5), (M3–M6), (M3–M8), (M4–M7) y (M5–M7); en comparación de los tratamientos (M1–M4), (M1–M5), (M1–M6), (M1–M), (M1–M8), (M2–M4), (M2–M5), (M2–M6), (M2–M7), (M2–M8), (M3–M7), (M4–M5), (M4–M6), (M4–M8), (M5–M6), (M5–M8), (M6–M7), (M6–M8), (M7–M8), ; que no hay una evidencia estadística de variación; para un límite de confianza del 95% y tomando en cuenta la preferencia de los

jueces por las muestras M3 (6,667) y M7(6,067) en la escala hedónica para el atributo sabor, como la de mejor aceptación.

4.2.1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos de la tabla D.4.16 (Anexo D.4), del atributo textura, para determinar la concentración de la salsa de cilantro.

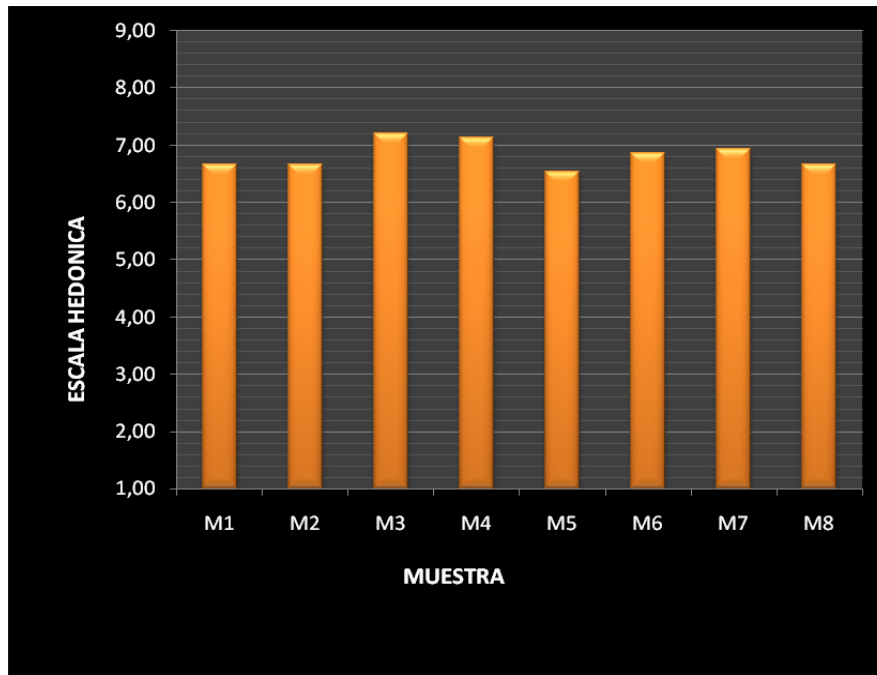
Tabla 4.10
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la concentración de la salsa de cilantro

Jueces	Muestras (Escala hedónica)								Total (Yj)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	8	7	8	7	6	8	6	7	57
2	6	8	9	7	7	6	7	8	58
3	7	7	7	8	7	6	7	6	55
4	6	5	7	6	8	5	6	6	49
5	7	6	9	7	6	7	6	6	54
6	7	8	7	7	6	8	8	7	58
7	5	5	5	6	7	6	8	8	50
8	7	6	7	8	6	7	6	7	54
9	6	6	5	9	7	7	8	8	56
10	7	8	7	6	6	7	7	6	54
11	7	7	8	7	7	7	9	6	58
12	6	7	7	7	6	7	6	7	53
13	6	7	8	6	7	8	7	6	55
14	8	6	7	8	6	8	6	6	55
15	7	7	7	8	6	6	7	6	54

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4, se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial; obtenida en la tabla 4.10 para el atributo textura.

Figura 4.4
Promedio del atributo textura para determinar la concentración de la salsa de cilantro



Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura 4.4, la muestra M3 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura con un puntaje 7,2; seguido de la muestra M4 con 7,133; en comparación de M1, M2, M5, M6, M7 y M8 que son menores en la escala hedónica.

4.2.1.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.11, se muestra el análisis de varianza del atributo textura de los datos extraídos de la tabla D.4.17 (Anexo D.4).

Tabla 4.11
Análisis de varianza del atributo textura para determinar la concentración en la salsa de cilantro

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	98,667	119			
Tratamientos	6,133	7	0,876	1,072	2,104
Jueces	12,417	14	0,887	1,085	1,794
Error	80,117	98	0,818		

Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la tabla 4.11, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,072 < 2,104$) para los tratamientos. Por lo tanto, no hay evidencia estadística de variación entre los promedios de los tratamientos M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para $p < 0,05$. Por lo que se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M3 que tiene un puntaje de (7,2) en la escala hedónica para el atributo textura, como la mejor opción.
- Para los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,085 < 1,794$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los quince jueces para $p < 0,05$.

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis estadístico del diseño experimental, se realizó para determinar el efecto de las variables en la dosificación/molienda de insumos para la elaboración de la salsa de cilantro; midiendo la variación de los sólidos solubles sobre el tiempo de molido, según la tabla E.3.1 (Anexo E.3).

Las variables utilizadas fueron: cilantro (3.5-2.8) %, Quirquiña (1.05-0.70) %, Sal (1.4-1.05) % y el componente base 94.5% como constante.

En la tabla 4.12, se muestran la matriz de resultados de la variable en la etapa de dosificación/molienda de insumos para la elaboración de la salsa de cilantro, cuyo diseño corresponde 2^3 , donde la variable respuesta son los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), en función al tiempo de molido.

Tabla 4.12
Matriz de resultados de las variables en la dosificación/molienda de insumos para la salsa de cilantro

Corridas	Combinaciones	Y _{j1}		Y _{j2}	
		$^{\circ}$ Brix	Tiempo (min)	$^{\circ}$ Brix	Tiempo (min)
1	(1)	13,50	14	13,00	16
2	a	13,00	16	13,50	15
3	b	13,60	17	13,60	18
4	ab	13,40	18	13,50	20
5	c	13,50	19	14,00	17
6	ac	13,40	20	13,00	16
7	cb	13,60	14	13,70	15
8	abc	13,00	16	13,50	18

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR $^{\circ}$ BRIX EN EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN/MOLIENDA PARA LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.13, se muestran los resultados del análisis de varianza del diseño 2^3 para variable respuesta ($^{\circ}$ Brix) de los datos extraídos de la tabla E.3.3 (Anexo E.3).

Tabla 4.13
Análisis de varianza para °Brix en el proceso de dosificación/molienda la salsa de cilantro

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab
SST	1,25	15			
SS(X)	0,30	1	0,30	4,28	5,32
SS(Y)	0,06	1	0,06	0,86	5,32
SS(Z)	0,02	1	0,02	0,28	5,32
SS(XY)	0,02	1	0,02	0,28	5,32
SS(XZ)	0,16	1	0,16	2,29	5,32
SS(YZ)	0,09	1	0,09	1,29	5,32
SS(XYZ)	0	1	0	0	5,32
Error	0,59	8	0,07		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.13, $F_{cal} < F_{tab}$ para los factores X (cilantro), Y (quirquiña), Z (sal) y las interacciones XY (cilantro-quirquiña), XZ (cilantro-sal), YZ (quirquiña-sal), y XYZ (cilantro-quirquiña-sal). No existe evidencia estadística de variación de los factores para el proceso de dosificación/molienda 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 /molienda en función de la variable respuesta °Brix.

4.3.2 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE MOLIDO DE LA SALSA DE CILANTRO

En la tabla 4.14, se muestran los resultados del análisis de varianza del diseño 2^3 para variable respuesta (Tiempo de molido) de los datos extraídos de la tabla E.3.5 (Anexo E.1).

Tabla 4.14
Análisis de varianza para el tiempo en el proceso de dosificación/molienda la salsa de cilantro

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab
SST	54,44	15			
SS(X)	5,06	1	5,06	2,31	5,32
SS(Y)	0,56	1	0,56	0,23	5,32
SS(Z)	0,06	1	0,06	0,03	5,32
SS(XY)	3,06	1	3,06	1,40	5,32
SS(XZ)	0,06	1	0,06	0,03	5,32
SS(YZ)	27,56	1	27,56	12,58	5,32
SS(XYZ)	0,56	1	0,56	0,26	5,32
Error	17,51	8	2,19		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.14, los factores X (cilantro), Y (quirquiña), Z (sal) y las interacciones XY (cilantro-quirquiña), XZ (cilantro-sal) y XYZ (cilantro-quirquiña-sal); no existe evidencia estadística para la interacción YZ (quirquiña-sal), existe evidencia estadística para un nivel de confianza del 95%. De acuerdo a este análisis, se puede decir que la interacción YZ (quirquiña-sal), es la que influye directamente en el proceso dosificación/molienda respecto al tiempo, para la elaboración de salsa de cilantro.

4.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización de la salsa de cilantro se realizó tomando en cuenta los siguientes parámetros: propiedades físicas, análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y evaluación sensorial al producto final.

4.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.15, se muestran los resultados de las propiedades físicas determinadas en el producto final (salsa de cilantro) (Anexo A.3).

Tabla 4.15
Características físicas de la salsa de cilantro

V	M	SS*	ρ
100	107	13,50	1,07

Fuente: Elaboración propia, CEANID*

Donde:

V Volumen de la salsa (cm³)

M Masa de la salsa (g)

SS Sólidos solubles (°Brix)

ρ Densidad de la salsa

4.4.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.16, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto final (salsa de cilantro) en 100g de porción comestible, realizados en el Laboratorio CEANID; perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A.2).

Tabla 4.16
Características fisicoquímicas de la salsa de cilantro

Parámetros	Valores	Unidades
Humedad	89,68	%
Hidratos de carbono	3,34	%
Materia grasa	2,28	%
Proteína total	1,33	%
Fibra	1,80	%
Cenizas	1,05	%
Acidez	2,28	mg/100g
Sólidos totales	10,32	%
Valor energético	43,88	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2014

Como se puede observar en la tabla 4.16, el producto final presenta un contenido de humedad del 89,68%; materia grasa 2,28%; proteína total 1,33%; fibra 1,80% y valor energético de 43,88 Kcal.

4.4.3 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.17, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos del producto final (salsa de cilantro), realizados en el Laboratorio CEANID; perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A2).

Tabla 4.17
Características microbiológicas de la salsa de cilantro

Componentes	Valores	Unidades
Mohos y levaduras	$1,0 \cdot 10^1$	ufc/g
Bacterias aerobias mesófilas	$7,0 \cdot 10^1$	ufc/g

Fuente: CEANID, 2014

Como se puede observar en la tabla 4.17, el producto final presenta $1,0 \cdot 10^1$ ufc/g de mohos y levaduras; y bacterias aerobias mesófitas $7,0 \cdot 10^1$ ufc/g lo cual nos indica que los resultados están dentro la norma Colombiana a la que fue basada (Fuente: Melgarejo et al, 2004).

4.5 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.18, se muestran los resultados obtenidos de la tabla D.5.18 (Anexo.D.5) de la evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final (salsa de cilantro); donde se utilizaron quince jueces no entrenados que valoraron los atributos : color, olor, sabor, aroma y textura.

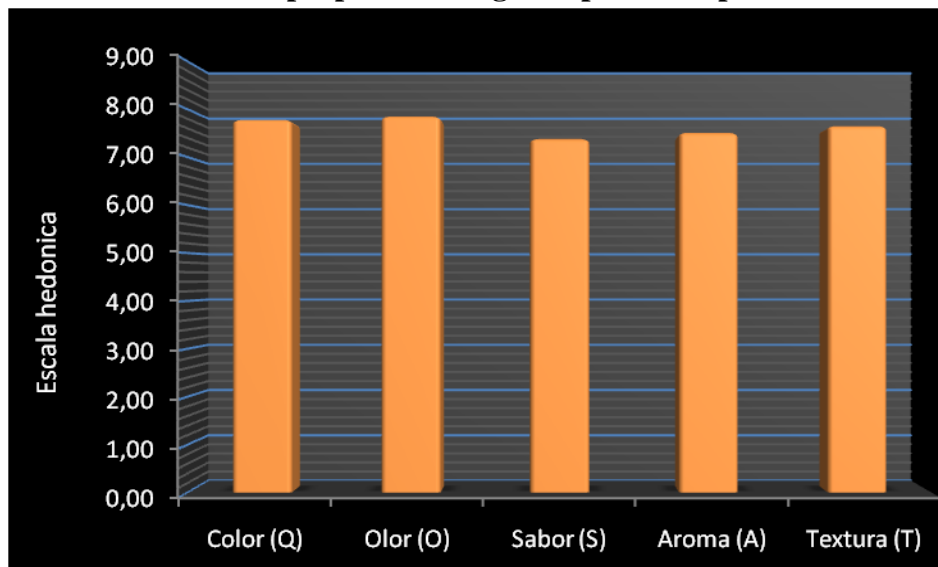
Tabla 4.18
Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final

Jueces	Atributos sensoriales(Escala hedónica)					Total Y _j
	Color (Q)	Olor (O)	Sabor (S)	Aroma (A)	Textura (T)	
1	8	9	8	9	7	41
2	9	7	9	8	6	39
3	7	8	7	7	9	38
4	8	9	8	7	8	40
5	8	9	7	8	7	39
6	7	8	6	6	7	34
7	8	7	8	6	8	37
8	6	8	7	8	8	37
9	8	9	8	8	7	40
10	7	7	9	7	9	39
11	9	8	7	6	8	38
12	7	7	6	7	7	34
13	8	7	6	8	9	38
14	8	8	7	9	7	39
15	9	7	8	9	8	41
\bar{X}	7,80	7,87	7,40	7,53	7,66	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial; obtenida de la tabla 4.18, para los atributos color, olor, sabor, aroma y textura.

Figura 4.5
Promedio de las propiedades organolépticas del producto final



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 4.5, los atributos color con 7,8; olor con 7,87; y textura con 7,66 tienen la mayor aceptabilidad por los jueces; seguido del aroma con 7,53 y sabor con 7,4 que son menores en la escala hedónica.

4.5.1 PRUEBA ESTADÍSTICA DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.19, se muestra el análisis estadístico de la prueba Duncan de los datos extraídos de la tabla D.5.19 (Anexo D.5).

Tabla 4.19

Análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	62,987	74,000			
Tratamientos	2,187	4,000	0,547	0,635	2,537
Jueces	12,587	14,000	0,899	1,044	1,873
Error	48,213	56,000	0,861		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se observa $F_{cal} < F_{tab}$ para los tratamientos. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de tratamientos (Q), (S), (O), (A) y (T) para $p < 0,05$. Por lo que se acepta la hipótesis planteada tomando en cuenta la preferencia de los jueces por las muestras; olor y color en la escala hedónica, como las mejores opciones.

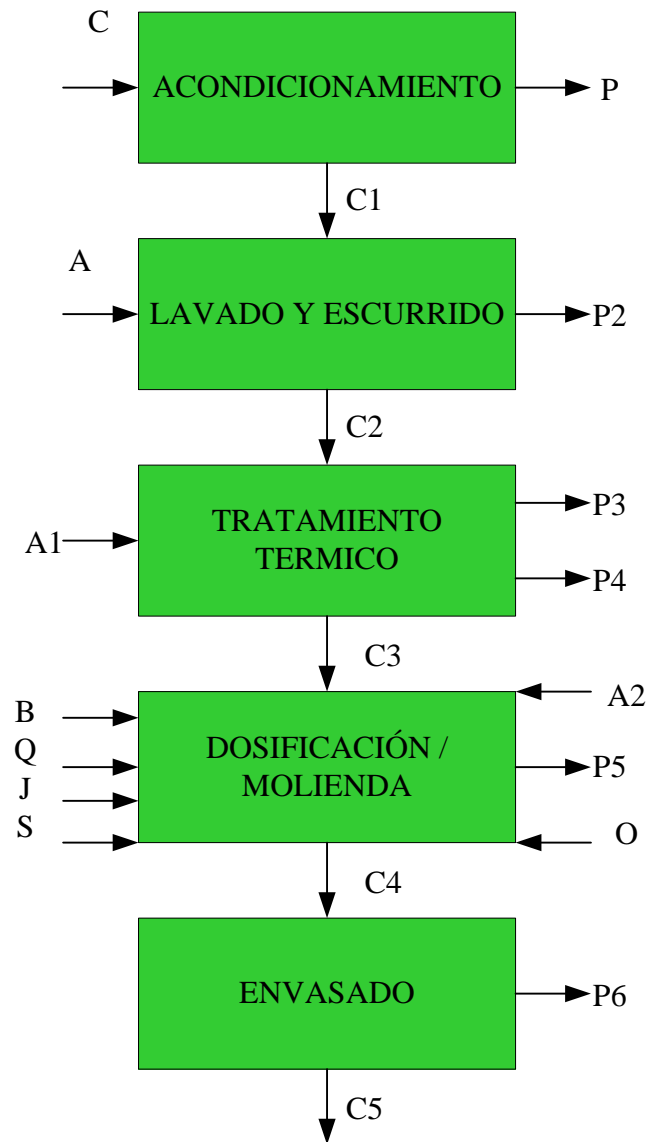
Para los jueces $F_{cal} < F_{tab}$, por lo tanto no existe evidencia estadística de variación entre los quince jueces.

Una vez realizado la evaluación sensorial, se concluye que los atributos olor (7,87); color (7,8); y textura (7,66) son los más aceptados por los jueces; mientras que el atributo aroma (7,53) y sabor (7,4) obtuvieron menor puntaje en la escala hedónica.

4.6 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA EN EL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LA SALSA DE CILANTRO

El balance de materia en el proceso para obtener salsa de cilantro, se realizó tomando en cuenta el siguiente diagrama de bloques representado en la figura 4.6.

Figura 4.6
Balance de materia para el proceso de elaboración de la salsa de cilantro



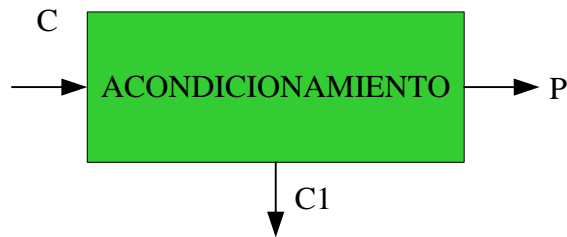
Donde:

- C** Peso del cilantro entero y fresco (g)
- P** Peso de pérdidas por el acondicionamiento (g)
- C1** Peso del cilantro acondicionado (g)
- A** Peso del agua agregada para el lavado (g)
- P2** Peso del agua y residuos obtenido del escurrido (g)
- C2** Peso del cilantro lavado y escurrido (g)
- A1** Peso del agua que entra en el proceso (g)
- P3** Peso del agua que sale del proceso (g)
- P4** Peso del agua perdida por evaporación (g)
- C3** Peso del cilantro escaldado (g)
- B** Peso del componente base (g)
- Q** Peso de la quirquiña (g)
- J** Peso del ajo (g)
- S** Peso la sal (g)
- A2** Peso del agua y sal agregado al proceso (g)
- S1** Peso del sorbato de potasio (g)
- P5** Peso de pérdidas por la molienda (g)
- C4** Peso del producto (g)
- P6** Peso de pérdidas por el envasado (g)
- C5** Peso del producto envasado (g)

4.6.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO

En la figura 4.7 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa d acondicionamiento, en base a una cantidad de 100g de cilantro fresco.

Figura 4.7
Etapa de acondicionamiento



Datos:

C 100g

P 67g

C1 ?g

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento:

$$C = C1 + P \quad \text{ecuación (4.3)}$$

Despejando C1 de la *ecuación (4.3)*:

$$C1 = C - P \quad \text{ecuación (4.4)}$$

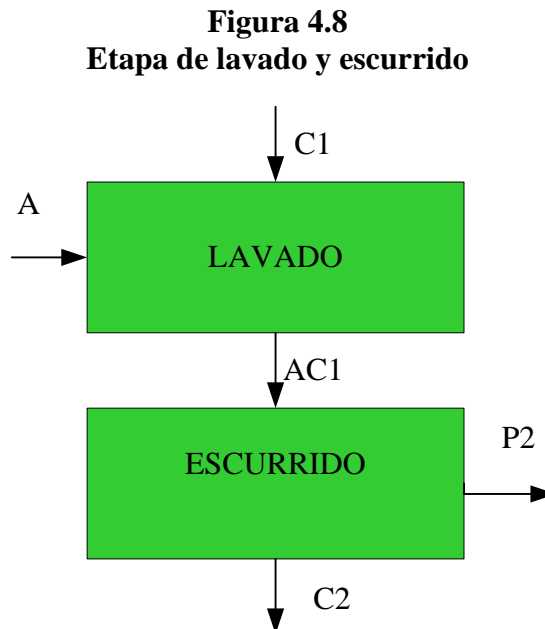
Remplazando los datos en la *ecuación (4.4)*, se obtiene:

$$C1 = 100g - 67g = 33g$$

C1 = 33g de cilantro acondicionado

4.6.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA LAVADO Y ESCURRIDO

En la figura 4.8 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de lavado y escurrido.



Datos:

C1 33g

A 500g

P2 499,25g

AC1 ?g

C2 ?g

Balance de materia global en la etapa de lavado:

$$\mathbf{AC1 = C1 + A} \quad \text{ecuación (4.5)}$$

Remplazando los datos en la *ecuación (4.5)*, se obtiene:

$$\mathbf{AC1 = 33g + 500g = 533g}$$

AC1 = 533g de cilantro con agua

Balance de materia global en la etapa de escurrido:

$$AC1 = C2 + P2 \quad \text{ecuación (4.6)}$$

Despejando C2 de la ecuación (4.6)

$$C2 = AC1 - P2 \quad \text{ecuación (4.7)}$$

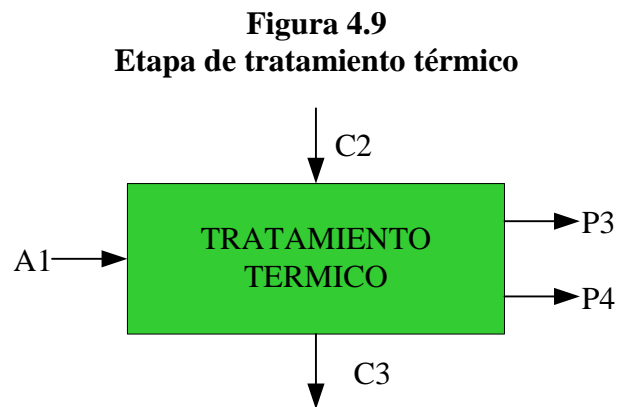
Remplazando los datos en la ecuación (4.7), se obtiene:

$$C2 = 533g - 499.25g = 33,75g$$

C2 = 33,75g de cilantro escurrido

4.6.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE TRATAMIENTO TÉRMICO

En la figura 4.9 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de tratamiento térmico.



Datos:

C2 33,75g

A1 500g

C3 38,95g

P3 482g

P4 ?g

Balance de materia global en la etapa de tratamiento térmico:

$$C2 + A1 = C3 + P3 + P4 \quad \text{ecuación (4.8)}$$

Despejando P4 de la *ecuación (4.8)*:

$$P4 = C2 + A1 - C3 - P3 \quad \text{ecuación (4.9)}$$

Remplazando los datos en la *ecuación (4.9)*, se obtiene:

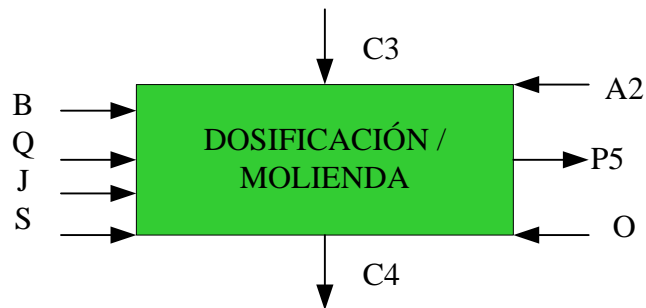
$$P4 = 33,75g + 500g - 38,95g - 482g = 12,8g$$

P4 = 12,8g de agua que se evapora durante el tratamiento térmico

4.6.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN/MOLIENDA

En la figura 4.10 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de dosificación/molienda.

Figura 4.10
Etapa de dosificación/molienda



Datos:

C3 38.95g

B 779g

Q 7,79g

J 0,66g

S 1,95g

A2 (agua 272,6 ml + sal 11,7g) = 284,3g

O 9,7g

C4 1104g

P5 ?g

Balance de materia global en la etapa de dosificación/molienda:

$$\mathbf{C3 + B + Q + J + S + A2 + O = C4 + P5} \quad \text{ecuación (4.10)}$$

Despejando P5 de la ecuación (4.10):

$$\mathbf{P5 = C3 + B + Q + J + S + A2 + O - C3} \quad \text{ecuación (4.11)}$$

Remplazando los datos en la *ecuación (4.11)*, se obtiene:

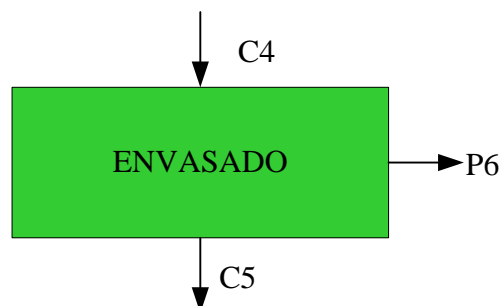
$$P5 = 38,95 + 779 + 7,79 + 0,66 + 1,95 + 284,3 + 9,7 - 1104 = 18,35g$$

P5 = 18,35 g de pérdidas por la molienda

4.6.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ENVASADO

En la figura 4.11 se muestra el diagrama de bloque para el balance de materia en la etapa de envasado.

Figura 4.11
Etapa de envasado



Datos:

C4 1104g

C5 1076,25g

P6 ?g

Balance de materia global en la etapa de envasado:

$$\mathbf{C4 = C5 + P6} \quad \text{ecuación (4.12)}$$

Despejando P6 de la ecuación (4.12):

$$\mathbf{P6 = C4 - C5} \quad \text{ecuación (4.13)}$$

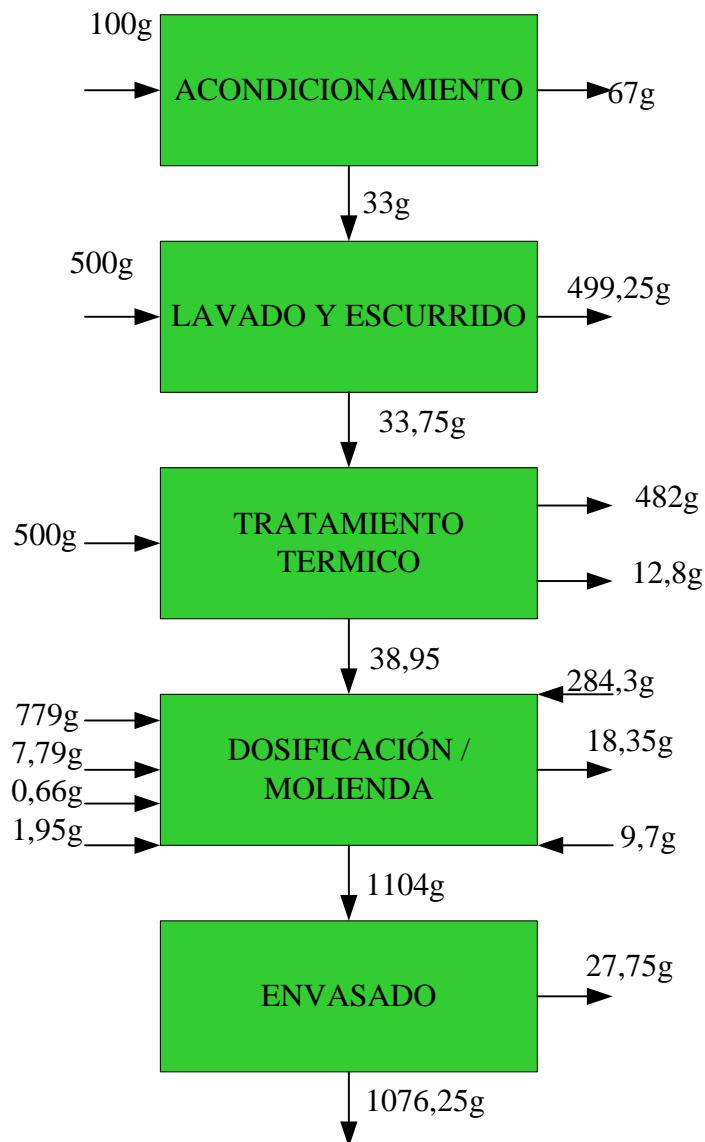
Remplazando los datos en la *ecuación (4.13)*, se obtiene:

$$P4 = 1104g - 1076,25g = 27,75g$$

P4 = 27,75g de perdidas en el envasado

4.6.6 RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SALSA DE CILANTRO

Figura 4.12
Resumen del balance de materia para el proceso de elaboración de la salsa de cilantro



4.6.7 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE TRATAMIENTO TÉRMICO

Según (Lomas, 2002), el balance de energía es un parámetro muy importante que debemos tomar en cuenta en la industria donde se llega a cabo procesos; por ello es necesario calcular las necesidades de calentamiento para un proceso térmico de escaldado afectado por el punto de ebullición, según la *ecuación (4.14)*.

$$Q_g = m * C_p * \Delta T + \lambda * V \quad \text{ecuación (4.14)}$$

Desarrollando la ecuación (4.14), en función de los componentes que intervienen en el proceso de tratamiento térmico (escaldado), se obtiene la *ecuación (4.15)*.

$$Q_g = (m_o * C_{p_o} + m_m * C_{p_m}) * (T_f - T_i) + \lambda * m_A \quad \text{ecuación (4.15)}$$

Donde:

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

m_o = 770g (masa del recipiente de acero inoxidable)

C_{p_o} = 0,46Kj/kg°K (calor específico del acero inoxidable) (Lewis, 1993)

m_m = 33.55g (masa de las muestras de cilantro)

C_{p_m} =? (calor específico de las muestras de cilantro)

T_f = 92°C (temperatura final)

T_i = 20°C (temperatura inicial)

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

$m_A = V$ = 12,8g (masa del agua evaporada)

Para determinar el calor específico de las muestras de cilantro, se tomó en cuenta la ecuación 4.16 citado por (Lewis, 1993).

$$C_{p_m} = X_a * C_{p_a} + X_c * C_{p_c} + X_p * C_{p_p} + X_g * C_{p_g} + X_{ce} * C_{p_{ce}} \quad \text{(Ecuación 4.16)}$$

Donde:

X_a =0,859(fracción de masa de agua)

C_{p_a} = 4,18Kj/kg°K(calor específico del agua) (Lewis, 1993)

X_c =0,00434(fracción de masa de los carbohidratos)

C_{p_c} = 1,22Kj/kg°K (calor específico de los carbohidratos) (Lewis, 1993)

X_p = 0,0041(fracción de masa de las proteínas)

$C_{pp} = 1,90 \text{Kj/kg}^\circ\text{K}$ (calor específico de las proteínas) (Lewis, 1993)

$X_g = 0,00038 \text{Kj/kg}^\circ\text{K}$ (fracción de masa de las grasas)

$C_{pg} = 1,90 \text{Kj/kg}^\circ\text{K}$ (calor específico de las grasas) (Lewis, 1993)

$X_{ce} = 0,00248$ (fracción de masa de las cenizas)

$C_{pce} = 0,80 \text{Kj/kg}^\circ\text{K}$ (calor específico de las cenizas) (Lewis, 1993)

Remplazando datos en la ecuación (4.16), tenemos:

$$C_{pz} = 0,859 * 4,18 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}} + 0,00434 * 1,22 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}} + 0,0041 * 1,90 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}} + 0,00038 * 1,90 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}} + 0,00248 * 0,80 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$$

$$C_{pz} = 3,60 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}} \text{ calor específico del cilantro}$$

Remplazando los datos en la ecuación (4.15), tenemos:

$$Q_g = \left((0,77 \text{Kg} * 0,46 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}}) + (0,0335 \text{Kg} * 3,60 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{K}}) \right) * (365 - 293)^\circ\text{K} + (2257,0 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} * 0,0128 \text{Kg})$$

$Q_g = 63,07 \text{Kj}$ calor total que se requiere para la etapa de tratamiento térmico.

$Q_g = 15,07 \text{Kcal}$

Siendo (Q_g) la cantidad total de calor necesario para elaborar 1076,25g de salsa de cilantro a nivel experimental.

5.1 CONCLUSIONES

- El peso promedio del cilantro entero, hojas del cilantro, tallo del cilantro y largo del cilantro entero son; 8,28g, 2,91g, 5,38g y 21,84cm y porción comestible de 35,06% y porción no comestible 64,94% para un total de veinte muestras.
- En base a los análisis físicoquímico del cilantro, son humedad 85,9%; proteína 4,10 %; hidratos de carbono 4,34 %; materia grasa 0,38%; fibra 2,80 %; cenizas 2,48%; 0,10 acidez 0,03 % y valor energético 37,18Kcal.
- Realizada la evaluación sensorial en el proceso de dosificación/molienda para determinar la concentración de la salsa de cilantro, los jueces mostraron preferencia, por la muestra M3 (base 70%; cilantro 2,9%; quirquiña 0,7%; sorbato 0,18%; 24,6% y sal 1,05%) en todos los atributos tomados en cuenta que son; color (7,333), aroma (7,4), sabor (6,667) y textura (7,2) en la escala hedónica. Desarrollado el análisis estadístico, si existe evidencia estadística de variación entre los tratamientos para $p < 0,05$.
- De acuerdo al diseño realizado en la dosificación /molienda, se pudo evidenciar que los factores estudiados como ser: X (cilantro), Y (quirquiña) y Z (sal) no tiene significancia sobre la variable respuesta °Brix en la etapa de dosificación/molienda para $p < 0,05$.
- De acuerdo al diseño realizado en la dosificación /molienda, se pudo evidenciar que los factores estudiados como ser: X (cilantro), Y (quirquiña) y Z (sal) y las interacciones XY (cilantro-quirquiña), XZ (cilantro-sal) y XYZ (cilantro-quirquiña-sal); no existe evidencia estadística y para la interacción YZ (quirquiña-sal), existe evidencia estadística sobre la variable respuesta tiempo de molienda para $p < 0,05$.

- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto final, presentan un contenido de humedad del 89,68%; materia grasa 2,28%; proteína total 1,33%; fibra 1,180%; hidratos de carbono 3,34% y un valor energético de 43,88 Kcal/100g.
- Los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto final, presenta $1,0 \cdot 10^1$ ufc/g de mohos y levaduras; y de bacterias aerobias mesófilas $7,0 \cdot 10^1$ ufc/g.
- Realizada la evaluación sensorial en el producto final, se determinó que los atributos olor con 7,87; color con 7,80 y textura con 7,66 son los más aceptados; seguido del atributo aroma con 7,53 junto con el sabor con 7,40 en escala hedónica. Desarrollado el análisis estadístico, no existe evidencia de variación entre los tratamientos para $p < 0,05$.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar análisis fisicoquímicos de la materia prima y producto final, con el fin de determinar la composición de aceites esenciales; ya que el mismo tiene propiedades favorables para la salud; como favorecer a la digestión.
- Se sugiere realizar un estudio de mercado para la localización del producto final en la ciudad de Tarija; con el fin de asegurar su comercialización como un aderezo culinario de fácil consumo.
- Se recomienda la implementación de una planta piloto para la elaboración de la salsa de cilantro con la finalidad de contribuir al desarrollo agroindustrial de la región.