

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y REOLÓGICA
DE UNA BEBIDA DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.) SABORIZADA
CON JUGO DE FRUTAS”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

LUIS ALFREDO BORDOY RIOS

TINGO MARIA-PERÚ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2016

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 01 de abril de 2016, a horas 9:30 a.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bach. **BORDOY RIOS, Luis Alfredo**, titulada:

“ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y REOLÓGICA DE UNA BEBIDA DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.) SABORIZADA CON JUGO DE FRUTAS”

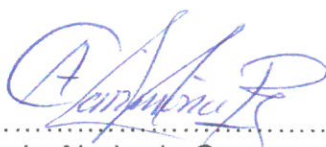
Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 122 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 04 de abril de 2016


.....
Ing. Alipio Arnaldo Ortega Rodríguez
Presidente


.....
M.Sc. Jaime Eduardo Basilio Atencio
Miembro


.....
Ing. Humberto Hugo Rivera Rojas
Miembro


.....
Ing. Alfredo Abelardo Carmona Ruíz
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por darme la Fe y fortaleza
para perseverar y culminar mi
carrera.

A Juan Miguel y Socorro
de Belén, In Memoriam

AGRADECIMIENTO

Al Ing° Alfredo Abelardo Carmona Ruíz, asesor del presente trabajo y principal colaborador para la experimentación, desarrollo y culminación de la Tesis.

Al Ing° Alipio Arnaldo Ortega Rodríguez, Presidente del Jurado Calificador por sus aportes y sugerencias para mejorar la presente Tesis.

Al Ing° Jaime Eduardo Basilio Atencio, Miembro de Jurado Calificador, por haber contribuido a través de sus observaciones a mejorar la presente Tesis.

Al Ing° Humberto Rivera Rojas, Miembro de Jurado Calificador, por haber contribuido a través de sus observaciones a mejorar la presente Tesis.

Al Ing° Edgar Vicente Santa Cruz por el incondicional apoyo en la ejecución de este trabajo de investigación.

A todos mis profesores del pregrado por haber contribuido con mi formación profesional y haberme proporcionado los conocimientos necesarios para poder ejecutar mi Tesis.

A mis amigos y compañeros de la Facultad por la hermosa convivencia durante mis años de estudio.

INDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Antecedentes del problema	5
2.2. Linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>)	6
2.2.1. Clasificación taxonómica	6
2.2.2. Descripción morfológica	7
2.2.3. Composición química	7
2.3. El camu camu.....	8
2.3.1. Alternativas de uso	10
2.3.2. Descripción del proceso industrial	13
2.4. El Limón.....	14
2.4.1. Características del limón	14
2.4.2. Componentes químicos.....	15
2.4.3. Importancia económica y distribución geográfica	15
2.4.4. Aplicaciones del limón (<i>Citrus Limonium</i>)	15

2.5. Bebidas no alcohólicas.....	16
2.5.1. Introducción	16
2.5.2. Clasificación	17
2.5.3. Aguas.....	17
2.5.4. Bebidas refrescantes.....	19
2.5.5. Otras bebidas alcohólicas	21
2.5.6. Concepciones erróneas.....	22
2.6. Reología... ..	23
2.6.1. Viscosidad.....	23
2.6.2. Clasificación de los fluidos	27
2.6.3. Fluidos newtonianos.....	28
2.6.4. Fluidos no newtonianos.....	29
2.6.5. Modelos de ajuste para comportamientos reológicos de alimentos.....	34
2.6.6. Efectos de la temperatura y la concentración en las propiedades reológicas	35
III. MATERIALES Y METODOS	39
3.1. Lugar de ejecución	39
3.2. Materia prima e insumos	39
3.2.1. Materia Prima	39
3.2.2. Insumos.....	39

3.3. Materiales.....	40
3.3.1. Materiales de Laboratorio.....	40
3.3.2. Materiales y equipos de procesamiento	41
3.3.3. Reactivos y soluciones	42
3.4. Método de análisis.....	42
3.4.1. Análisis químicos.....	43
3.4.2. Análisis físicos.....	43
3.4.3. Análisis microbiológicos	44
3.4.4. Evaluación sensorial.....	44
3.4.5. Análisis estadístico.....	45
3.4.6. Cálculo de costos	45
3.5. Metodología experimental.....	45
3.5.5. Caracterización de las materias primas.....	46
3.5.6. Pruebas preliminares.....	46
3.6. Diseño experimental	50
3.6.5. Caracterización de la materia prima	50
3.6.6. Pruebas preliminares.....	50
3.7. Análisis estadístico	51
3.7.5 Para las pruebas preliminares	51
3.7.6 Para la aceptabilidad.....	52

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1. Composición química de la semilla de linaza.....	53
4.2. Obtención de la Infusión de linaza	54
4.3. Análisis de la infusión de linaza	56
4.3.1. Análisis químico proximal	56
4.3.2. Análisis físicos.....	56
4.4. Formulación de la bebida	57
4.4.1. Evaluación sensorial.....	57
4.4.2. Análisis físicos.....	66
4.5. Estudios definitivos.....	68
4.5.1. Proceso Productivo	68
4.5.2. Balance de materia y rendimiento	72
4.5.3. Pruebas de aceptabilidad del producto terminado	74
4.5.4. Análisis químico proximal del producto terminado	75
4.5.5. Evaluación reológica de la bebida de linaza con zumo de camu camu.....	76
4.5.6. Análisis microbiológico	79
4.5.7. Cálculo de costos	79
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES	83

VII. ABSTRACT	84
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
ANEXOS	89
PANEL FOTOGRÁFICO.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Contenido de vitamina C (mg/100 gramos) en la pulpa de algunas frutas.	9
Cuadro 2. Composición química de 100 grs. de pulpa de camu camu.....	10
Cuadro 3. Contenido de ácido dehidroascórbico (ADHA) y ácido ascórbico (AA) en muestras selectas de alimentos y bebidas....	11
Cuadro 4. Modelos reológicos para caracterizar fluidos (Lozada, 2007).	34
Cuadro 5. Cantidad de ingredientes para elaborar la bebida (100 g).....	48
Cuadro 6. Comparación de la composición química de linaza dorada con la reportada en la literatura.	53
Cuadro 7. Resultados de los análisis químicos de la infusión de linaza.	56
Cuadro 8. Viscosidad de las tres muestras de infusión de linaza.....	57
Cuadro 9. Optimización de respuesta para maximizar el sabor del bebida de linaza con un valor óptimo = 4,23585.....	58
Cuadro 10. Optimización de la respuesta para maximizar la calificación del color de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,31011 .60	
Cuadro 11. Optimización de respuesta para maximizar el aroma de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,31818.....	62
Cuadro 12. Optimización de respuesta para maximizar la aceptación general de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,25178...64	
Cuadro 13. Pruebas de múltiples rangos Tukey HSD para viscosidad aparente por dilución de la bebida de linaza.	67

Cuadro 14. Pruebas de múltiples Rango Tukey HSD para viscosidad aparente por frutas de la bebida de linaza.	67
Cuadro 15. Pruebas de múltiples rangos Tukey HSD para índice de flujo por dilución de la bebida de linaza.	67
Cuadro 16. Pruebas de múltiple rangos Tukey HSD para pH por tipos de frutas de la bebida de linaza	68
Cuadro 17. Cantidad de ingredientes para elaborar la bebida de linaza con camu camu (100 g).	69
Cuadro 18. Balance de materia y rendimiento para obtener infusión de linaza.	73
Cuadro 19. Balance de materia y rendimiento para obtener bebida de linaza saborizada con camu camu.	73
Cuadro 20. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para el atributo sabor	74
Cuadro 21. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para el atributo aceptabilidad	75
Cuadro 22. Resultado de análisis de bebida de linaza con zumo de camu camu.	76
Cuadro 23. Valores encontrados de la velocidad de corte (dv/dy) y del esfuerzo de corte de la bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.....	77
Cuadro 24. Parámetros reológicos en la bebida a diferente temperatura. ...	78
Cuadro 25. Recuentos microbiológicos para bebidas de fruta y refrescos. ...	79
Cuadro 26. Costos variables de 1 L de infusión de linaza.....	80

Cuadro 27. Costos variables de 100 L de bebida de linaza con sabor de camu camu.	80
Cuadro 28. Costos variables de 100 L de bebida de linaza con sabor de limón.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Campo de flujo en cizalla simple en la geometría de placas paralelas. (a) perfil de velocidad. (b) las líneas de trayectoria de partículas.	25
Figura 2. Clasificación del comportamiento reológico (QUINSTAN, 2008)..	28
Figura 3. Diagrama de flujo tentativo para elaboración de la infusión de linaza	46
Figura 4. Diagrama de flujo tentativo para la elaboración de la bebida de linaza.	49
Figura 5. Diseño experimental para optimizar la formulación y elaborar la bebida de linaza saborizada con frutas.	50
Figura 6. Diagrama de flujo tentativo para elaboración de la infusión de linaza	54
Figura 7. Efectos principales para el sabor de la bebida de linaza.....	58
Figura 8. Superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de linaza	59
Figura 9. Contorno de la superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de linaza	59
Figura 10. Efectos principales para el color de la bebida de linaza.	60
Figura 11. Superficie de respuesta estimada para el color de la bebida de linaza	61
Figura 12. Contornos de la superficie de respuesta estimada del color de la bebida de linaza.	61

Figura 13. Efectos principales para el aroma de la bebida de linaza.	62
Figura 14. Superficie de respuesta estimada del aroma en la bebida de linaza	63
Figura 15. Contornos de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de linaza	63
Figura 16. Efectos principales para la aceptación general de la bebida de linaza.	64
Figura 17. Superficie de respuesta estimada para la aceptación general de la bebida de linaza.	65
Figura 18. Contornos de la superficie de respuesta estimada de la aceptación general de la bebida de linaza.	65
Figura 19. Flujograma definitivo para elaborar bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.....	72
Figura 20. Curvas a diferentes temperaturas de la viscosidad aparente en función de la velocidad de corte y del esfuerzo cortante de la bebida de linaza saborizada con camu camu.	78

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Evaluación sensorial del sabor de la bebida de linaza con limón y camu camu.	90
Anexo 2. Análisis de Varianza para el Sabor de la bebida de linaza con limón y camu camu.	90
Anexo 3. Evaluación sensorial del color de la bebida de linaza con limón y camu camu.	91
Anexo 4. Análisis de Varianza para Color.....	91
Anexo 5. Evaluación sensorial del aroma de la bebida de linaza con limón y camu camu.	92
Anexo 6. Análisis de Varianza para Aroma.....	92
Anexo 7. Evaluación sensorial de la aceptación general de la bebida de linaza con limón y camu camu.	93
Anexo 8. Análisis de Varianza para Aceptación general.	93
Anexo 9. Viscosidad aparente o coeficiente de consistencia de los 12 tratamientos para optimizar bebida de linaza.	94
Anexo 10. Análisis de Varianza para Viscosidad aparente.	94
Anexo 11. Análisis de Varianza para el Índice de flujo.....	94
Anexo 12. pH de la bebida de linaza.	95
Anexo 13. Análisis de Varianza para pH.....	95
Anexo 14. Comparación de la bebida de linaza con una bebida comercial similar.	95

RESUMEN

La bebida de cebada con linaza es muy tradicional en el Perú, pero no la bebida de linaza con zumos de frutas que se puede elaborar a partir de una infusión de esta semilla. La fibra dietética soluble de la linaza, proporcionará a esta bebida una viscosidad que lo hará atractiva como la bebida de inicialmente mencionada, además se constituirá en un nuevo alimento nutracéutico.

El objetivo del estudio fue evaluar una bebida de linaza saborizada con el zumo de dos frutas como el limón y el camu camu.

Inicialmente se caracterizó la linaza y se obtuvo la infusión que nos permitió trabajar con tres proporciones de infusión de linaza: agua (1:1, 1:2 y 1:3). La infusión de linaza utilizada fue una solución viscosa con 9,0973 Pa.s. Se estudió también las cantidades de zumo a utilizarse en la formulación de la bebida al cual teníamos que optimizar evaluando sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, validando el estudio mediante un ANVA factorial de 3 x 2 x 2, obteniéndose 12 tratamientos.

Los doce prototipos de bebida de linaza tenían sabor dulce ácido, con sabor a camu camu con un pH de 2,95 y 12° Brix y a limón con pH de 2,6 y 11° Brix respectivamente.

Las bebidas se evaluaron mediante un panel sensorial para calificar los atributos de sabor, color, aroma, aceptación general, viscosidad y pH. Todos estos atributos influyeron significativamente en la aceptación de las bebidas ($P < 0.05$). Las bebidas con sabor de camu camu fueron las preferidas, preparadas con una dilución de 1:2 de infusión de linaza en agua y en un porcentaje de 22%, exhibiéndose como un fluido no Newtoniano con ligero comportamiento dilatante.

El costo unitario de la bebida de linaza con camu camu es de \$ 0,59/l. (Dólares Americanos)

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha surgido un gran interés de la industria y los consumidores hacia las bebidas naturales como el agua o bebidas elaboradas en base a componentes naturales fisiológicamente activos, que garanticen que no son nocivos o para promover beneficios a la salud, tal es así, que hoy en día los fabricantes y consumidores están seguros que las bebidas naturales son la mejor opción para refrescar, nutrir y darle vitalidad a nuestro organismo, lo mejor es que podemos elaborarlos óptimamente y con una amplia gama de sabores. Estas bebidas lo podemos consumir diariamente en nuestra dieta sin, que existe el temor de algún efecto directo o colateral perjudicial a nuestra salud como el caso de las bebidas carbonatadas comunes que se expenden en el mercado, pero también se comercializan bebidas naturales a base de soya, frutas y algunos granos como la chía y la linaza, siendo este último solo un ingrediente para estabilizar bebidas como la bebida de cebada, chicha morada y algunos néctares de fruta.

Como ya manifestamos la infusión de linaza es conocida por ser una componente estabilizante y funcional en bebidas como el refresco de cebada, por ser generalmente rico en compuestos bioactivos; pero la utilización de la goma de linaza se da generalmente por sus cualidades

sensoriales y estabilizantes, sin saber si es similar con sus cualidades funcionales; no habiéndose investigado hasta hoy cómo es la aceptabilidad y preferencia de una bebida donde el componente principal es la infusión de linaza, saborizado por el jugo de dos frutos de gran aceptabilidad como el limón y el camu camu.

La satisfacción de la sed es, junto con la satisfacción del hambre, la principal necesidad del ser humano. El agua, durante mucho tiempo ha servido para este propósito. Con el paso del tiempo y el adelanto de la tecnología, surgieron nuevos productos, tales como jugos, bebidas alcohólicas y gaseosas que sirven como alternativas para cubrir esta necesidad.

No obstante, las posibilidades que existen para la fabricación de bebidas son infinitas, dado que actualmente contamos con un sinnúmero de sabores y materias primas que permiten crear productos novedosos y saludables. Sin embargo, la variedad actual de bebidas no contempla muchas opciones que podrían ser utilizadas para cubrir más ampliamente las exigencias de los consumidores.

La bebida de linaza saborizada con frutas es una posibilidad para la satisfacción de la sed y como producto nutracéutico que no está difundido en la actualidad. Productos como la cebada con linaza son ampliamente aceptados en el mercado nacional e internacional por su exquisito sabor, por sus efectos para la salud y por su bajo contenido calórico, lo mismo sucedería con la bebida de linaza saborizada con frutas una vez incursionada en el mercado.

En el Perú existen muchas hierbas y granos capaces de dar vida a infusiones, que, debidamente tratadas, pueden ser comercializadas como bebidas heladas con valor agregado, pues muchas de las plantas que existen en el Perú tienen propiedades que pueden ser muy apreciadas por un determinado sector del mercado nacional o internacional.

Lo mencionado anteriormente fue la razón para plantearnos el presente estudio que pretende plantear la producción de este tipo de bebidas como una posibilidad de negocio en un mercado que aún no conoce ni consume este tipo de productos.

La presente tesis estudiará el diseño, análisis del grado de aceptación y planteamiento de proceso de una bebida alternativa: infusión de linaza saborizada con frutas con el fin de servir de base para estudios posteriores sobre este tema que, sin duda, pueden contribuir a la creación de una nueva industria en el Perú.

El desarrollo de una bebida de linaza ofrecerá al consumidor peruano un producto inocuo, saludable y conveniente; aprovechando los hábitos alimenticios y costumbres de un mercado pasivo se formulará un producto alimenticio a partir de productos tradicionales, por tal motivo nos planteamos los siguientes objetivos:

- Elaborar una bebida de linaza saborizada con jugo de limón y camu camu.
- Determinar las características físicas y químicas de la infusión de linaza.

- Formular y elaborar una bebida a partir de la infusión de linaza saborizada con frutas mediante la evaluación sensorial y superficie de respuestas.
- Determinar el grado de aceptación y preferencia de la bebida.
- Determinar las características fisicoquímicas y reológicas de la bebida de infusión de linaza saborizada con jugo de frutas (mejor tratamiento).
- Estimar los costos de producción al elaborar esta bebida.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del problema

DUARTE *et al.*, (2005), determinaron la actividad antioxidante en café tostado en tres puntos de torrefacción, habiendo una reducción progresiva de la actividad antioxidante y compuestos fenólicos según el grado de torrefacción; el grano sometido a una torrefacción leve tuvo mayor actividad antioxidante.

ARTAJO (2006), investigó la semilla de lino en función de su composición fenólica. La existencia de disímiles métodos de extracción de los fenoles se convirtió en el punto de partida para el estudio analítico de la fracción fenólica de la linaza. La extracción con solventes orgánicos, seguida de un proceso de hidrólisis, permitió la identificación de los principales compuestos característicos de la semilla de lino, como el Secoisolariciresinol diglucosídico (SDG). Posteriormente se pasó al estudio del sistema antioxidante de la linaza, para lo cual se evaluó el contenido de peróxidos y aldehídos en muestras de harina de semilla reconstituidas con aceite comercial de lino después de unas y dos semanas de almacenamiento. La investigación preliminar permitió concluir que el SDG y otros compuestos, tales como las formas glucosídicas de los ácidos ferúlico y p-cumárico, no están implicados directamente en el sistema responsable de los procesos antioxidantes de la semilla de lino.

MATTILA *et al.*, (2006), midieron el contenido de ácidos fenólicos en alimentos, concluyendo que el café es la fuente más rica entre las bebidas consumidas, comparado con el jugo de manzana, jugo de naranja, vino tinto, cerveza, té negro, té verde y jugo concentrado de berries. Se señala en general que 200 ml de café tostado y molido podrían proporcionar entre 70 y 350 mg de ácido clorogénico.

PUERTA (1998), evaluó la calidad de la bebida de las variedades de café (*Coffea arabica* L.) sembradas en Colombia: Typica, Caturra Borbon y Colombia de fruto rojo y amarillo. Se comprobó que la variedad Colombia se destaca por su alta acidez. Es indispensable investigar sobre las causas reales de la falta de acidez en el café, buscándose su origen en el proceso, mezcla con cafés de otras procedencias, comercialización o métodos de preparación.

2.2. Linaza (*Linum usitatissimum* L.)

2.2.1. Clasificación taxonómica

Según MORRIS y VAISEY-GENSERB (2003), la taxonomía de la linaza es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Familia	:	LINACEAE
Género	:	Linum
Especie	:	usitatissimum L.

2.2.2. Descripción morfológica

La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. El peso de 1000 semillas es de 5 ± 1 g y su peso del hectolitro fluctúa entre 55 y 70 kg (DAUN *et al.*, 2003; OOMAH, 2003).

La semilla tiene dos cotiledones aplanados, que constituyen la mayor proporción del embrión; este último está rodeado por las cubiertas de la semilla y por una delgada capa de endosperma. La testa tiene una capa exterior que contiene la mayoría de la fibra soluble y dos interiores ricas en fibra y lignanos. Desde un punto de vista estructural, la testa, endosperma y cotiledones representan el 22, 21 y 57%, respectivamente (DAUN *et al.*, 2003; OOMAH, 2003; WIESENBERN *et al.*, 2003).

Existen variedades de semillas de color amarillo o doradas y de color marrón; a pesar de la creencia de que el color externo de la semilla es un indicador de la composición química de la linaza, no se han encontrado variaciones que sustenten que haya una diferencia entre ellas más allá de las causadas por las condiciones de cultivo (DAUN *et al.*, 2003; MORRIS Y VAISEY-GENSERB, 2003).

2.2.3. Composición química

La linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20% de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones

ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endosperma está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína (BABU Y WIESENFELD, 2003; DAUN *et al.*, 2003; OOHMA, 2003).

La linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente α linolénico (ALA) que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre si durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea grandes desafíos para su utilización (OOMAH, 2001; OOMAH, 2003; HALL *et al.*, 2006).

2.3. El camu camu

El camu camu es una fruta que crece en la Amazonía peruana, principalmente en zonas inundables; el árbol alcanza en promedio 5 metros de altura. La fruta es de forma globosa y esférica de aproximadamente 3 cm de diámetro y 20 gramos de peso, semejante a la cereza. La pulpa del fruto maduro es comestible, de agradable sabor ácido, parecido a la cereza y el limón. (PICÓN y ACOSTA, 2000).

La principal característica de la fruta es su alto contenido de ácido ascórbico. El camu camu contiene más vitamina C que cualquier otra fruta conocida en el planeta. El contenido de vitamina C oscila entre 1,800 y 2,780 miligramos por 100 gramos de pulpa de camu camu. Comparada con

la naranja, el camu camu proporciona 30 veces más vitamina C, 10 veces más hierro, 3 veces más niacina, dos veces más riboflavina, y cincuenta por ciento más fósforo (PICÓN y ACOSTA, 2000).

Cuadro 1. Contenido de vitamina C (mg/100 gramos) en la pulpa de algunas frutas.

Fruta	Ácido ascórbico
Piña	20
Maracuyá	22
Fresa	42
Limón	44
Guayaba	60
Naranja	92
Casho o marañón	108
Acerola (total)	1,300
Camu camu	2,780

Fuente: VEGA, 2001.

El camu camu posee pequeñas cantidades de calcio, hierro, niacina, tiamina, riboflavina y otros poderosos elementos fitoquímicos. Estas y otras propiedades medicinales lo convierten en un poderoso antioxidante, antidepresivo, utilizándose también en el alivio del stress y en procesos antigripales (PICÓN y ACOSTA, 2000).

En el Cuadro 2 se presenta el valor nutricional y la composición de 100 gr. de pulpa de camu camu:

Cuadro 2. Composición química de 100 grs. de pulpa de camu camu.

Componente	Unidad	Valor
Agua	g	94.4
Valor energético	Cal.	17.0
Proteínas	g	0.5
Carbohidratos	g	4.7
Fibra	g	0.6
Ceniza	g	0.2
Calcio	mg	27.0
Fosfato	mg	17.0
Fierro	mg	0.5
Tiamina	mg	0.01
Riboflavina	mg	0.04
Niacina	mg	0.062
Ácido ascórbico reducido	mg	2,780
Ácido ascórbico	mg	2,994

Fuente: VEGA, 2001

2.3.1. Alternativas de uso

El camu camu se utiliza tanto en la industria de alimentos como en la farmacéutica. En la primera, la pulpa de camu camu se usa para producir principalmente: jugo, néctar, mermelada, helado, etc. Por su elevado contenido de ácido ascórbico, el camu camu se utiliza en la elaboración de productos multivitamínicos, combinándole con otras frutas tropicales (VEGA, 2001).

En la industria farmacéutica y luego de un proceso de liofilización, la pulpa de camu camu sirve para elaborar pastillas y cápsulas como fuente de vitamina C natural. El mercado de bebidas nutracéuticas y de

productos biológicos tiene en el camu camu una verdadera alternativa, sustentada en su excepcional capacidad antioxidativa y agradable sabor.

El jugo y los helados de camu camu son producidos y consumidos de manera tradicional en las poblaciones donde se encuentra esta fruta. Debido a su alto contenido de ácido ascórbico la pulpa tiene que ser diluida previamente a su consumo.

Los concentrados no son preparados todavía, debido a la ausencia de materia prima, que no ha permitido desarrollar extensivamente la tecnología. Sin embargo, algunas empresas privadas están efectuando ensayos para producir concentrados tipo pasta diluida o "squash" diluido, en los cuales se mantiene al máximo la vitamina C natural que posee el camu camu.

Cuadro 3. Contenido de ácido dehidroascórbico (ADHA) y ácido ascórbico (AA) en muestras selectas de alimentos y bebidas.

Muestra	Concentración (mg/100 ml)		
	ADHA	AA	Vitamina C Total
Jugo de naranja fresca	1,1	25.4	26.5
Jugo de naranja en lata	1,2	35.9	37.1
Bebida gaseosa de naranja	--	8.4	8.4
Cerveza	--	1.0	1.0
Kiwi fresco	38.2	81.3	119.5
Tomate fresco	2.7	11.0	13.7
Tableta ácido ascórbico (1000 mg)	16.5	1,090.1	1,106.6
Camu camu congelado	31.6	961.4	993.0

Fuente: Zapata y Dufuor, 1992.

Probablemente uno de los principales usos que se dé a la pulpa de camu camu será en la producción de refrescos naturales o "healthy drinks", que serían distribuidos por la industria de bebidas. Normalmente la industria de bebidas absorbe el mayor porcentaje de las importaciones de las frutas tropicales. Investigaciones efectuadas en Bélgica (ZAPATA Y DUFOUR, 1992) indican que el camu camu es una excelente fuente de vitamina C natural, con mayores concentraciones que los otros frutales tradicionalmente proveedores de ácido cítrico (Cuadro 3).

Los néctares y mermeladas son otra manera como la pulpa de la fruta es utilizada. Estas formas de utilización son limitadas. En el caso de las mermeladas, la pulpa de camu camu debe ser diluida con pulpa de otra fruta, por su alto contenido de acidez.

Recientemente se ha reiniciado la producción de tabletas de ácido ascórbico natural en base a la extracción de este producto del camu camu. Se producen tabletas de polvo deshidratado de camu camu, que contienen 50% de vitamina C, a las cuales se les agrega algún otro producto naturista para hacerlo más atractivo, como por ejemplo el propolio producido por las abejas. Esta es otra forma en la cual posiblemente se utilicen altas cantidades de pulpa de fruta de camu camu. Las cápsulas de vitamina C se recomiendan en este caso para situaciones de intensa actividad física y para convalecientes, entre otros.

Las investigaciones en el campo de la medicina han determinado que las personas con alto nivel de vitaminas antioxidantes en la sangre tienen menos posibilidad de desarrollar enfermedades degenerativas. Sin

embargo, el aumento en el consumo de frutas y verduras puede no conducir al nivel adecuado de vitaminas antioxidantes para proporcionar el beneficio esperado. Adicionalmente, en los pacientes con riesgos especiales, el aumento en el consumo masivo de estos alimentos puede no ser recomendable. Por esta razón la medicina está verificando que las vitaminas antioxidantes sean seguras. Las evidencias tienden a indicar que una dosis de 1,000 mg diario de vitamina C parece ser adecuado, excepto en los pacientes con hemacromosis, quienes deben evitar dosis altas de vitamina C. En la actualidad en muchos países industrializados se producen cápsulas con 1,000 mg de vitamina C. Las cápsulas producidas empleando pulpa de camu camu pueden ser utilizadas para este mismo propósito (ZAPATA Y DUFOUR, 1992).

2.3.2. Descripción del proceso industrial

Dos procesos industriales serían los principales para la utilización del camu camu. El primero se refiere a la producción de pulpa refinada para la producción de néctares y bebidas, mientras que el segundo sería el relacionado a la producción de cápsulas (VEGA, 2001).

El proceso experimental para la producción de pulpa refinada de camu camu comprende las siguientes etapas: cosecha, transporte, recepción en planta, lavado y selección, pulpeado y refinado, estabilizado de la pulpa, envasado, y almacenado (VEGA, 2001).

2.4. El Limón

2.4.1. Características del limón

Gracias a la acidez del limón que se cultiva en el Perú, los derivados de este producto cuentan con características especiales que los hacen más provechosos frente a los de otros países del mundo.

Nombre vulgar: Limón

Nombre científico: *Citrus limonum* Risso, *Citrus limon* (L.) Burm

Familia: Rutáceas

Hábitat: Cultivado por sus frutos y como árbol de jardín en zonas cálidas mediterráneas junto al mar. Probablemente deriva de la especie "*Citrus medica*.", natural de la India (MORIN, 1980).

El Limonero *Citrus limonum* es un pequeño arbolillo perteneciente a la familia de las Rutáceas, de ramas de corteza verde y provistas de espinas. Las hojas son elípticas, coriáceas y con el borde finamente dentado. Las flores son muy olorosas, con los pétalos gruesos y de color blanco, aunque suelen presentar un tinte rosado en su cara exterior. El fruto, llamado limón, es ovoide terminado en un mamelón, con una corteza de color amarillo pálido que puede ser rugosa o lisa. Es más sensible al frío que la mayor parte de los cítricos, por lo que su cultivo comercial se restringe a áreas con temperaturas invernales benignas (MORIN, 1980).

El Limón se cultiva ante todo por su sabor ácido. Su jugo, muy rico en vitamina C, se utiliza en bebidas y tiene varios empleos culinarios. También se utiliza bastante en gaseosas de marca. Los principales productos

secundarios son el ácido cítrico, que se extrae del jugo, y el aceite del limón, que se saca de la cáscara (MORIN, 1980).

2.4.2. Componentes químicos

Básicamente tiene los siguientes compuestos químicos: limoneno, citral, canfeno, pineno, felandreno, citronelal, terpinol, aldehído etílico, acetato de linalilo, acetato de geranilo, citropteno (MORIN, 1980).

2.4.3. Importancia económica y distribución geográfica

Principales países productores: Italia, U.S.A., México y España. Le sigue en importancia a la mandarina española, con una superficie de unas 45.000 hectáreas y una producción de alrededor de 750.00 toneladas, de las cuales el 50 % está destinado a la exportación, el 20 % para la industria y el 30 % restante para consumo en fresco en el mercado nacional. La principal región productora es Murcia, que es una zona algo más fresca de lo que sería conveniente para la naranja. En Andalucía casi toda la producción se recoge en Málaga. En cuanto a los costes de producción, ni la poda ni la recolección son muy representativos, sino que los costes están asociados a la fertirrigación (presenta numerosas deficiencias en macro y micronutrientes) y a los tratamientos fitosanitarios (MORIN, 1980).

2.4.4. Aplicaciones del limón (*Citrus Limonium*)

A partir de la corteza del limón se obtiene la esencia, que es empleada en perfumería. Las flores proporcionan otra esencia aún más

apreciada. El zumo es bactericida por excelencia y sirve además para quitar las manchas de tinta y da brillo al bronce y objetos metálicos, la corteza se emplea en pastelería. El aceite esencial del limón (*Citrus limonium*) es uno de los aceites más ricos en vitaminas, contiene sobretodo vitamina C y caroteno, que es una forma de vitamina A. Contiene también terpenos (limoneno, felandreno, pineno, sequiterpenos, citrol, citronelol, linalol), acetatos de linalol y geraniol, aldehídos, etc.). La esencia es obtenida presionando la parte exterior del pericarpio o corteza de la fruta. Son necesarios 4000 limones para obtener 1 kg. de aceite esencia.

Tiene innumerables propiedades: es el ingrediente básico en la industria de perfumes y se utiliza, además, en jabones, desinfectantes y productos similares. También tiene importancia en la medicina, tanto por su sabor como por su efecto calmante del dolor y su valor fisiológico. En caso de los aditivos, son combinados con los alimentos para producir ciertas modificaciones que impliquen conservación, color, reforzamiento del sabor y estabilización, los cuales van a ayudar a efectuar una mejora sorprendente en nuestros suministros alimenticios, así como a disminuir el trabajo en la cocina (MORIN, 1980).

2.5. Bebidas no alcohólicas

2.5.1. Introducción

Las bebidas no alcohólicas o analcohólicas son un grupo heterogéneo de bebidas, que se caracterizan por no contener alcohol. Se incluyen las bebidas desalcoholizadas (cerveza y vino sin alcohol) y el agua,

pero no el té y el café (consideradas alimentos estimulantes o bebidas calientes) ni las basadas en leche (derivados lácteos). Las bebidas analcohólicas son las únicas que más se consumen per cápita a un ritmo del 3% anual. En España, en un gran supermercado, puede haber hasta más de 250 de estos productos (COLES, MCDOWELL y KIRWAN, 2004).

2.5.2. Clasificación

El CAE, las clasifica en el capítulo XXIX en: “Aguas gaseadas: gaseosas, bebidas de zumos de frutas; bebidas de extractos: bebidas de frutas, de tubérculos y de semillas disgregadas, bebidas aromatizadas.”

Hay otros organismos como la British Soft Drink Association que las agrupan de distintas maneras, dejando a esta clasificación anticuada y que incluyen zumos, néctares, las bebidas energéticas para deportistas y los téis fríos (COLES, MCDOWELL y KIRWAN, 2004).

2.5.3. Aguas

El agua mineral, es la categoría más importante de bebidas analcohólicas en el mundo (41%), lo que se puede deber a:

- La mayor disponibilidad de ingresos de los consumidores.
- La mayor disponibilidad de uso, como resultado de envases innovadores en la venta al por menor (por ejemplo, las botellas de plástico de cinco u ocho litros de capacidad).
- La caída de precios del agua mineral.

El agua envasada, se consume en gran cantidad debido en parte a la propaganda que suele asociar su consumo con un estilo de vida saludable; el consumo no siempre es con el único objeto de calmar la sed. Se consume no sólo en aquellos sitios donde el agua corriente es de dudosa calidad, sino también donde son éstas buenas (COLES *et al*, 2004).

Tipos

En general, hay dos grandes tipos, el agua potable no envasada y el agua potable envasada. El agua se puede potabilizar por distintos métodos: filtración, ozonización, irradiación UV, ósmosis inversa, intercambio iónico, precipitación, etc.

La no envasada, se debe además clorar, para su correcta higiene durante la distribución; las aguas de red, pueden ser duras o blandas, según tengan calcio-magnesio o potasio-sodio, respectivamente, las que se comportan distinto durante la cocción de los alimentos. Hay tres tipos de aguas envasadas: Agua mineral natural, agua de manantial y aguas potables preparadas.

Comercialmente, la más importante es la primera, las que por su largo proceso de filtración subterránea se clasifican según su residuo fijo o seco, en: mínimamente mineralizadas y oligominerales, ricas en sales minerales (COLES *et al*, 2004).

Envasado

El agua mineral natural, se envasa en la misma fuente, sin añadir ningún producto químico ni potabilización. Su duración y estabilidad, dependerá del tipo de envase usado, entre los que destacan el vidrio y ciertos tipos de plásticos; estos últimos, suelen ceder sustancias que cambian sus características (organolépticas, tóxicas, etc.), sobre todo si se exponen a la luz, con lo que tienen una determinada fecha de consumo preferente.

Una vez abiertas se pueden contaminar con tóxicos externos, por lo que la normativa dice que el agua mineral natural no se debe envasar en envases mayores de dos litros [esto no lo entiendo, pues más arriba dice que los envases pueden ser de más litros] (para que no estén mucho tiempo abiertos), y que dichos envases, no se pueden reutilizar (COLES, MCDOWELL y KIRWAN, 2004).

2.5.4. Bebidas refrescantes

Son aquellas que no contienen alcohol, que no han fermentado, con o sin dióxido de carbono, preparadas con agua potable y una serie de productos que van desde los zumos de fruta hasta aromatizantes, extractos vegetales, conservantes, estabilizantes, vitaminas, minerales e ingredientes ergogénicos varios. También se encuentran edulcorantes intensos en bebidas bajas en calorías y/o dietéticas.

La base de estas bebidas son el agua y el azúcar que forman el jarabe simple, base para la elaboración de refrescos.

Ingredientes

El sabor dulce se suele deber a edulcorantes voluminosos, de ahí su gran “valor calórico (una lata de 330 ml aporta unas 150 Kcal por los 30-40 g de azúcar que contienen)”; en los light se usa en lugar de azúcar, edulcorantes intensos, como sacarina, aspartamo, etc. aunque muchas veces se usa sólo el último.

Fundamentales son los acidulantes (que ayudan a una mejor conservación) y los aromatizantes.

Otros que suelen aparecer son:

Zumos de frutas (pueden estar hasta en un 25%)

El más importante es el de naranja, los que en gran medida la UE importa como zumo concentrado congelado; también son importantes los de “limón/lima, mosto de uva, manzana” Los zumos vegetales también están en auge.

Dióxido de carbono

Típico de bebidas carbonatadas; cuando se abre el envase, suele alterar los aromatizantes, de ahí que se use poco en refrescos de frutas; en los de cola, se usan algo más.

Colorantes

Son fundamentales, y hay autorizados una gran variedad.

Conservantes

Estas bebidas, debido a sus componentes, suelen ser bastante estables, aunque se permiten conservantes como el ácido benzoico; es

necesario indicar la fecha de consumo preferente, sobre todo desde el punto de vista organoléptico.

2.5.5. Otras bebidas alcohólicas

Últimamente han surgido distintos tipos con distintos fines:

Bebidas para deportistas

Se usan para reponer fluidos y electrolitos y proporcionar energía. Con el ejercicio, se pierde mucha agua, siendo los más afectados el cerebro y la piel; la sed es un mecanismo de alerta, por lo que se debe beber antes de que ésta aparezca. También se pierden con el sudor electrolitos importantes para el organismo.

Estas bebidas también suelen llevar vitaminas, aromas, extractos, saborizantes, aminoácidos, etc. Hay legislación al respecto, y sustancias como la cafeína, a partir de un valor, se considera dopante.

Bebidas energéticas

Se componen básicamente de: agua, azúcares o edulcorantes artificiales, cafeína, vitaminas y minerales, sustancias nitrogenadas y glucuronolactona.

La publicidad de estas bebidas dicen muchas cosas, pero lo cierto es que, salvo la cafeína que es estimulante, las otras características que publicitan, son mentiras. Más que energéticas se debían llamar bebidas

estimulantes. Las vitaminas que aportan, se deben tener en cuenta en el cómputo diario de éstas.

Algunas sustancias de las usadas en estas bebidas, se cree que pueden generar riesgos para la salud, aunque todavía no hay nada concluyente. Los excesos de cafeína son contraproducentes en embarazadas y niños, lo que deben especificarlo en los envases (COLES *et al*, 2004).

2.5.6. Concepciones erróneas

La gente cree que un alto consumo de refrescos provoca caries, cuando en realidad, estas bebidas están poco tiempo en la boca, y encima la saliva las diluye la poca que se queda en los dientes. Peligrosos sí son los alimentos que contienen azúcares y que son pegajosos, pues se quedan fijados a los dientes.

Mucha gente cree que las sodas tienen mucho sodio, cuando en realidad sólo tienen de éste y de potasio, el que contienen las aguas potables usadas para su formulación.

Muchos piensan que todos los refrescos hidratan y quitan la sed, cuando esto depende de la tonicidad del refresco, los que no suelen tener la adecuada.

Otros creen que el color de las bebidas refrescantes es debido a las frutas que contienen, cuando en realidad éstas son bastante pocas, y suelen provocarlos los colorantes, ya sean naturales o artificiales (COLES, MCDOWELL y KIRWAN, 2004).

2.6. Reología

La reología es una disciplina científica que se dedica al estudio de la deformación y flujo de la materia. Su objetivo está restringido a la observación del comportamiento de materiales sometidos a deformaciones muy sencillas, desarrollándose posteriormente un modelo matemático que permita obtener las propiedades reológicas del material. Ejemplos cotidianos de interés para la reología se encuentran la mayonesa, yogurt, pinturas, asfalto, sangre y otros (CHHABRA, 2007).

Además, estas mediciones, realizadas bajo condiciones moderadas, preservan la estructura de la muestra ensayada, y permiten obtener información sobre las propiedades y estructura de la masa (SKENDI y col., 2010).

2.6.1. Viscosidad

La viscosidad se define como una medida de la resistencia a la deformación del fluido. Dicho concepto se introdujo anteriormente en la Ley de Newton, que relaciona el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación (RAMIREZ 2006).

$$\tau = \mu \cdot \gamma$$

Dónde: τ : esfuerzo de corte (m Pa); μ : Viscosidad (m.Pa.s); γ : Velocidad de deformación (s⁻¹).

Existen tres tipos de viscosidad: la viscosidad dinámica, la viscosidad cinemática y la viscosidad aparente.

Viscosidad dinámica o absoluta

El término de viscosidad absoluta está definido como la fricción interna de un fluido o su tendencia a resistir al flujo. Así, para describir el comportamiento reológico de un fluido se requiere realizar diferentes pruebas variando la aplicación de la deformación y observando cómo responde, los esfuerzos que se generan y la forma en que fluye el material. Los tipos de flujo empleados actualmente en reología se han desarrollado en base a su factibilidad experimental y a la posibilidad de calcular, bien el perfil de velocidad o el campo de esfuerzo, a través de las ecuaciones constitutivas propuestas. El flujo de tipo cortante es el tipo de flujo más ampliamente discutido en reología. Consiste en el deslizamiento de las capas de fluido, una sobre otra, sin que ocurra la mezcla (SILVA, 2010).

El flujo es rectilíneo y solo varía en una dirección, como se muestra en la Figura 1. El esfuerzo cortante (τ Pa) es la componente vectorial del esfuerzo, aplicado tangencial al plano en el que actúa la fuerza. El esfuerzo está definido como la fuerza aplicada por unidad de área y puede ser de tipo tensión, compresión o cizalla.

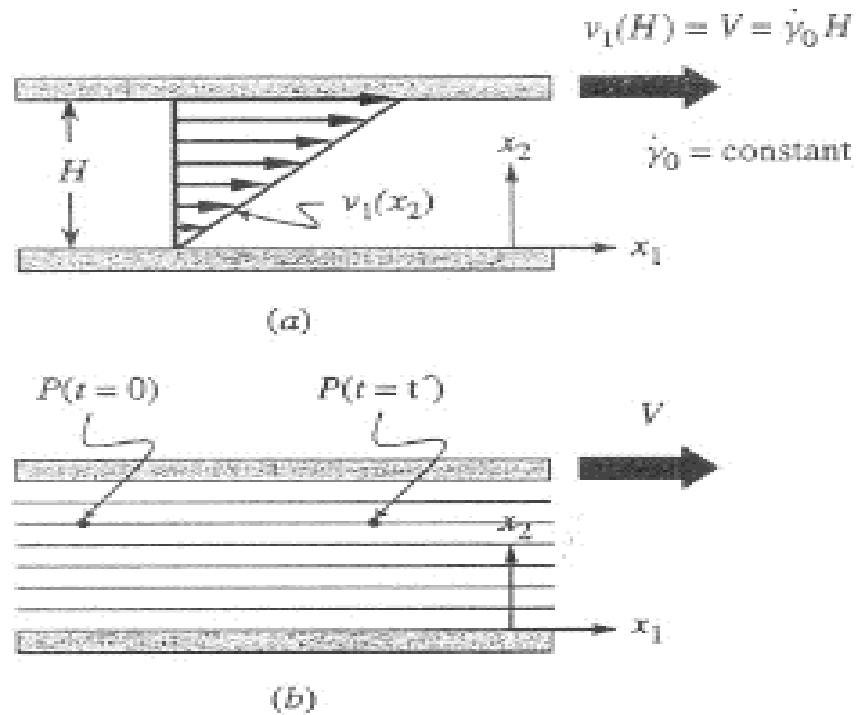


Figura 1. Campo de flujo en cizalla simple en la geometría de placas paralelas. (a) perfil de velocidad. (b) las líneas de trayectoria de partículas.

La velocidad de cizalla ($\dot{\gamma}$, s⁻¹), también denominada velocidad de deformación, es el gradiente de velocidad que se establece en un fluido como resultado de la aplicación de un esfuerzo cortante. Considerando el caso de flujo laminar entre placas paralelas, separadas una distancia H , la velocidad de cambio de la deformación se expresa de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\delta L}{H} \right) = \frac{V}{H}$$

Donde γ es la deformación (Pa), t el tiempo (s), V la velocidad a la que se mueve la placa superior ($m\ s^{-1}$), consecuencia del flujo, y que puede interpretarse como el cambio en la posición en un intervalo pequeño de tiempo $\delta L/dt$ (Figura 1). Para lograr el movimiento, la fuerza por unidad de área en la placa, da como resultado el esfuerzo cortante τ_{21} , que se detecta en la placa superior.

Viscosidad cinemática

Definida como la relación entre la viscosidad absoluta y la densidad del fluido (ρ) a una temperatura de referencia. Se obtiene mediante el empleo de viscosímetros capilares, puesto que, en este diseño, la velocidad de flujo es proporcional a la viscosidad y la densidad del fluido (SILVA, 2010).

$$v = \frac{\eta}{\rho} = \frac{\sigma}{\rho\gamma}$$

Por último, existe otro término de viscosidad ν denominado viscosidad cinemática, que relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado. Las unidades más utilizadas de esta viscosidad son los centistokes (cst) (RAMIREZ, 2006).

Viscosidad aparente

Es un concepto propio de fluidos no newtonianos. Cuantitativamente es un coeficiente calculado a partir de datos empíricos y

una medida de la propiedad de un material de resistir la deformación con el aumento de la velocidad de deformación (SILVA, 2010).

Esta propiedad definida como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de cizalla en flujo estacionario, según:

$$\eta = f(\gamma) = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

“ η ” se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Este término es el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos (RAMIREZ, 2006).

2.6.2. Clasificación de los fluidos

Las características reológicas de un fluido son uno de los criterios esenciales en el desarrollo de productos en el ámbito industrial. Frecuentemente, éstas determinan las propiedades funcionales de algunas sustancias e intervienen durante el control de calidad, los tratamientos (comportamiento mecánico), el diseño de operaciones básicas como bombeo, mezclado y envasado, almacenamiento y estabilidad física, e incluso en el momento del consumo (textura) (RAMIREZ, 2006).

Existen 3 tipos de fluidos:

- Newtonianos (proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación).
- No Newtonianos (no hay proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación).

- Viscoelásticos (se comportan como líquidos y sólidos, presentando propiedades de ambos).

Un esquema conciso de los tipos de fluidos existentes en reología es el que se muestra en la figura 2

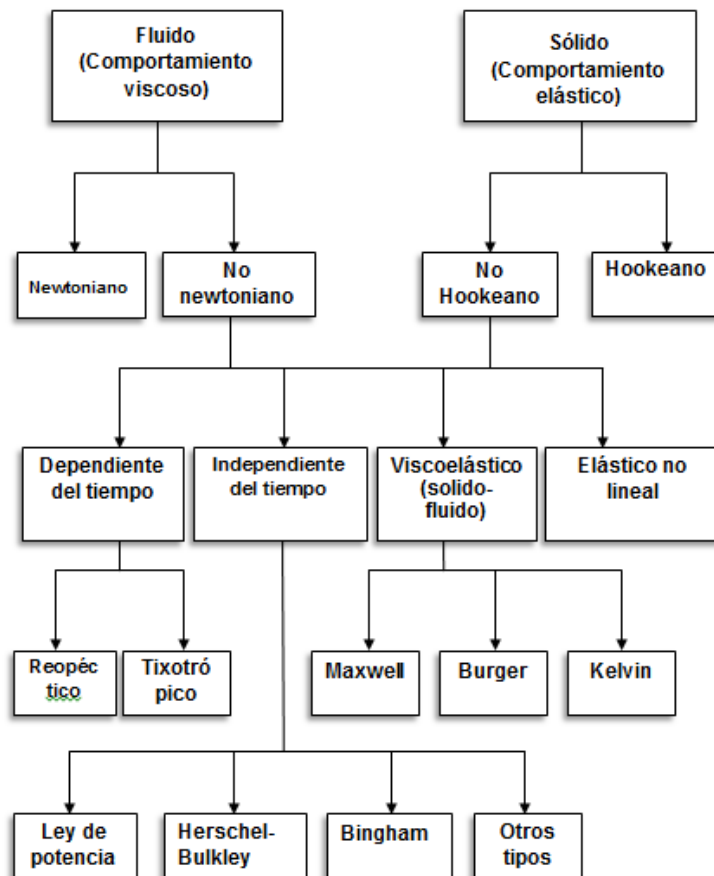


Figura 2. Clasificación del comportamiento reológico (QUINSTAN, 2008).

2.6.3. Fluidos newtonianos

El fluido newtoniano describe una situación ideal de flujo, carece de propiedades elásticas y es incompresible (a excepción de los gases) e isótropo. Fluidos como los gases, el agua o los disolventes orgánicos, compuestos de moléculas de tamaño molecular relativamente pequeño, son

algunos ejemplos de fluidos newtonianos; presentan un valor de la viscosidad a una temperatura y presión determinada, constante para cualquier valor de la velocidad de cizalla e independiente del tiempo de aplicación de la deformación (SILVA, 2010).

Los newtonianos son fluidos en los que el deslizamiento relativo de los elementos de fluido al circular uno sobre otro es proporcional al esfuerzo cortante sobre el fluido. Todos los gases, agua líquida y líquidos de moléculas sencillas (amoníaco, alcohol, benceno, petróleo, cloroformo, butano, etc.) son newtonianos. Las pastas, emulsiones, fluidos biológicos, polímeros, suspensiones de sólidos y otras mezclas son probablemente no newtonianos (RAMIREZ, 2006).

2.6.4. Fluidos no newtonianos

Los fluidos provocan y circulan sometidos a esfuerzos. Los fluidos newtonianos son los más sencillos y se caracterizan por la propiedad de que el gradiente de velocidad en un punto es proporcional al esfuerzo cortante en dicho punto. El resto de fluidos se denominan “no newtonianos”. El aire, el agua, el vapor de agua, todos los gases y la mayoría de fluidos constituidos por moléculas sencillas son newtonianos. Las suspensiones densas, lodos, emulsiones, soluciones de polímeros de cadena larga, fluidos biológicos, alimentos líquidos, pinturas, suspensiones de arcillas y mezclas de hormigón son, en general, no newtonianos (RAMIREZ, 2006).

Fluidos independientes del tiempo

Estos fluidos se pueden clasificar dependiendo de si tienen o no esfuerzo umbral, es decir, si necesitan un mínimo valor de esfuerzo cortante para que el fluido se ponga en movimiento.

Fluidos sin esfuerzo umbral

Fluidos pseudoplásticos. Este tipo de fluidos se caracterizan por una disminución de su viscosidad, y de su esfuerzo cortante, con la velocidad de deformación (RAMIREZ, 2006).

Los fluidos pseudoplásticos son menos espesos cuando se someten a altas velocidades de deformación que cuando se cizallan lentamente. La viscosidad aparente depende en ellos de la velocidad de deformación por cizalladura, pero no del tiempo durante el que están sometidos a la tensión cizallante. El calificativo de pseudoplasticidad deriva de muestras en las que a tensiones bajas corresponden velocidades de deformación muy pequeñas, de manera que las gráficas se parecen mucho a las de un plástico de Bingham (QUINSTAN, 2008).

Fluidos dilatantes. Es un fenómeno de espesamiento independiente del tiempo, que se da a altas velocidades de deformación; se trata del fenómeno opuesto a la pseudoplasticidad. La gráfica no es lineal, pero los valores de τ y γ están unívocamente relacionados (espesamiento de estado estacionario). La η_{ap} aumenta al aumentar γ , que es lo contrario de lo que ocurre en la pseudoplasticidad (QUINSTAN, 2008).

Los fluidos dilatantes son suspensiones en las que se produce un aumento de la viscosidad con la velocidad de deformación, es decir, un aumento del esfuerzo cortante con dicha velocidad. El fenómeno de dilatación se produce debido a la fase dispersa del fluido. En dicho fluido tiene lugar un empaquetamiento de las partículas, dejando a la fase continua casi sin espacio (RAMIREZ, 2006).

Fluidos con esfuerzo umbral

Llamados también plásticos (viscoplásticos), este tipo de fluido se comporta como un sólido hasta que sobrepasa un esfuerzo cortante mínimo (esfuerzo umbral) y a partir de dicho valor se comporta como un líquido. La razón por la que se comportan así los fluidos plásticos es la gran interacción existente entre las partículas suspendidas en su interior, formando una capa llamada de solvatación. Están formados por dos fases, con una fase dispersa formada por sólidos y burbujas distribuidos en una fase continua (RAMIREZ, 2006).

Los fluidos plásticos, a su vez, se diferencian en la existencia de proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación, a partir de su esfuerzo umbral. Si existe proporcionalidad, se denominan fluidos plásticos de Bingham y si no la hay, se denominan solo plásticos (RAMIREZ, 2006).

Fluidos dependientes del tiempo

Este tipo de fluidos se clasifican en dos tipos: los fluidos tixotrópicos, en los que su viscosidad disminuye al aumentar el tiempo de aplicación del esfuerzo cortante, recuperando su estado inicial después de un reposo prolongado, y los fluidos reopécticos, en los cuales su viscosidad aumenta con el tiempo de aplicación de la fuerza y vuelven a su estado anterior tras un tiempo de reposo (RAMIREZ, 2006).

Fluidos Tixotrópicos

La tixotropía es un ablandamiento dependiente del tiempo. La representación gráfica que le corresponde es una curva similar a la de la pseudoplasticidad, en cuanto que η_{ap} desciende a medida que aumenta la velocidad de deformación. Difiere, sin embargo, de ella en que el descenso η_{ap} no está relacionado exclusivamente con la velocidad de deformación, sino también con el tiempo (QUINSTAN, 2008).

El concepto de tixotropía, es por convención, un fenómeno completamente reversible (función del tiempo y la velocidad de cizalla. La microestructura está sometida durante la aplicación de la cizalla a la competencia entre los cambios inducidos por el campo mecánico y la asociación debida al flujo y la colisión inducida por el movimiento browniano.

En suspensiones coloidales floculadas, la ruptura y reconstrucción de la estructura no procede a través de los mismos estados intermedios, dando lugar a una dependencia compleja de la estructura con la historia mecánica. Cuando cesa el flujo, el movimiento browniano, la única

fuerza que permanece, en un proceso lento, reorienta los elementos a posiciones más favorables y reconstruye la estructura hasta lograr el estado de equilibrio inicial (SILVA, 2010).

Fluidos reopécticos

Los fluidos reopécticos, se caracterizan por tener un comportamiento contrario a los tixotrópicos, es decir, que su viscosidad aumenta con el tiempo y con la velocidad de deformación aplicada y presentan una histéresis inversa a estos últimos. Esto es debido a que si se aplica una fuerza se produce una formación de enlaces intermoleculares conllevando un aumento de la viscosidad, mientras que si cesa ésta se produce una destrucción de los enlaces, dando lugar a una disminución de la viscosidad (RAMIREZ, 2006).

La reopexia es un espesamiento dependiente del tiempo, en el que es curvilíneo el diagrama $\tau - \gamma$ y en el que estos dos parámetros no están unívocamente relacionados. Existen dos valores de γ para cada valor de τ , y a la inversa, si se hacen rutinariamente pruebas cíclicas. La reopexia es el fenómeno inverso de la tixotropía, por lo que es igualmente necesario un riguroso control del tiempo en las determinaciones (QUINSTAN, 2008).

Fluidos Viscoelásticos

Los fluidos viscoelásticos se caracterizan por presentar a la vez tanto propiedades viscosas como elásticas. Esta mezcla de propiedades puede ser debida a la existencia en el líquido de moléculas muy largas y

flexibles o también a la presencia de partículas líquidas o sólidos dispersos. Ejemplos de fluidos viscoelásticos son la nata, la gelatina, los helados, etc (RAMIREZ, 2006).

2.6.5. Modelos de ajuste para comportamientos reológicos de alimentos.

Se han propuesto en la bibliografía numerosas ecuaciones empíricas para expresar el comportamiento reológico de fluidos no newtonianos.

Sería deseable que tales funciones pudieran ser desarrolladas a partir de modelos matemáticos basados en la estructura molecular, pero en la actualidad las teorías moleculares no son capaces de describir satisfactoriamente el comportamiento real de materiales complejos, como suele ser habitual. Por ello, las fuentes más útiles de información reológica son habitualmente los modelos empíricos (QUINSTAN, 2008).

Cuadro 4. Modelos reológicos para caracterizar fluidos (Lozada, 2007).

Modelos de 1 parámetro	
Ley de Newton	$\sigma = \mu \cdot \gamma$
Modelo de Newton generalizado	$\sigma = \eta \cdot \gamma$
Modelos de 2 parámetros	
Bingham	$\sigma = \sigma_0 + \eta_0 \cdot \gamma$
Casson	$\sigma^{0.5} = (\sigma_0)^{0.5} + K_1(\gamma)^{0.5}$
Ostwald de Waele (Ley de potencia)	$\sigma = K \cdot \gamma^n$
Modelos de 3 parámetros	
Herschel-Bulkley	$\sigma = \sigma_0 + K(\gamma)^n$

Casson modificado	$\sigma^{0.5} = (\sigma_0)^{0.5} + K_1(\gamma)^{n_1}$
Herschel-Bulkley generalizado	$\sigma^{n_1} = (\sigma_0)^{n_1} + K_1(\gamma)^{n_2}$
Ellis	$\gamma = K_1\sigma + K_2(\sigma)^{n_1}$
Carreau	$\eta = \frac{n_0}{[1 + (t_1\gamma)^2]^{\frac{(1-n)}{2}}}$
Cross-Williamson	$\eta = \frac{n_0}{1 + t_1\gamma ^{1-n}}$
<hr/>	
Modelos de 4 parámetros	
Carreau de cuatro parámetros	$\frac{\eta - \eta_\infty}{\eta_0 - \eta_\infty} = \frac{1}{[1 + (t_1\gamma)^2]^{\frac{(1-n)}{2}}}$

2.6.6. Efectos de la temperatura y la concentración en las propiedades reológicas

Efecto de la temperatura

La viscosidad en flujo estacionario tiene una clara dependencia con la temperatura para muchos fluidos. En procesos no isotérmicos, esta relación adquiere una importancia comparable con la dependencia de la viscosidad aparente con la velocidad de cizalla. En general, para todos los líquidos la viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura, siendo en la mayoría de los casos la dependencia de la viscosidad con la temperatura de tipo exponencial (SILVA, 2010).

La influencia de la temperatura en la viscosidad de fluidos con comportamiento newtoniano puede expresarse en términos de una ecuación de tipo Arrhenius, a través de la temperatura absoluta (T, K), la constante universal de los gases (R, 8,314 J mol⁻¹ K⁻¹) y la energía de activación para la

viscosidad (energía de activación para el flujo viscoso) (E_a , J mol⁻¹). Los valores de A_A (factor de frecuencia, Pa s) y E_a/R son constantes del material y dependen en general del disolvente, la concentración y la distribución de peso molecular del polímero.

$$\mu = f(T) = A_A \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

En fluidos no newtonianos, la influencia de la temperatura sobre la viscosidad aparente puede cuantificarse a través de la correlación de los parámetros reológicos. Las dependencias pueden ser de tipo lineal para el índice de flujo y de tipo exponencial (Arrhenius) para el índice de consistencia y la viscosidad a velocidad de cizalla cero, según las ecuaciones siguientes:

$$n = a + bT$$

$$k; \eta_0 = A_A \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

De forma análoga a la ecuación que sigue, la relación de Arrhenius también puede aplicarse para describir el efecto de la temperatura en la viscosidad aparente de sistemas que siguen la ley de la potencia. A velocidad de cizalla constante y asumiendo un efecto despreciable de la temperatura en el índice de flujo, n , se obtiene:

$$\eta = f(T)_\gamma = A_A \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

De esta forma, conociendo la viscosidad aparente a una temperatura de referencia, la ecuación se transforma en:

$$\ln\left(\frac{\eta}{\eta_r}\right) = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r}\right)$$

El efecto conjunto de las variables velocidad de cizalla y temperatura en la viscosidad aparente puede obtenerse en fluidos que sigan el modelo de la ley de la potencia, obteniendo la ecuación siguiente:

$$k = k_T \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

$$\eta = f(T, \gamma) = k_T \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) (\gamma)^{n-1}$$

Donde n es el promedio del índice de flujo a todas las temperaturas de estudio. Esta correlación es de gran valor práctico, puesto que permite generar la curva de flujo para el sistema a cualquier temperatura dentro del rango de temperaturas estudiado.

Efecto de la concentración

A temperatura constante, la dependencia con la concentración de soluto es usualmente directa y no lineal. Así mismo, el rango de concentración puede determinar el tipo de comportamiento del sistema. Disoluciones muy diluidas presentan comportamiento newtoniano y con la concentración puede variar por lo general con una dependencia exponencial o potencial, hasta presentar un valor de punto de fluidez, σ_0 (SILVA, 2010).

El efecto conjunto de la temperatura y la concentración en la viscosidad a velocidad de cizalla constante, está definido por la ecuación siguiente:

$$\eta = f(T, C) = k_{TC} \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) C^B$$

Donde k_{TC} , E_a y B se determinan a partir de los datos experimentales. El efecto de la velocidad de cizalla puede incluirse en la forma de una función potencial, dando lugar a la ecuación siguiente:

$$\eta = f(T, \gamma, C) = k_{\gamma TC} \exp \left[\frac{E_a}{RT} + DC \right]$$

Los parámetros se calculan por regresión asumiendo que los efectos de interacción son despreciables (p.e. dependencia de los exponentes n y B con la temperatura), $k_{\gamma TC}^{exp}$ es la constante que combina el efecto de la velocidad de cizalla, la temperatura y la concentración. Además de la interacción intermolecular dependiente del volumen hidrodinámico, un segundo tipo de interacción se debe al contacto segmento-segmento entre las moléculas, conocido como entrelazamiento. Este proceso ocurre por movimientos aleatorios que sigue una cinética de segundo orden (bimolecular).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios y centros de producción de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la ciudad de Pucallpa, Capital de la Región Ucayali, situada a 154 msnm., y en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicada en la ciudad de Tingo María, situada a 680 msnm.

3.2. Materia prima e insumos

3.2.1. Materia Prima

Las materias primas que se utilizaron para este trabajo de investigación fueron las semillas de linaza, los frutos de limón y de camu camu, que fueron adquiridos en el mercado de abastos de la localidad teniendo en cuenta que fueran de buena calidad y que no hayan sido almacenados por mucho tiempo.

3.2.2. Insumos

Se utilizaron los siguientes insumos:

- Azúcar blanca.

- Agua.
- Canela.
- Citrato de sodio.

3.3. Materiales

3.3.1. Materiales de Laboratorio

- Colador N° 10(2 mm diámetro).
- Embudo plástico.
- Botellas de vidrio 700 ml y tapas metálicas.
- Formatos de encuesta y cuestionarios.
- Galletas de soda.
- Placas Petrifilm.
- Probetas de 100 ml y 2 L.
- Recipientes plásticos de 1 L.
- Servilletas.
- Vasos plásticos de 06 onzas.
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml.
- Buretas.
- Balones de digestión.
- Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml.
- Crisoles de porcelana.
- Campana de desecación.
- Fiolas de 50, 100 y 500 ml.
- Balón Kjeldald.

- Equipo Soxhlet para determinación de grasas.
- Vaguetas.
- Mortero de porcelana.
- Tubos de ensayo.
- Pipetas graduadas de 2,5 ml.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Micropipeta graduable 5 ml.
- Micropipeta graduable de 0,1 ml.
- Placas Petri.
- Espátulas de vidrio.
- Embudos de vidrio.
- Porta tubos de ensayo.

3.3.2. Materiales y equipos de procesamiento

- Mesa de trabajo.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Espátulas.
- Ollas.
- Recipientes de plástico.
- Balanza electrónica 0-10 kg.
- Cocinas a gas y eléctricas.
- Estufa marca Memmert standard.
- Balanza digital Ohaus Scotpro 0-200 g.
- Destilador de Proteínas y Nitrógeno Buchi Modelo K-350.

- Colorímetro Konica Minolta Modelo CR-400.
- Marmita eléctrica.
- Potenciómetro Nahita modelo 902/4 rango 0-14.
- Refractómetro de mano Optika dc hr130 (0 – 32° Brix).
- Termómetros Giardino 0-110°C.
- Viscosímetro Brookfield modelo RVDV-III Ultra.

3.3.3. Reactivos y soluciones

- Solución de cloruro de sodio al 2,5%.
- Ácido cítrico.
- Solución Buffer 0-7.
- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Catalizador para Proteínas.
- Verde de Bromocresol.
- Rojo de metileno.
- Ácido sulfúrico 0,2 N.
- Ácido clorhídrico 0,1 N.
- Medios de cultivo (PCA,PDA,VRBA).

3.4. Método de análisis

En el presente trabajo se realizaron los análisis químicos, físicos, microbiológicos, sensorial, estadístico y análisis de costos.

3.4.1. Análisis químicos

Semilla de linaza

Se determinó la composición química de la linaza utilizada en el estudio. Se siguieron los métodos de AOAC (1997) y de AOCS (1995). Los análisis se realizaron por duplicado y se reportó el promedio en porcentaje.

- Humedad, secado en horno a 105°C, AOAC 33.5.02.
- Materia seca, materia orgánica y ceniza, AOAC 33.2.10.
- Extracto etéreo, AOCS AF 354.
- Proteína cruda, Kjeldahl (N*6.25), AOAC 32.2.11.
- Fibra cruda, AOAC 923.8.
- Fibra dietética, método enzimático, AOAC 991.43.

Infusión de linaza

Al igual que en la semilla de linaza se determinó la composición química de la linaza utilizada en el estudio. Se siguieron los métodos de AOAC (1997) y de AOCS (1995). Los análisis se realizaron por duplicado y se reportó el promedio en porcentaje.

- Humedad, secado en horno a 105°C, AOAC 33.5.02.
- Materia seca, materia orgánica y ceniza, AOAC 33.2.10.
- Extracto etéreo, método de hidrólisis ácida.

3.4.2. Análisis físicos

En los análisis físicos se hicieron solamente el análisis de viscosidad y de color de las muestras experimentales.

Viscosidad

La infusión de linaza y los prototipos de bebidas se sometieron a esta prueba. Se realizó con el viscosímetro Brookfield, utilizando el acople 1 para las bebidas y 3 para la infusión.

La velocidad establecida fue de 150 RPM (revoluciones por minuto) y la medida de viscosidad fue en Pascal segundo (Pa.s). El volumen de las muestras que se analizaran fue de 600 ml a 25°C.

Color

Se realizó en el Colorímetro Konica Minolta CR-400, los valores que se obtuvieron en el análisis fueron L*, que indica qué tan claro/oscura es la muestra, a*, que significa rojo si el valor es positivo o verde si es negativo, b*, que significa amarillo si el valor es positivo o azul si es negativo. Las muestras a las que se midieron color fueron los prototipos de bebidas.

3.4.3. Análisis microbiológicos

Para comprobar la inocuidad de los prototipos de bebida de linaza se realizaron recuentos de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales de una muestra de 250 ml. Se utilizaron placas Petrifilm y se hicieron por duplicado.

3.4.4. Evaluación sensorial

Los panelistas que participaron en la evaluación sensorial de los prototipos de bebida fueron trece. Los atributos sensoriales que se evaluaron

fueron color, aroma, acidez y aceptación general. Las muestras se evaluaron en una escala hedónica de cinco puntos:

Me desagrada mucho	1
Me desagrada un poco	2
Ni me agrada ni me desagrada	3
Me agrada un poco	4
Me agrada mucho	5

3.4.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza de los datos obtenidos en la evaluación sensorial en el programa STATGRAPHICS CENTURION XV, se optimizó mediante superficie de respuesta, la prueba Tukey se utilizó para determinar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los prototipos de bebida evaluados.

3.4.6 Cálculo de costos

Los costos de los prototipos de bebida se calcularon tomando en cuenta el costo de ingredientes y mano de obra directa en su elaboración.

3.5 Metodología experimental

El presente trabajo se realizó en 4 etapas bien definidas que consistió en la caracterización de las semillas y la infusión de linaza, las pruebas preliminares, las pruebas definitivas y la caracterización del producto terminado.

3.5.5 Caracterización de las materias primas

En esta etapa se analizó química y física las semillas y la infusión de linaza, evaluando tal como lo describimos en los materiales y métodos que tienen que ver con la calidad y caracterización.

3.5.6 Pruebas preliminares

En esta etapa se realizaron los ensayos en base al diagrama de flujo tentativo que se muestra en la figura 1 y al diseño experimental que describimos más adelante, como ya manifestamos se evaluó las diluciones de la infusión (1:1; 1:2; 1:3), los jugos de frutos (limón y camu camu) y los porcentajes de cada uno de ellos (18% y 22%).

Elaboración de la Infusión

Para realizar las pruebas preliminares fue necesario la obtención de la infusión de linaza y disolverlo en agua según lo indicado anteriormente.

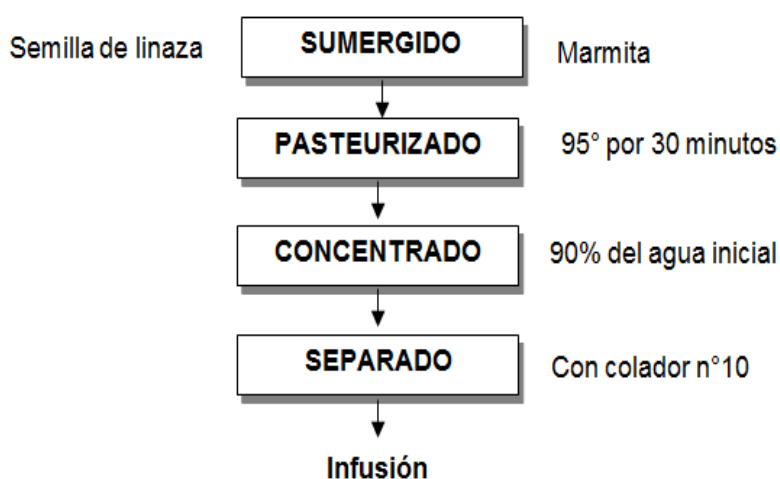


Figura 3. Diagrama de flujo tentativo para elaboración de la infusión de linaza.

Se siguieron los pasos:

- Pesamos 100 g de linaza.
- Colocamos la linaza en un colador.
- Introducimos el colador con la semilla en la marmita eléctrica.
- Añadimos 8000 gramos de agua.
- Calentamos a 95°C por 30 minutos.
- Evaporamos 90% de la masa de agua añadida que corresponde a 7200 gramos de agua.
- Retiramos el colador con la semilla.
- Enfriamos la infusión.

Por cada lote de infusión se obtuvo un volumen final de 720 ml.

Se realizaron tres lotes de infusión. El diagrama de flujo se puede observar en la figura 3.

Formulación de la bebida

A partir de la infusión de linaza se prepararon doce prototipos de bebida, utilizando dos sabores naturales (limón y camu camu) cada uno de ellos con dos niveles (18% y 22%) y tres proporciones de infusión de linaza: agua (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cantidad de ingredientes para elaborar la bebida (100 g).

Ingredientes	Proporción de infusión de linaza agua		
	1:1	1:2	1:3
Agua	36	48	54
Infusión de Linaza	36	24	18
Frutas: Limón, Camu camu	18; 22	18; 22	18; 22
Azúcar	5,8	5,8	5,8
Citrato de sodio	0,02	0,02	0,02
Canela	0,1	0,1	0,1

Se utilizó pulpa de camu camu, ésta tuvo un pH de 2,49 y 22°Brix. El jugo de limón se obtendrá de aproximadamente 36 limones, variedad persa; el pH del jugo fue de 2,6. Se agregó a las bebidas citrato de sodio (0,02%) como regulador de pH y canela (0,1%) como preservante natural.

Para preparar las bebidas se siguieron los pasos:

- Desinfectamos los envases metálicos y utensilios con solución de cloro (100 ppm).
- Pesamos azúcar, citrato de sodio y canela.
- Colocamos el agua en la olla.
- Añadimos la infusión de linaza.
- Agregamos los ingredientes secos.
- Pasteurizamos a 80°C por 30 minutos.
- Agregamos sabor.
- Envasamos.

- Almacenar a 4°C.

Los seis prototipos de bebida de linaza con sabor de camu camu tuvieron un pH de 2,95, debido principalmente al ácido ascórbico contenido en esta fruta. Los seis prototipos de bebida de linaza con sabor de limón tuvieron un pH que varió de 2,64 a 2,71. Esta acidez se atribuye al ácido cítrico del jugo de limón. Todos los prototipos de bebida de linaza con sabor de camu camu y limón alcanzaron los 12 grados Brix. El diagrama de flujo de la elaboración de las bebidas se puede observar en la figura 4.

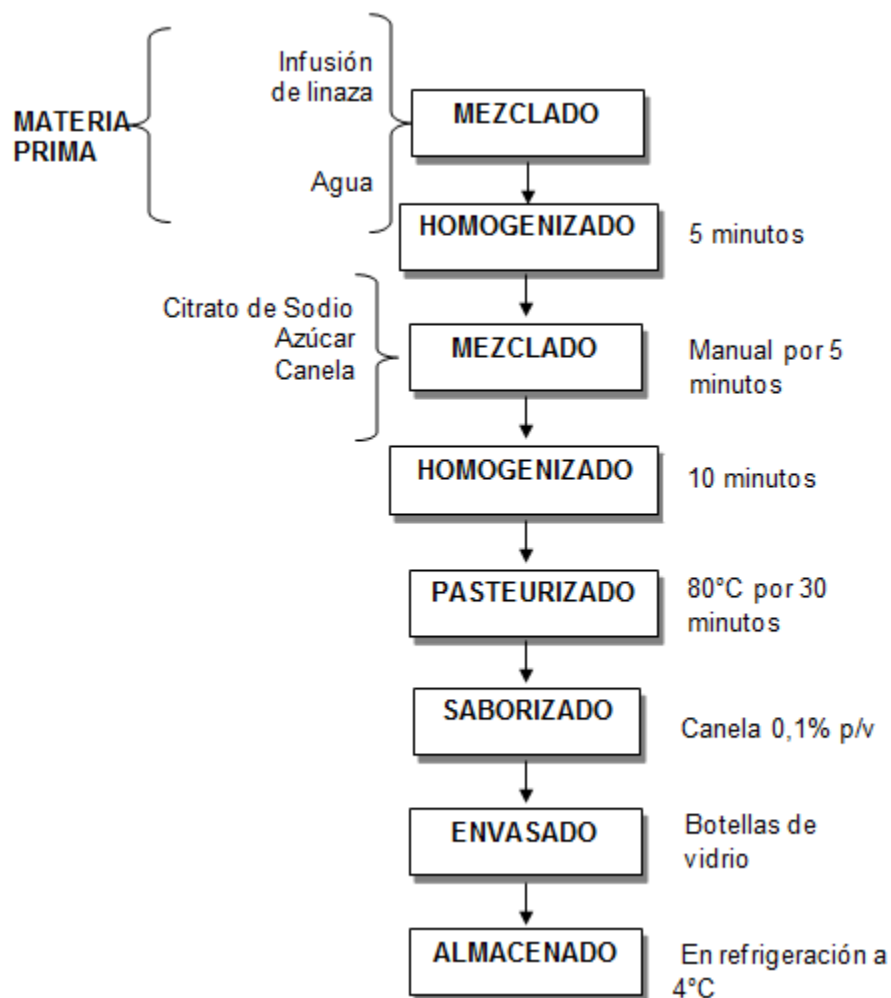


Figura 4. Diagrama de flujo tentativo para la elaboración de la bebida de linaza.

3.6 Diseño experimental

3.6.5 Caracterización de la materia prima

En esta etapa no existió diseño experimental, solamente existen pruebas fisicoquímicas específicas que se tienen que realizar como ya explicamos en materiales y métodos.

3.6.6 Pruebas preliminares

En la figura 5 se tiene el diseño experimental para la elaboración de la bebida de linaza

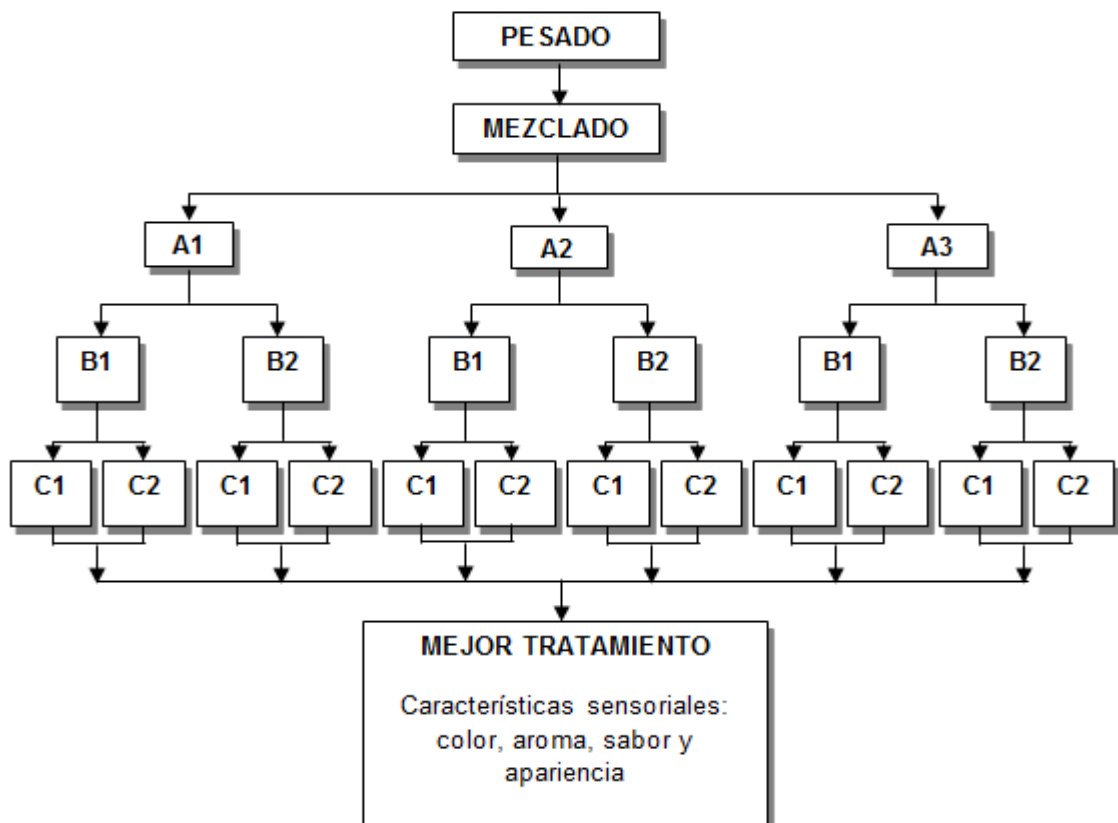


Figura 5. Diseño experimental para optimizar la formulación y elaborar la bebida de linaza saborizada con frutas.

En la figura 5 se tiene:

A: Infusión: agua

A1: 1:1

A2: 1:2

A3: 1:3

B: Tipo de zumo de fruta

B1: Limón (1)

B2: Camu camu (2)

C: Porcentaje de Sabor

C1: 18%

C2: 22%

Es necesario indicar que fueron 12 tratamientos que se realizaron con tres repeticiones para dar un mejor nivel de confianza a las pruebas que se analizaron con el análisis de variancia.

3.7 Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron solamente a dos niveles del trabajo de investigación que son: Para las pruebas preliminares y para la aceptabilidad y preferencia del producto terminado.

3.7.5 Para las pruebas preliminares

Se aplicó el análisis de superficie de respuesta, con un ANVA completo al azar con arreglo factorial de 3 x 2 x 2 con tres repeticiones, planteado por UREÑA (2000), cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (A*B)_{ij} + (B*C)_{jk} + (A*C)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultado de la evaluación.

U = Efecto medio de las evaluaciones.

A_i = Dilución de la infusión de linaza con 3 niveles: 1:1; 1:2; 1:3.

B_j = Tipo de zumo de fruta con 2 niveles: Limón y Camu camu.

C_k = % de jugo de fruta para el sabor con 2 niveles: 18% y 22%.

E_{ij} = Error experimental.

3.7.6 Para la aceptabilidad

Elaborado la bebida, se evaluó la aceptabilidad mediante un análisis sensorial de sabor, cuyos resultados cuantificados fueron sometidos a un análisis de varianza DCA simple con 3 repeticiones, planteado por UREÑA (2000), cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta de la aceptabilidad.

μ : Media poblacional.

T_i : Efecto de la calificación del sabor.

R_j : Efecto de las repeticiones.

E_{ijk} : Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de la semilla de linaza

La semilla contenía 7,84% de humedad al momento de realizar los análisis químicos, por tanto, la materia seca era 92,16% (100% humedad). En el Cuadro 6 se muestran los valores porcentuales de los principales componentes de la semilla de linaza utilizada en el estudio (lino dorado) y de la semilla de linaza según el Consejo Canadiense del LINO (2004), en base seca.

Cuadro 6. Comparación de la composición química de linaza dorada con la reportada en la literatura.

Componente	Linaza	
	A	B*
Grasa	34,68 ± 1,73	44.09
Proteína	28,00 ± 1,40	21.50
Fibra dietética total	40,13 ± 2,00	30.11
Cenizas	4,10 ± 0,21	4.30

*Linaza según el Consejo Canadiense del Lino (2004), adaptado por el autor.

El contenido de fibra cruda de la linaza fue 9.63%, en base seca, esta consiste principalmente de celulosa y lignina, que son carbohidratos insolubles en agua y no digeribles.

4.2. Obtención de la Infusión de linaza

Se obtuvo la infusión de linaza para lo cual se tomaron en cuenta las operaciones que tenemos en la figura 4.

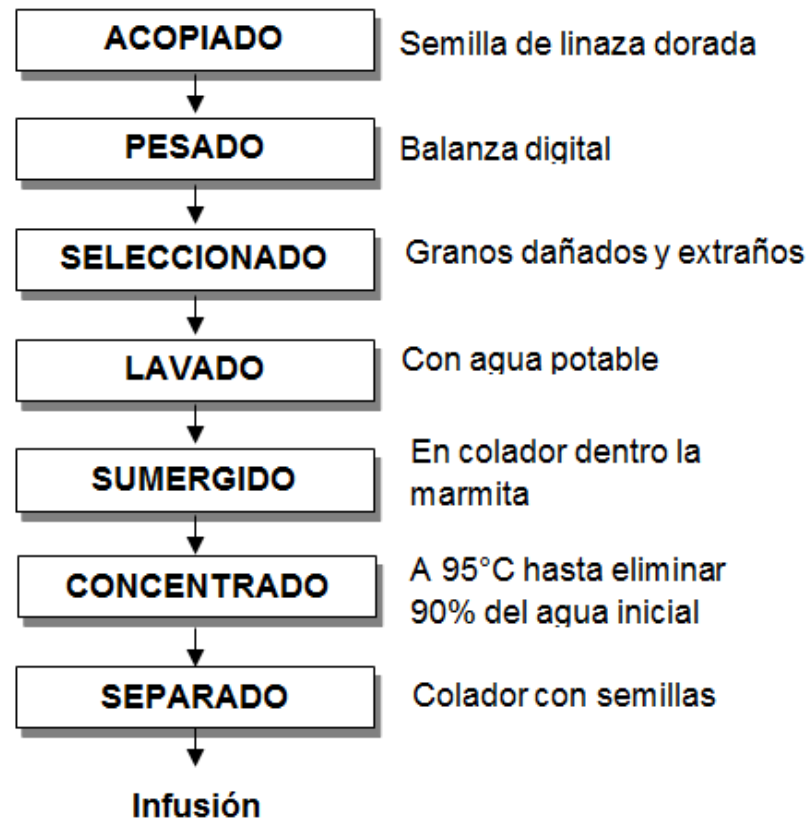


Figura 6. Diagrama de flujo tentativo para elaboración de la infusión de linaza.

A continuación, describimos las operaciones de la figura 6:

Acopiado

Las semillas de linaza de la variedad dorada se compraron en el mercado de abastos de la ciudad.

Seleccionado

Se seleccionaron las semillas teniendo cuidado de tener granos homogéneos sanos eliminando los dañados y otros tipos de granos.

Pesado

Se hizo con la finalidad de poder realizar un balance de materiales y poder determinar rendimientos, pesamos 100 gramos de linaza.

Lavado

Se hizo con el objetivo de eliminar impurezas y partículas extrañas que pudieran estar adheridos a los granos de linaza.

Sumergido

Colocamos la linaza en un colador, luego introducimos el colador con la semilla en la marmita de cocción y añadimos 8000 gramos de agua.

Concentrado

Inicialmente calentamos a 95°C por 30 minutos, esto con la finalidad de iniciar el proceso de extracción del mucílago de la semilla de linaza que se extra por la gradiente de concentraciones que existe entre la semilla y el agua, luego evaporamos 90% de la masa de agua añadida que corresponde a 7200 gramos de agua.

Separado

Retiramos el colador con la semilla, enfriamos la infusión y lo envasamos en frascos de boca ancha de vidrio.

4.3. Análisis de la infusión de linaza

4.3.1. Análisis químico proximal

El contenido de materia seca de la infusión es bajo, durante su elaboración se extrae una cantidad mínima de grasa o extracto etéreo (Cuadro 7). Según el Consejo Canadiense del Lino (2004) el 75% del aceite de linaza está constituido por ácido linolénico y linoleico, que son susceptibles a oxidación. Este factor puede disminuir la vida útil de la infusión y de la bebida.

Cuadro 7. Resultados de los análisis químicos de la infusión de linaza.

Análisis	%
Humedad	98,67 ± 4,93
Cenizas	0,09 ± 4,5x10 ⁻⁵
Materia seca	1,33 ± 0,06
Materia orgánica	1,24 ± 0,06
Extracto etéreo	0,88 ± 0,04

4.3.2. Análisis físicos

La viscosidad promedio de la infusión de linaza fue de 9,0973 Pa.s. En el cuadro 8 se aprecian los valores de las tres muestras analizadas, su desviación estándar y coeficiente de variación. Al combinarse estas

infusiones en una muestra presentaron color verde oscuro, determinado con los valores $L= 11,31$; $a= 1,40$; $b= 2,50$.

Cuadro 8. Viscosidad de las tres muestras de infusión de linaza.

Infusión	Viscosidad (Pa.s)
1	9,0824
2	9,1041
3	9,1053
Media	9,0973
DE (desviación estándar)	0,0128
CV (coeficiente de variación)	0,1416

4.4. Formulación de la bebida

Como ya indicamos a partir de la infusión de linaza se prepararon doce prototipos de bebida, utilizando dos zumos de frutas (limón y camu camu) cada uno de ellos con dos niveles (18% y 22%) y tres proporciones de infusión de linaza: agua (Cuadro 5), los prototipos evaluados permitieron la formulación por optimización según el análisis de superficie de respuesta.

4.4.1. Evaluación sensorial

Los atributos sensoriales evaluados en los prototipos de bebida fueron sabor, color, aroma y aceptación general. En el anexo 1 se tiene los resultados de la evaluación del sabor realizado por 13 panelistas semientrenados, en el anexo 2 se tiene el ANVA multivariable donde nos indica que solo para la variable fruta existe diferencia significativa del sabor, es así que en el cuadro 9 el análisis nos da los valores óptimos por cada variable.

Cuadro 9. Optimización de respuesta para maximizar el sabor de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,23585.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución	1,0	3,0	2,05646
Frutas	1,0	2,0	2,0
Cantidad de fruta	18,0	22,0	22,0

Como se aprecia en el cuadro 9 la mejor dilución es 1:2 correspondiente a infusión: agua; el mejor zumo de fruta para la bebida es la 2 que corresponde a camu camu y la cantidad óptima es 22 gramos, esta tendencia se aprecia no con mucha claridad en las figuras 7,8 y 9.

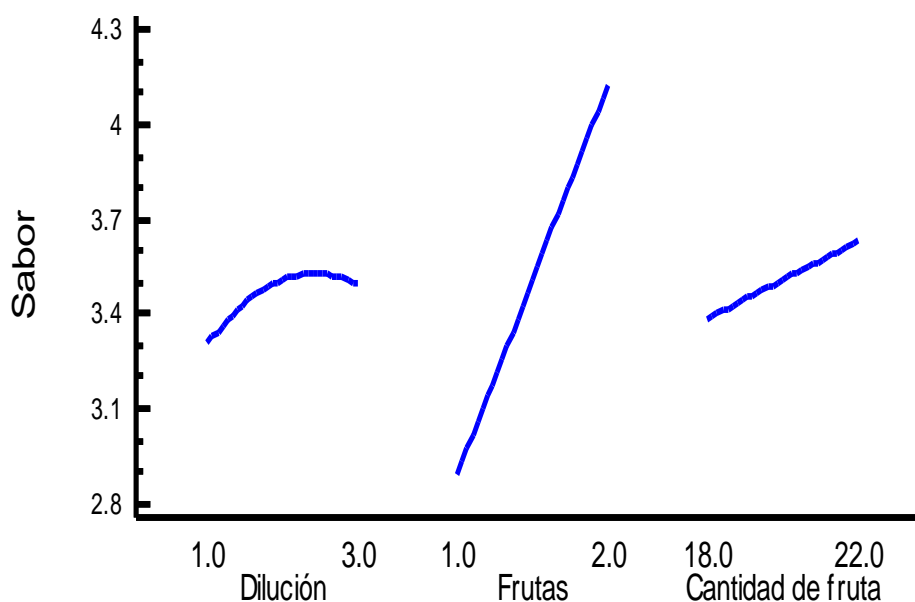


Figura 7. Efectos principales para el sabor de la bebida de linaza.

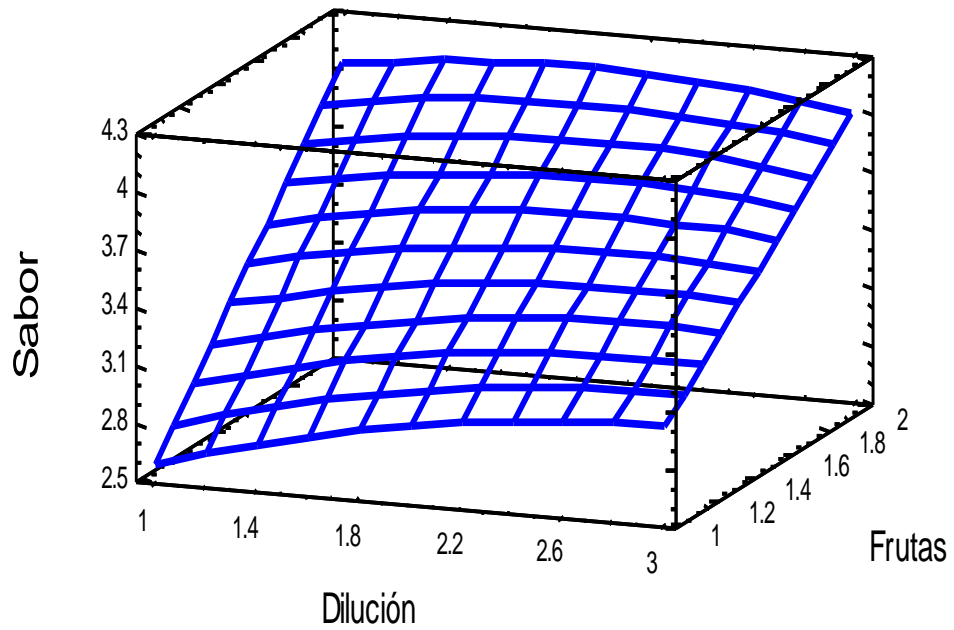


Figura 8. Superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de linaza.

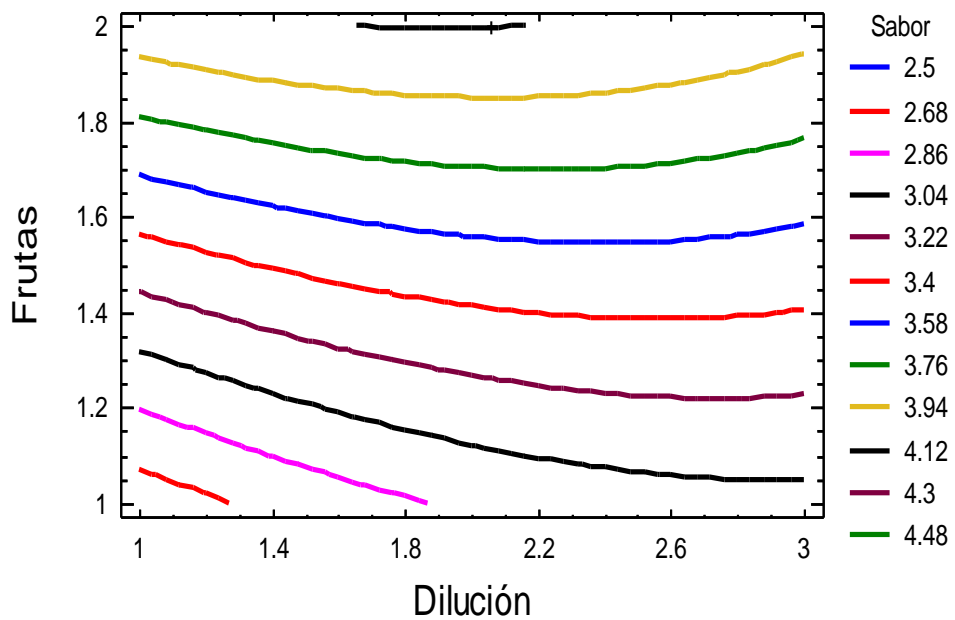


Figura 9. Contorno de la superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de linaza.

En el anexo 3 se tiene los datos de la evaluación del color de la bebida de linaza, el cual permitió realizar el ANVA del anexo 4 donde se aprecia que al igual que en el caso anterior solamente existe diferencia estadística para los tipos de zumo, pero como este análisis nos permite encontrar los valores óptimos se puede visualizar en el cuadro 10.

Cuadro 10. Optimización de la respuesta para maximizar la calificación del color de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,31011.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución	1,0	3,0	2,90403
Frutas	1,0	2,0	2,0
Cantidad de fruta	18,0	22,0	22,0

Como se observa en el cuadro 10 la mejor dilución en relación al color es 1:3, que es lógico ya que a mayor dilución de la infusión de linaza se puede percibir mejor el color rosáceo del camu camu que es muy atractivo, en cuanto al zumo de fruta corresponde el 2 que es el camu camu y la mejor cantidad es la que corresponde a 22 gramos.

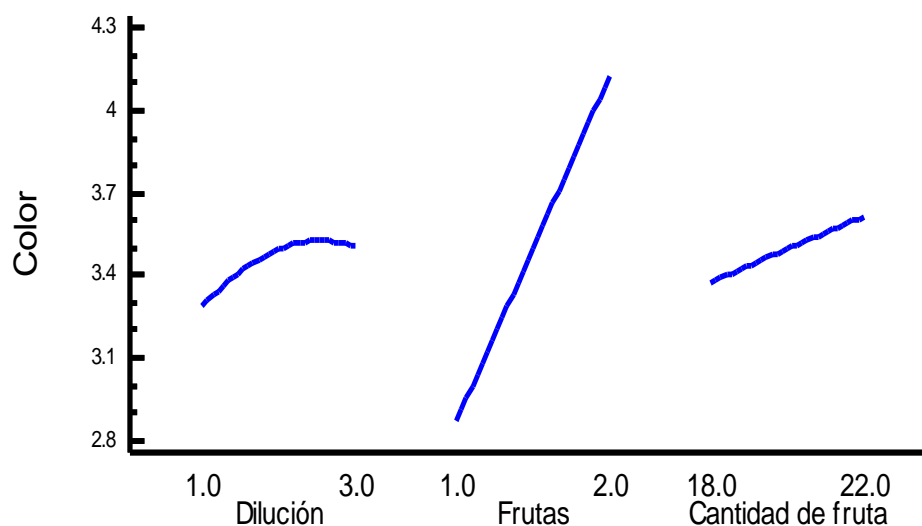


Figura 10. Efectos principales para el color de la bebida de linaza.

Como se observamos en la figura 10 en la dilución el valor máximo se aproxima a 3, en los tipos de fruta es el 2 que corresponde a camu camu y en la cantidad es 22 gramos, esta misma tendencia se aprecia en las figuras 11 y 12.

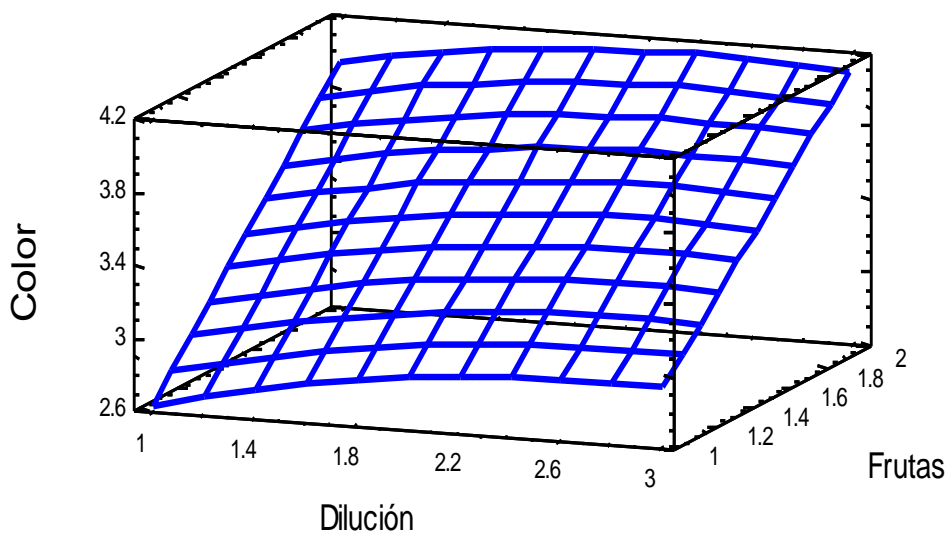


Figura 11. Superficie de respuesta estimada para el color de la bebida de linaza.

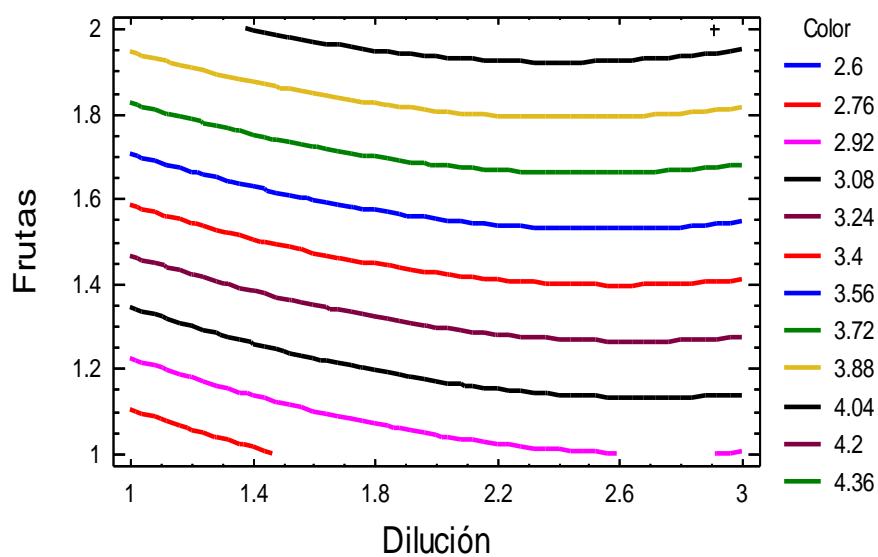


Figura 12. Contornos de la superficie de respuesta estimada del color de la bebida de linaza.

En el anexo 5 se tiene los datos de la evaluación del aroma de la bebida de linaza, que permitió realizar el ANVA que se muestra en el anexo 6, donde se observa al igual que en los dos casos anteriores que solamente existe diferencia significativa para los tipos de zumo de fruta, pero el cuadro 11 nos permite visualizar la optimización de las variables en estudio.

Cuadro 11. Optimización de respuesta para maximizar el aroma de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,31818.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución	1,0	3,0	2,14908
Frutas	1,0	2,0	2,0
Cantidad de fruta	18,0	22,0	21,9999

En el cuadro 11 vemos que el valor óptimo de la dilución es 2,14908 que es próximo a 2, en cuanto al tipo de zumo de fruta es el 2 que corresponde al camu camu y la cantidad de fruta es 21,9999 que redondeando es 22 gramos.

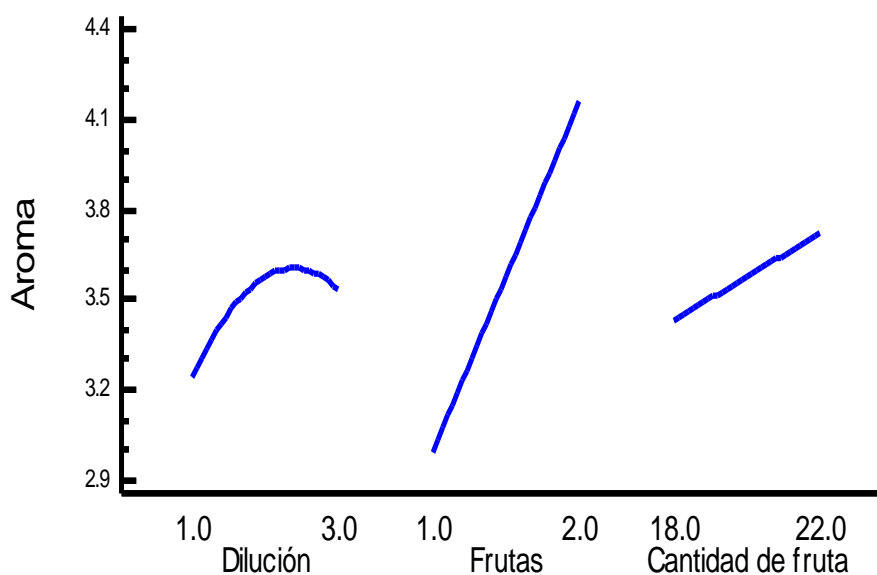


Figura 13. Efectos principales para el aroma de la bebida de linaza.

En las figuras 13, 14 y 15 se puede observar la tendencia del cuadro 11, donde en la dilución se ve que corresponde a 1:2, en el tipo de fruta el camu camu y en la cantidad de fruta 22 gramos.

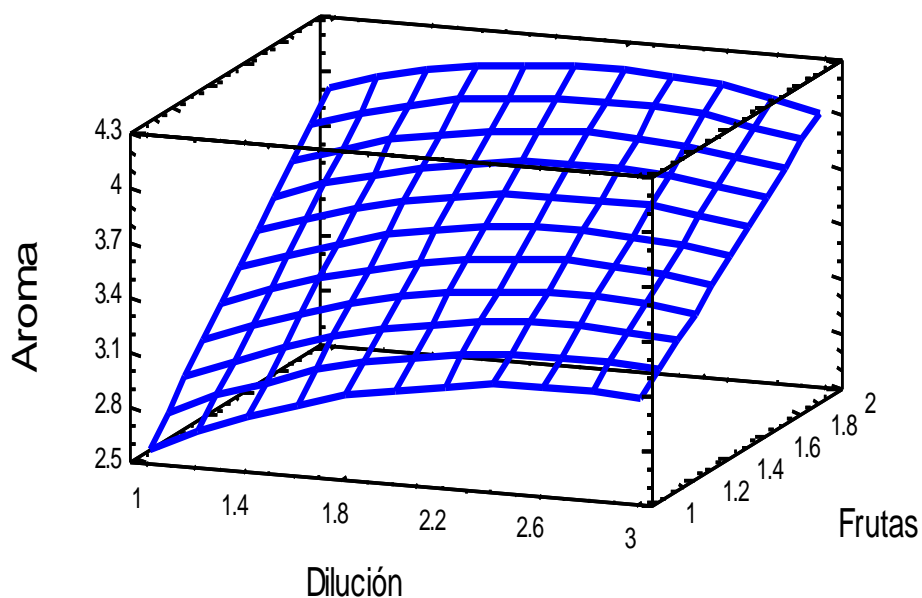


Figura 14. Superficie de respuesta estimada del aroma en la bebida de linaza.

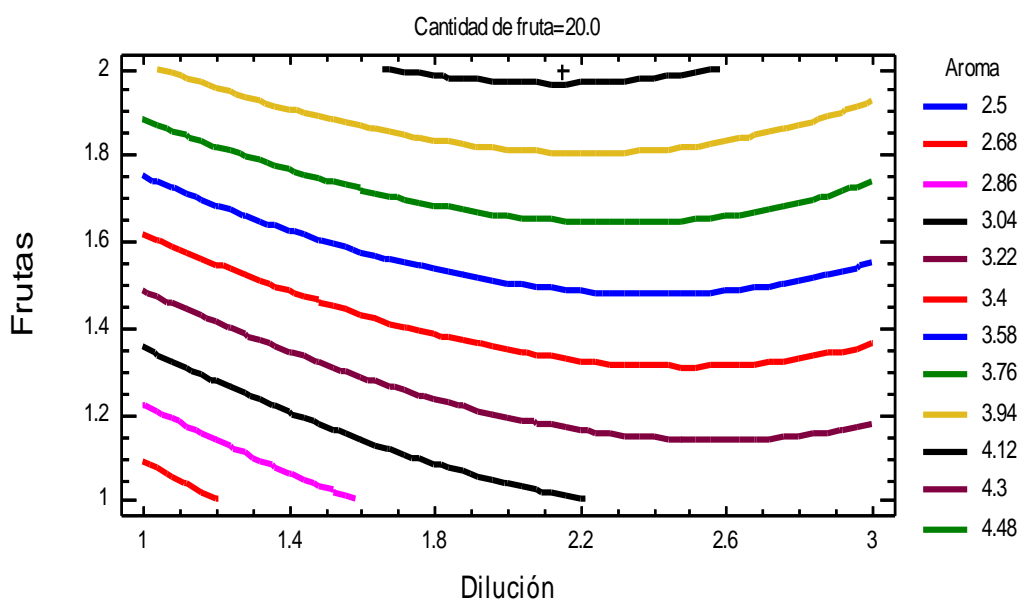


Figura 15. Contornos de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de linaza.

En el anexo 7 se tiene los datos de la evaluación de la aceptación general y en el anexo 8 en ANVA donde se observa un comportamiento similar a las anteriores evaluaciones sensoriales, existiendo diferencia estadística únicamente para los tipos de fruta, pero que gracias a la optimización de este análisis podemos optimizar las variables tal como se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Optimización de respuesta para maximizar la aceptación general de la bebida de linaza con un valor óptimo = 4,25178

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución	1,0	3,0	2,16257
Frutas	1,0	2,0	2,0
Cantidad de fruta	18,0	22,0	22,0

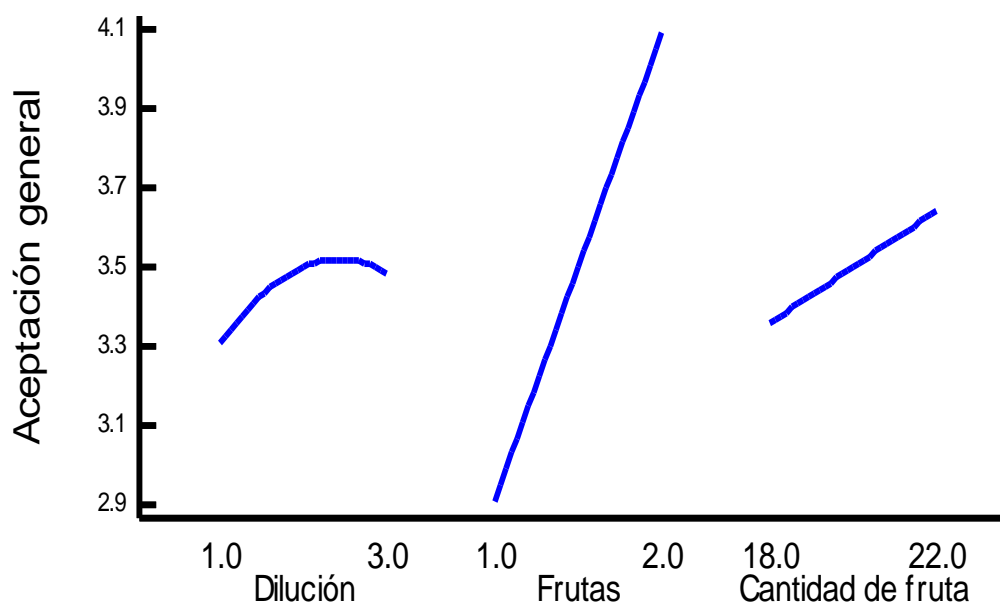


Figura 16. Efectos principales para la aceptación general de la bebida de linaza.

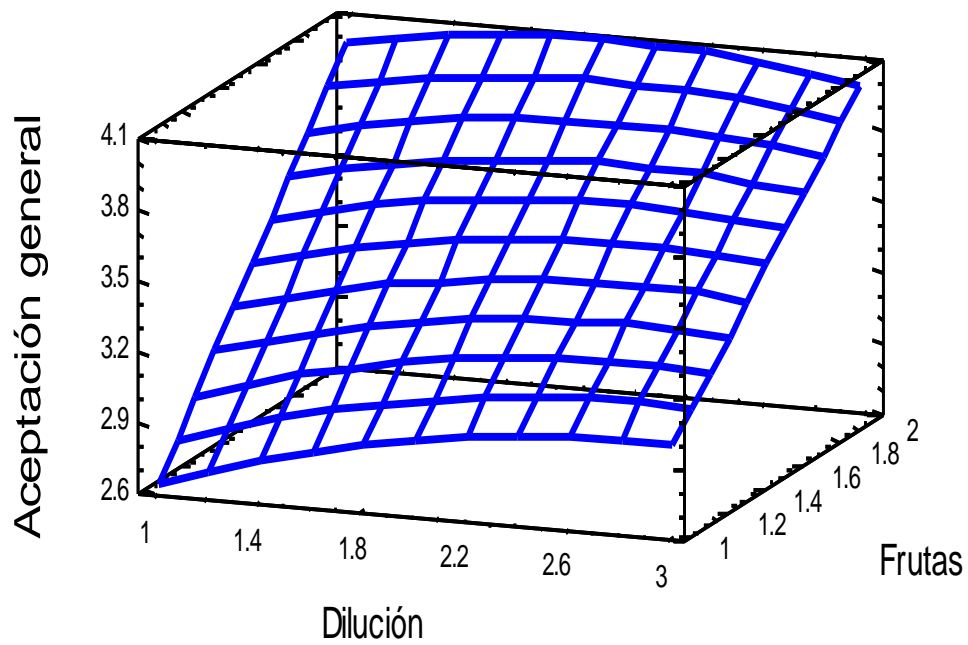


Figura 17. Superficie de respuesta estimada para la aceptación general de la bebida de linaza.

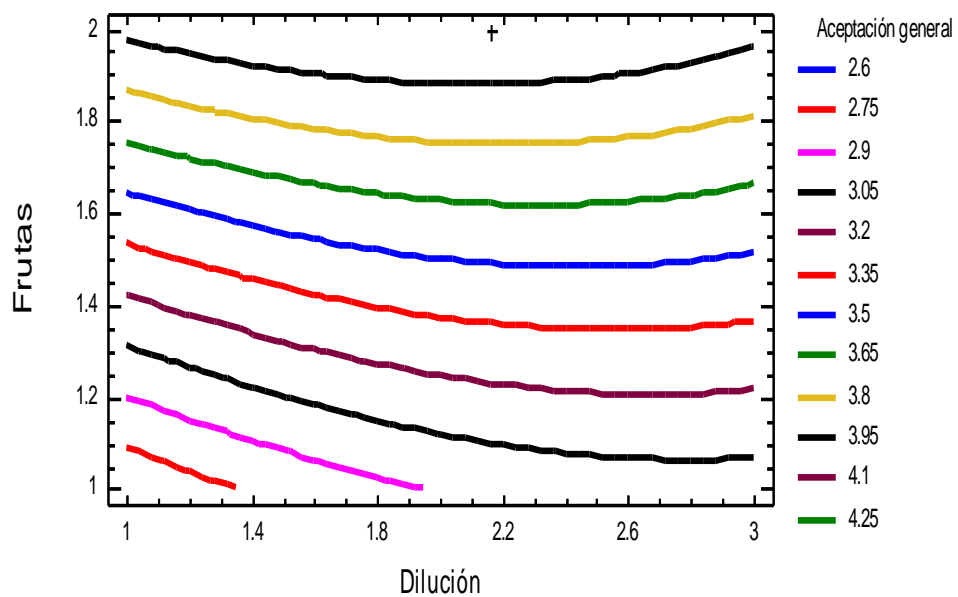


Figura 18. Contornos de la superficie de respuesta estimada de la aceptación general de la bebida de linaza.

En las figuras 16, 17 y 18 se aprecia la tendencia de la optimización de variables siendo 1:2 para la dilución, camu camu para el tipo de zumo y 22 gramos para la cantidad de zumo.

En resumen, podemos decir que según la evaluación sensorial la mejor dilución es 1:2 de infusión: agua, el mejor zumo es la del camu camu y la mejor cantidad es 22 gramos, parámetro que nos permitieron establecer los estudios definitivos con su respectivo balance de materia y rendimiento.

4.4.2. Análisis físicos

Los prototipos de bebida de linaza con sabor de camu camu presentaron viscosidades diferentes a los de limón (Anexo 9), debido a que el zumo de la fruta de camu camu contiene polisacáridos que forman dispersiones mucilaginosas en agua y gel en soluciones azucaradas (“Fruits for the future”, 2000).

En el anexo 10 se tiene el ANVA donde se puede apreciar que para la infusión y para el tipo de frutas varia significativamente correspondiendo la viscosidad de 4,66107 Pa.s para la mejor dilución de 1:2 que se muestra en las pruebas de múltiples rangos de Tukey del cuadro 13 y 5,36980 Pa.s para el zumo tipo 2 de camu camu que se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 13. Pruebas de múltiples rangos Tukey HSD para viscosidad aparente por dilución de la bebida de linaza.

Dilución	Casos	Media LS
3	4	3,48187 ^a
2	4	4,66107 ^{ab}
1	4	5,5665 ^b

Cuadro 14. Pruebas de múltiples Rango Tukey HSD para viscosidad aparente por frutas de la bebida de linaza.

Frutas	Casos	Media LS
1	6	3,76983 ^a
2	6	5,36980 ^b

En el anexo 11 se tiene el ANVA donde se puede apreciar que para la infusión varia significativamente el índice de flujo, correspondiéndole el valor 1,56633 para la mejor dilución de 1:2 que se muestra en las pruebas de múltiples rangos de Tukey del cuadro 15, demostrando que se trata de un fluido no Newtoniano con tendencia dilatante, aumentando o disminuyendo esta dilatancia en función a la dilución de la infusión de linaza y de los componentes de la bebida.

Cuadro 15. Pruebas de múltiples rangos Tukey HSD para índice de flujo por dilución de la bebida de linaza.

Dilución	Casos	Media LS
3	4	1,54395 ^a
2	4	1,56633 ^{ab}
1	4	1,69635 ^b

El análisis de pH se tiene en el anexo 12 que al ser estudiado mediante el ANVA del anexo 13 vemos que solamente existe diferencia estadística para los tipos de frutas, teniendo un pH menor la bebida de linaza con camu camu tal como se observa en el cuadro 16, lo que demuestra que tendrá una mejor conservación, coincidiendo con el tipo de fruta óptima que nos establece los análisis sensoriales realizados.

Cuadro 16. Pruebas de múltiple rangos Tukey HSD para pH por tipos de frutas de la bebida de linaza.

Frutas	Casos	Media LS
2	6	3,32333 ^a
1	6	3,66000 ^b

4.5. Estudios definitivos

4.5.1. Proceso Productivo

En la figura 19 se tiene el flujograma definitivo para elaborar bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu, a continuación describimos cada operación.

Pesado

A partir de la infusión de linaza se preparó la bebida, utilizando la proporción de 1:2 de infusión de linaza en agua con el sabor natural de zumo de camu camu, y con un porcentaje de 22% de zumo, formulado de acuerdo al cuadro 17, que nos sirvió de base para hacer las pesadas de los ingredientes.

El zumo de camu camu, utilizado tenía un pH de 2,49 y 22 grados Brix, como ya manifestamos se agregó a la bebida de linaza con camu camu citrato de sodio (0,02%) como regulador de pH y canela (0,1%) como preservante natural.

Cuadro 17. Cantidad de ingredientes para elaborar la bebida de linaza con camu camu (100 g).

Ingredientes	Proporción infusión de linaza: agua (1:2)
Agua	48
Infusión de Linaza	24
Frutas: Limón, Camu camu	22
Azúcar	5,8
Citrato de sodio	0,02
Canela	0,1

Mezclado uno

Para preparar la bebida primero desinfectamos la marmita y utensilios con solución de cloro (100 ppm). Luego pesamos azúcar, citrato de sodio y benzoato de sodio, colocamos el agua en la marmita y añadimos la infusión de linaza y finalmente agregamos los ingredientes secos.

Homogenizado uno

Se hizo en el homogeneizador con la finalidad de homogeneizar y emulsionar material líquido y líquido-sólido con una viscosidad menor a 4,66107 Pa.s y con la temperatura por debajo de 80°C. La homogeneización fue para dispersar los ingredientes en una partícula de tamaño uniforme.

La otra finalidad de esta operación fue desaireación que consistió en quitar el oxígeno, responsable de fenómenos oxidativos dañinos, la desaireación permitió mejorar sabor, aspecto y conservabilidad del producto al evitar la oxidación.

Mezclado dos

La finalidad de este segundo mezclado es incorporar el zumo de camu camu en la bebida de linaza y dar las condiciones para un segundo homogeneizado.

Homogeneizado dos

En el primer homogeneizado se realizaba con la finalidad de eliminar oxígeno para evitar oxidación de componentes, pero en esta segunda homogeneización, fue eliminar el oxígeno para evitar la degradación de la vitamina C.

La homogeneización consistió en reducir y normalizar el tamaño de las partículas de productos fluidos, para volverlos más estables y para obtener un sabor y una consistencia mejor.

De hecho, la micronización redujo el peso de las partículas, aumentando su estabilidad en suspensión y evitando la separación entre fase líquida y fase sólida. De esta forma fue posible reducir el uso de agentes emulgentes y de aditivos.

Pasteurizado

La finalidad de esta operación fue la inactivación de microbios relativamente termosensibles como las bacterias no esporuladas, levaduras y mohos. Como el pH de la bebida es menor de 4,5, solo destruimos microorganismos alterantes y enzimas (inactivación enzimática) y minimizamos las pérdidas de calidad nutricional y organoléptica, logramos prolongar la vida útil de la bebida por varios meses. Esta operación se hizo a 80°C por 30 minutos.

Envasado

La bebida pasteurizada fue envasada en botellas de vidrio de 0.75 l, cerrado herméticamente con tapas metálicas.

Esta operación, a niveles de tecnología intermedia debe hacerse inmediatamente de alcanzar el tiempo que se somete al producto durante la operación de pasteurización. Se realiza de este modo con la finalidad de que el producto final no sea repoblado con microorganismos que luego puedan influir en su posible deterioro y también porque al enfriarse la bebida genere un espacio de vacío producto de la descompresión que generan los vapores al enfriarse la bebida, garantizando su conservación en el periodo de almacenamiento

Almacenado

Las bebidas embotelladas se almacenaron a 4°C en cámaras de refrigeración de uso doméstico pues como se sabe, las bajas temperaturas

inhiben el desarrollo de aquellos microorganismos que lograron resistir el proceso.

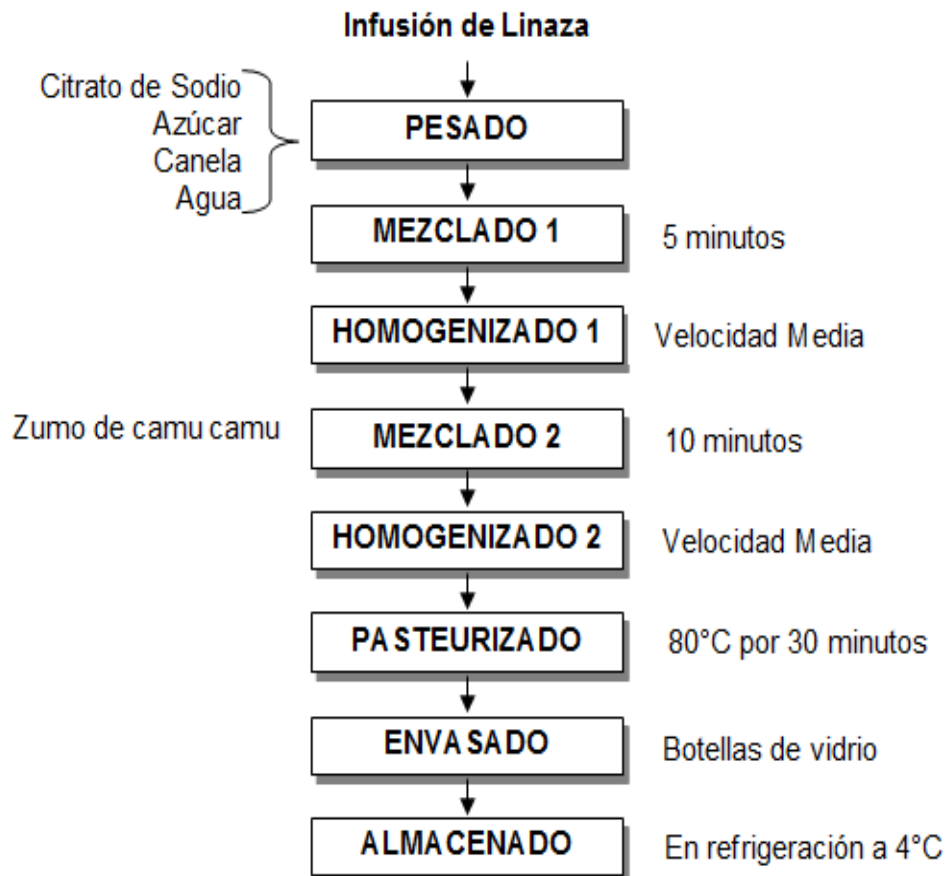


Figura 19. Flujograma definitivo para elaborar bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.

4.5.2. Balance de materia y rendimiento

Para la infusión de linaza

En el cuadro 18 se tiene el balance de materia y rendimiento para la obtención de infusión de linaza. Como se aprecia en función a la cantidad de semilla inicial que utiliza el rendimiento es muy elevado ya que lo

único que agregamos es agua llegando a un rendimiento de 1502,15 % lo cual es elevadísimo ya que constituirá en la materia prima para elaborar la bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.

Cuadro 18. Balance de materia y rendimiento para obtener infusión de linaza.

Operaciones o Productos	Entra Gramos	Pierde Gramos	Continua Gramos	Rendimiento %	
				Operación	Proceso
Acopiado	100,00	---	100,00	100,00	100,00
Pesado	100,00	---	100,00	100,00	100,00
Seleccionado	100,00	5,00	95,00	95,00	95,00
Lavado	95,00	2,00	93,00	97,89	93,00
Sumergido	93,00	---	8093,00	8702,15	8093,00
Pasteurizado	8702,15	---	8702,15	100,00	8702,15
Concentrado	8702,15	7200,00	1502,15	17,26	1502,15
Separado	1502,15		1502,15	100,00	1502,15

Para la elaboración de bebida de linaza

Cuadro 19. Balance de materia y rendimiento para obtener bebida de linaza saborizada con camu camu.

Operaciones o Productos	Entra kg	Pierde kg	Continua kg	Rendimiento %	
				Operación	Proceso
Pesado	24,00	---	72,00	300,00	300,0
Mezclado 1	72,00	---	77,92	108,22	324,66
Homogeneizado 1	77,92	0,50	77,42	99,35	322,58
Mezclado 2	77,42	--	99,42	127,92	414,25
Homogeneizado 2	99,42	0,50	98,92	99,49	412,16
Pasterizado	98,92	---	98,92	100,00	412,16
Envasado	98,92		98,92	100,00	412,16
Almacenado	98,92		98,92	100,00	412,16

En el cuadro 19 tenemos el balance de materia y rendimiento para elaborar bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu, como se observa el rendimiento es 412,16% que es elevadísimo si consideramos a la infusión como la materia prima de partida pero si consideraríamos al agua como materia prima los resultados serían diferentes.

4.5.3. Pruebas de aceptabilidad del producto terminado

En el anexo 14 se tiene los resultados de la evaluación del sabor y la aceptabilidad de la bebida de linaza y de una bebida similar que se comercializa en el mercado nacional.

Cuadro 20. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para el atributo sabor.

Variables	Bebida de linaza	Bebida similar comercial
Media	3,8	3,7
Varianza	0,51	0,35
Observaciones	30	30
Diferencia hipotética de las Medias	0	
Grados de libertad	56	
Estadístico t	0,58	
P(T =t) una cola	0,27	
Valor crítico de t (una cola)	1,67	
P(T =t) dos colas	0,55	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00	

En el cuadro 20 se reporta los resultados de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para el atributo sabor muestra

que t calculado (0,58) es menor que t de tablas (2,00) y se acepta H_0 , lo cual indica que las dos muestras presentan sabor similar.

En el cuadro 21 se reporta los resultados de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para el atributo aceptabilidad muestra que t calculado (-1.08) es menor que t de tablas (2,00) y se acepta H_0 , lo cual indica que las dos muestras son aceptables para los catadores, no existiendo diferencias entre ellos.

Cuadro 21. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para el atributo aceptabilidad.

Variables	Bebida de linaza	Bebida similar comercial
Media	3,86	4,066
Varianza	0,53	0,478
Observaciones	30	30
Diferencia hipotética de las Medias	0	
Grados de libertad	58	
Estadístico t	-1,08	
P(T =t) una cola	0,14	
Valor crítico de t (una cola)	1,67	
P(T =t) dos colas	0,28	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00	

4.5.4. Análisis químico proximal del producto terminado

En el cuadro 22 se tiene el análisis de la bebida de linaza con zumo de camu camu, se observa que la humedad de $83,35 \pm 4,167$ varía en relación a los valores de humedad de la infusión de $98,67 \pm 4,93$ que nos da el experimento y la pulpa de camu camu de 94,4% que nos reporta la teoría,

lo mismo sucede con el contenido de ceniza que en la bebida nos reporta $0,70 \pm 0,035$, en la infusión $0,09 \pm 4,5 \times 10^{-5}$, en cuanto a proteína la bebida tiene $0,32 \pm 0,016$ que difiere de la pulpa que es 0,5.

Para los glúcidos tenemos un valor de $15,69 \pm 0,784$ que varía de la pulpa que teóricamente de un valor de 4,7.

Cuadro 22. Resultado de análisis de bebida de linaza con zumo de camu camu.

Análisis	Resultados (%)
Humedad	$83,35 \pm 4,167$
Ceniza	$0,70 \pm 0,035$
Proteína	$0,32 \pm 0,016$
Glúcidos	$15,69 \pm 0,784$
Aceites y grasas	$0,26 \pm 0,013$
Fibra	$0,68 \pm 0,034$

4.5.5. Evaluación reológica de la bebida de linaza con zumo de camu camu

De acuerdo con el cuadro 23 y el reograma que se presentan en la figura 20, se aprecia claramente que la viscosidad aparente (coeficiente de consistencia) disminuye conforme se incrementa la velocidad de deformación, por lo que el comportamiento reológico que presenta la bebida de linaza con zumo de camu camu es no Newtoniano con tendencia Dilatante según el modelo de la ley de la potencia al obtener valores de n mayor a 1, tal como vemos en el cuadro 24 y en la figura 20, también observamos que al

aumentar la temperatura en el fluido en este caso la bebida, la dilatancia se vuelve muy inestable, es decir de 5°C a 40°C aumenta, pero luego al llegar a 60°C disminuye, lo que sí está claro es que existe un adelgazamiento del fluido tornándose en un fluido más manejable.

Cuadro 23. Valores encontrados de la velocidad de corte (dv/dy) y del esfuerzo de corte de la bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.

RPM	dv/dy (s^{-1})	Esfuerzo de corte (Pa)			
		5°C	25°C	40°C	60°C
90	1,5000	18,800	14,200	12,200	10,700
95	1,5833	19,600	14,300	12,400	10,400
100	1,6666	20,900	15,200	13,200	11,200
105	1,7499	22,200	16,100	14,100	11,700
110	1,8332	23,700	17,100	15,000	12,600
115	1,9165	25,000	18,400	15,800	13,000
120	1,9998	26,500	19,400	17,000	14,100
125	2,0831	27,900	20,600	17,900	15,200
130	2,1664	29,400	21,600	19,100	16,000
135	2,2497	30,800	23,000	20,100	16,700
140	2,3330	32,300	24,300	21,300	17,700
145	2,4163	33,900	25,300	22,700	18,800
150	2,4996	35,400	26,400	23,400	19,600
155	2,5829	37,000	27,900	24,400	20,800
160	2,6662	38,700	29,500	25,700	21,400

Cuadro 24. Parámetros reológicos en la bebida a diferente temperatura.

Temperatura °C	Parámetros encontrados	
	m (Pa.s ⁿ)	n
5	10,9240	1,2818
25	7,7819	1,3356
40	6,6342	1,3707
60	5,7017	1,3371

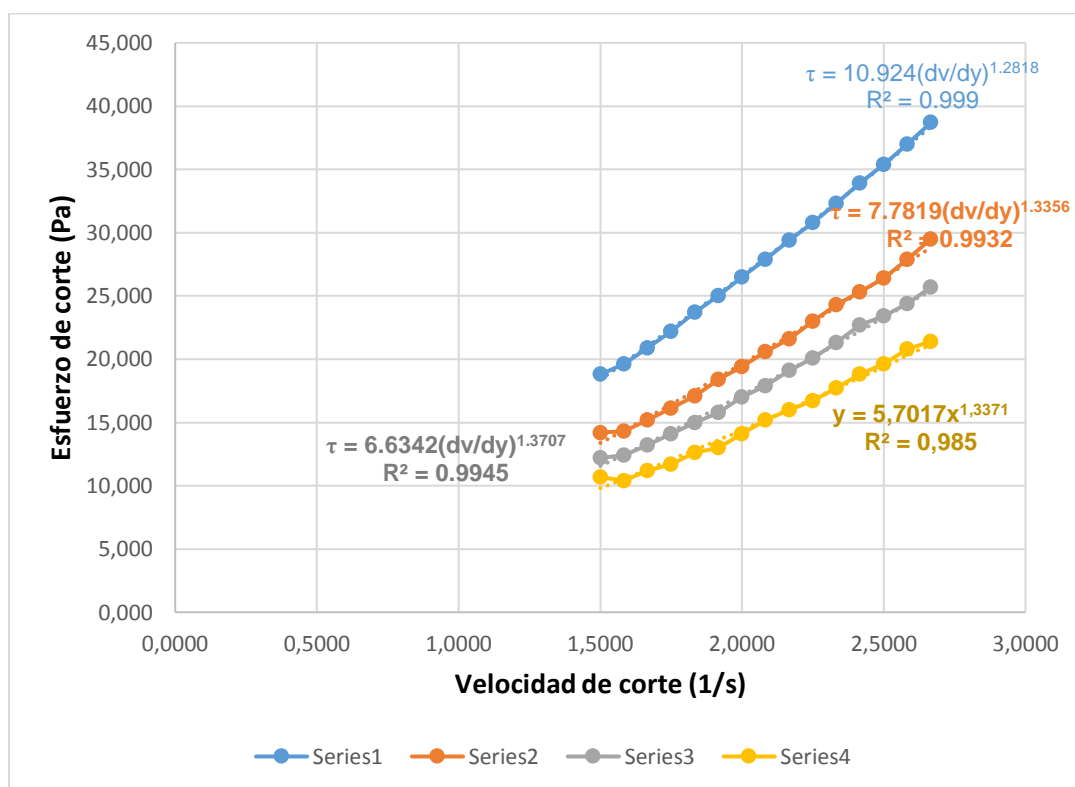


Figura 20. Curvas a diferentes temperaturas de la viscosidad aparente en función de la velocidad de corte y del esfuerzo cortante de la bebida de linaza saborizada con camu camu.

4.5.6. Análisis microbiológico

Los recuentos de mesófilos aerobios fueron 100 UFC/ml, valor menor al establecido por las normas de análisis microbiológicos presentados en el Cuadro 25. Los recuentos de mohos y levaduras fueron 30 UFC/ml, aunque están dentro de la norma es posible que se deba a contaminación microbiológica ambiental en el laboratorio en que se realizaron los análisis. Los recuentos de coliformes totales fueron menos de 10 UFC/ml.

Cuadro 25. Recuentos microbiológicos para bebidas de fruta y refrescos.

Análisis	Bebidas de fruta*	Refrescos*	Bebida de Linaza
Recuento total de bacterias	<103 UFC/g	<103 UFC/g	100 UFC/ml
Recuento de mohos y levaduras	100 UFC/g	100 UFC/g	30 UFC/ml
Coliformes totales	Ausentes	Ausentes	Ausentes

(*) Valores teóricos

Fuente: MIFIC (2003).

4.5.7. Cálculo de costos

La materia prima para elaborar la bebida de linaza es la infusión, el costo variable de 1 litro de infusión de linaza es \$ 1,64 (Cuadro 26).

La formulación que contiene mayor cantidad de agua se utilizó para estimar los costos de las bebidas. El costo variable unitario de 1 litro de bebida de linaza con sabor de camu camu es de \$ 0,59 (Cuadro 27). El costo variable unitario de 1 litro de bebida de linaza con sabor de limón es de \$ 0,45 (Cuadro 28).

Cuadro 26. Costos variables de 1 L de infusión de linaza.

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Total (US\$)
Agua	l	8,0	0,0032	0,026
Linaza	kg	0,1	2,0800	0,210
Mano de obra	hora	1,0	1,4000	1,400
Total				1,64

Cuadro 27. Costos variables de 100 L de bebida de linaza con sabor de camu camu.

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Total (US\$)
Agua	l	54,00	0,0032	0,1728
Infusión de linaza	l	18,00	1,6294	29,329
Zumo de camu camu	l	22,00	1,1815	25,994
Azúcar	kg	5,80	0,3598	2,0870
Citrato de sodio	kg	0,02	3,3298	0,0666
Benzoato de sodio	kg	0,10	3,0080	0,3008
Mano de obra	Hora	1,00	1,4000	1,4000
Total				59,350

Cuadro 28. Costos variables de 100 L de bebida de linaza con sabor de limón.

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Total (US\$)
Agua	l	54,00	0,0032	0,3240
Infusión de linaza	l	18,00	1,6294	29,329
Zumo de limón	l	22,00	0,5370	11,815
Azúcar	Kg	5,80	0,3598	2,0870
Citrato de sodio	kg	0,02	3,3298	0,0666
Benzoato de sodio	kg	0,10	3,0080	0,3008
Mano de obra	Hora	1,00	1,4000	1,4000
Total				45,322

V. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se logró elaborar una bebida de linaza saborizada con zumo de camu camu.
- Se determinó las características físicas y químicas de la infusión de linaza que es como sigue: humedad= $98,67 \pm 4,93$; cenizas= $0,09 \pm 4,5 \times 10^{-5}$; materia seca= $1,33 \pm 0,06$; materia orgánica= $1,24 \pm 0,06$; extracto etéreo= $0,88 \pm 0,04$ y se determinó una viscosidad dinámica promedio de 9,0973 Pa.s.
- Se formuló y elaboró una bebida a partir de la infusión de linaza saborizada con frutas mediante la evaluación sensorial y superficie de respuestas estableciéndose que la dilución óptima era de 1:2 infusión: agua; que la bebida con mayor aceptación era la saborizada con zumo de camu camu y en una cantidad de 22%.
- La bebida al ser comparada con una bebida similar comercial tenía aceptación y preferencia ya que no existía diferencias.
- Las características fisicoquímicas de la bebida de linaza fueron: humedad= $83,35 \pm 4,167$; ceniza= $0,70 \pm 0,035$; proteína= $0,32 \pm 0,016$; glúcidos= $15,69 \pm 0,784$; aceites y grasas= $0,26 \pm 0,013$;

fibra=0,68 ± 0,034 y sus características reológicas fue la de un fluido no Newtoniano con comportamiento dilatante.

- Los costos de producción al elaborar esta bebida con zumo de camu camu fue de 59,350 dólares americanos que dan un costo unitario de 0,59 dólares americanos por litro.

VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Analizar el perfil de ácidos grasos contenidos en la infusión de linaza.
- Evaluar el grado de sedimentación de sólidos y el efecto de los ácidos grasos en la vida útil de los prototipos de bebida de linaza.
- Evaluar el efecto de la goma de linaza y de camu camu en la viscosidad de los prototipos de bebida.
- Utilizar proporciones infusión de linaza: agua mayores que las del estudio en la formulación de los prototipos de bebidas.

VII. ABSTRACT

The beverage from barley and flaxseed is very tradition in Peru, but not the beverage from flaxseed with fruit juices, that can be elaborated from the tea of this seed. The soluble dietary fiber from flaxseed provides this beverage with a viscosity that will make it attractive just like the one first mentioned, moreover it will establish a new nutritious beverage.

The objective of the study was to evaluate a beverage from flaxseed flavored with the juice from two fruits such as lime and camu camu.

Initially, the flaxseed was characterized and a tea was obtained, which allowed us to work with three proportions of the flaxseed tea: water (1:1, 1:2 and 1:3). The flaxseed tea that was used was a solution with a viscosity of 9.0973 Pa.s; the quantities of juice to be utilized in the formulation of the beverage was also studied, which had to be optimized, evaluating its sensory, physico chemical and microbiological properties, validating the study using a factorial ANVA of 3 x 2 x 2, obtaining twelve treatments.

The twelve prototypes of the flaxseed beverage had a sweet, acidic flavor with a pH of 2.95 and 12° Brix for the camu camu flavor and a pH of 2.6 and 11° Brix for the lime flavor, respectively.

The beverages were evaluated using a sensory panel in order to classify the attributes of flavor, color, aroma, general acceptance, viscosity and pH. All of these attributes significantly influenced the acceptance of the

beverages ($P < 0.05$). The beverages with the camu camu flavor were preferred, prepared with a 1:2 dilution of the flaxseed tea in water and a percentage of 22%, exhibiting themselves as a non-Newtonian fluid with a slightly dilatant behavior.

The unit cost of the beverage from flaxseed with camu camu is \$ 0.59/L (US Dollars).

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. 1997. Métodos oficiales de análisis. 16va. edición. Editorial AOAC Internacional. Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos de América.
- AOCS. 1995. Métodos oficiales de análisis. 5ta ed. American Oil Chemist Society. Champaign, Ill, Estados Unidos de América.
- ARTAJO, L. 2006. Phenolic Compounds: Their Role During Olive Oil Extraction and in Flaxseed – Transfer and Antioxidant Function.
- BABU, U. S.; WIESENFELD, P. W. 2003. Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed. In: Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(ed.). Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn.,Champaign, Illinois AOCS Press. pp. 150-173.
- CHHABRA, P. 2007. Bubbles, drops and particles in non-newtonian fluids. 2a ed., Taylor & Francis, Kanpur, India, 586 pp.
- COLES R, MCDOWELL D, KIRWAN, J. M. 2004. Manual del envasado de alimentos y bebidas. Editorial MUNDI-PRENSA. Madrid, España.
- DAUN, J. K.; BARTHET, V. J.; CHORNICK, T. L.; DUGUID, S. 2003. Structure, composition, and variety development of flaxseed. In: Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(eds.). Flaxseed in Human Nutrition. 2nd ed. Champaign, Illinois. AOCS Press. pp. 1-40.
- DUARTE, S.; ABREU, C.; MENEZES, H. 2005. Effect of processing and roasting on the antioxidant activity of coffee brew.

- MATTILA, P.; HELLSTROM, J.; TORRONEN, R. 2006. Phenolic acids in berries, fruits and beverages. *J Agric Food Chem*; 54: 7193-7199.
- MORIN, CH. 1980. Cultivo de cítricos. Edit. IICA, 2º Ed. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 46, 530 p.
- MORRIS, D. H.; VAISEY-GENSERB, M. 2003. Availability and Labeling of Flaxseed Food, Products and Supplements. In: Thompson, L. U.; Cunnane S. C. Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn., Champaign, Illinois. AOCS Press. pp. 404-422.
- OOMAH, B. D.; 2001. Flaxseed as functional food source. *J. Sci. Food Agric.* 81: 889-904.
- OOMAH, B. D. 2003. Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan. In: Thompson, L.U.; Cunnane, S.C.(eds.). Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn., Champaign, Illinois. AOCS Press. pp.363-386.
- PICÓN, C. y ACOSTA, A. 2000. Cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la selva baja del Perú. Manual técnico. MINAG-PNCC. Iquitos, Perú, 73 p.
- PUERTA, G. 1998. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia. *Cenicafe* 49(4):265-278.
- QUINSTAN, L. 2008. Reología de productos alimenticios. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ingeniería Química y Ambiental. Lugo, España. Universidad de Santiago de Compostela. 237 p.
- RAMIREZ, J. 2006. Fundamentos de la reología de alimentos. Cuarta Edición. Cali. Colombia.

- SILVA, C. 2010. Caracterización reológica de hidrocoloides alimentarios: goma guar, goma tragacanto, metilcelulosa y sus mezclas. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos. Lugo, España. Universidad de Santiago de Compostela. 402 pag.
- SKENDI A. BILIADERIS C.G. PAPAGEORGIOU M., IZYDORCZYK M.S. 2010. Effects of two barley β -glucan isolate on wheat flour dough and bread properties. Food Chemistry. 119, 3, (1)1159–1167.
- THOMAS, M. 2000. The Role of Free Radicals and Antioxidants. Nutrition. 16 (716 – 718).
- UREÑA, P. W. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Ed. Agraria. UNALM. Lima. Perú, pp 57-75.
- VEGA, R. 2001. Tecnologías de valor agregado de camu camu en Ucayali. Expediente técnico. Ed. CODESU. Pucallpa, Perú.
- WIESENBORN, D. P.; TOSTENSON, K.; KANGAS, N. 2003. Continuous abrasive method for mechanically fractionating flaxseed. J. Am. Oil Chem. Soc. 80: 295-300.
- ZAPATA, S.; DUFOUR, J. P. 1992. Camu Camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) Chemical Composition of Fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry. V 61.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación sensorial del sabor de la bebida de linaza con limón y camu camu.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limon		Camu camu		Limon		Camu camu		Limon		Camu camu	
	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22
1	2.6	2.6	4	4.3	2.6	3	3.6	5	2.6	3.3	4	4.3
2	2.6	2.3	4.3	4	2.6	2.6	4	4.3	2.6	3.3	3.6	4.3
3	2.3	2.6	4	4.3	2.6	3	3.3	4.6	3	3	4	4.6
4	2.6	2.6	4.3	4.3	2.6	3.3	3.6	4.6	2.6	3	3.6	4
5	2.3	2.6	4	4	3	2.6	4	4.6	3	3.3	4	4
6	2.6	3	4	3.6	2.6	3	4.3	4	3	3.3	4	4.3
7	2.3	3	4	4	2.6	2.6	4	4.6	2.6	3	4	4
8	2.6	3.3	3.6	3.3	3	2.6	4	4.6	2.6	3	3.6	4
9	2.6	3.3	3.6	4.3	2.6	2.6	4	4.3	3	3.3	3.6	3.6
10	2.3	3	4.3	3.6	2.3	3	3.6	4.6	3.3	3	4.06	3.6
11	2.6	2.6	4.3	3.3	3	3.3	4	5	3.3	3	4	4
12	2.3	2.3	4	4	3	3.6	3.6	4.3	3	3	4.3	3.6
13	2.3	2.3	4	4.3	2.6	3.6	4	4	3	3.3	4	4.3
X	2.4615	2.7308	4.0308	3.9462	2.7	2.9846	3.8462	4.5	2.8923	3.1385	3.9046	4.0462

Anexo 2. Análisis de Varianza para el Sabor de la bebida de linaza con limón y camu camu.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Dilución	0.071908	1	0.071908	1.72	0.2594
B:Frutas	4.58803	1	4.58803	110.00	0.0005
C:Cantidad de fruta	0.176885	1	0.176885	4.24	0.1085
AA	0.0305965	1	0.0305965	0.73	0.4400
AB	0.105446	1	0.105446	2.53	0.1870
AC	0.00825118	1	0.00825118	0.20	0.6795
BC	0.00170592	1	0.00170592	0.04	0.8496
Error total	0.166842	4	0.0417104		
Total (corr.)	5.14967	11			

Anexo 3. Evaluación sensorial del color de la bebida de linaza con limón y camu camu.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limón		Camu camu		Limón		Camu camu		Limón		Camu camu	
	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22
1	2.3	2.3	4.3	4.3	2.6	3.3	4	4.3	2.6	3	3.6	5
2	2.6	2.3	4.3	4	2.6	3.3	3.6	4.3	2.6	2.6	4	4.3
3	2.3	2.6	4.1	4.3	3	3	4	4.6	2.6	3	3.3	4.6
4	2.6	2.6	4.3	4.3	2.6	3	3.6	4	2.6	3.3	3.6	4.6
5	2.3	2.6	4	4	3	3.3	4	4	3	2.6	4	4.6
6	2.3	2.6	4.3	3.6	3	3.3	4	4.3	2.6	3	4.3	4
7	2.3	3	4	4	2.6	3	4	4	2.6	2.6	4	4.6
8	2.6	3.3	3.9	3.3	2.6	3	3.6	4	3	2.6	4	4.6
9	2.6	3.3	3.6	4.3	3	3.3	3.6	3.6	2.6	2.6	4	4.3
10	2.3	3	4.3	3.6	3.3	3	4.06	3.6	2.3	3	3.6	4.6
11	2.6	2.6	4.3	3.3	3.3	3	4	4	3	3.3	4	5
12	2.3	2.3	4	4	3	3	4.3	3.6	3	3.6	3.6	4.3
13	2.3	2.3	4	4.3	3	3.3	4	4.3	2.6	3.6	4	4
X	2.4154	2.6769	4.1077	3.9462	2.8923	3.1385	3.9046	4.0462	2.7	2.9846	3.8462	4.5

Anexo 4. Análisis de Varianza para Color.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Dilución	0.097818	1	0.097818	1.82	0.2485
B:Frutas	4.7415	1	4.7415	88.28	0.0007
C:Cantidad de fruta	0.169493	1	0.169493	3.16	0.1503
AA	0.0257516	1	0.0257516	0.48	0.5268
AB	0.01125	1	0.01125	0.21	0.6709
AC	0.0878772	1	0.0878772	1.64	0.2700
BC	0.0020925	1	0.0020925	0.04	0.8532
Error total	0.214832	4	0.053708		
Total (corr.)	5.35062	11			

Anexo 5. Evaluación sensorial del aroma de la bebida de linaza con limón y camu camu.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limon		Camu camu		Limon		Camu camu		Limon		Camu camu	
	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22
1	2.6	2.6	4	3.6	2.6	3	3.6	5	2.6	3.3	4	4.3
2	2.6	2.3	4	4	2.6	2.6	4	4.3	2.6	3.3	3.6	4.3
3	2.3	2.6	4	4.3	2.6	4	3.3	4.6	3	3	4	4.6
4	2.6	2.6	4.3	4.3	2.6	3.3	3.6	4.6	2.6	3	3.6	4
5	2.3	2.6	4	4	4	2.6	4	4.6	3	3.3	4	4
6	2.6	3	4	3.6	2.6	3	4.3	5	4	3.3	4	4.3
7	2.3	3	4.3	4	2.6	2.6	4	4.6	2.6	3	4	4
8	2.6	3.3	3.6	3.3	3	2.6	4	4.6	2.6	3	3.6	4
9	2.6	3.3	3.6	4.3	2.6	2.6	4	4.3	3	3.3	3.6	3.6
10	2.3	3	4.3	3.6	2.3	3	3.6	4.6	3.3	3	4.06	3.6
11	2.6	2.6	4.3	3.3	3	3.3	4	5	3.3	4	4	4
12	2.3	2.3	3	4	3	3.6	3.6	4.3	3	3	4.3	3.6
13	2.3	2.3	3	4.3	2.6	3.6	4	4.6	3	3.3	4	4.3
X	2.4615	2.7308	3.8769	3.8923	2.7769	3.0615	3.8462	4.6231	2.9692	3.2154	3.9046	4.0462

Anexo 6. Análisis de Varianza para Aroma.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Dilución	0.172239	1	0.172239	3.43	0.1376
B:Frutas	4.05288	1	4.05288	80.74	0.0008
C:Cantidad de fruta	0.250519	1	0.250519	4.99	0.0892
AA	0.0960719	1	0.0960719	1.91	0.2387
AB	0.0821683	1	0.0821683	1.64	0.2699
AC	0.00132811	1	0.00132811	0.03	0.8787
BC	0.0014929	1	0.0014929	0.03	0.8715
Error total	0.20079	4	0.0501976		
Total (corr.)	4.85749	11			

Anexo 7. Evaluación sensorial de la aceptación general de la bebida de linaza con limón y camu camu.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limón		Camu camu		Limón		Camu camu		Limón		Camu camu	
	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22
1	2.6	2.6	4	4.3	2.6	3	4	5	2.6	3.3	4	4.3
2	2.6	2.3	4	4	2.6	2.6	3.6	4.3	2.6	3.3	3.6	4.3
3	2.3	2.6	4.3	4.3	2.6	3	3.3	4.6	3	3	4	4.6
4	2.6	2.6	4.3	4.3	2.6	3.3	3.6	4.6	2.6	3	3.6	4
5	2.3	2.6	4	4	3	2.6	4	4.6	3	3.3	4	4.3
6	2.6	3	4	3.6	2.6	3	4.3	4	3	3.3	3.6	4.3
7	3	3.6	3	4	2.6	2.6	4	4.6	2.6	3	4	4
8	3	3.3	3.6	3.3	3	2.6	3.3	4.6	2.6	3	3.6	4
9	2.6	3.3	3.6	4.3	2.6	2.6	4	5	3	3.3	3.6	3.6
10	2.3	3	4.3	3.6	2.3	3	3.6	4.6	3.3	3	4.06	3.6
11	2.6	2.6	4.3	3.3	3	3.3	4	4.6	3.3	3	4	4
12	2.3	2.3	4	4	3	3.6	3.6	4.3	3	3	4.3	3.6
13	2.3	2.3	4	4.3	2.6	3.6	4	4	3	3.3	3.6	4.3
X	2.5462	2.7769	3.9538	3.9462	2.7	2.9846	3.7923	4.5231	2.8923	3.1385	3.8431	4.0692

Anexo 8. Análisis de Varianza para Aceptación general.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Dilución	0.0648	1	0.0648	1.60	0.2750
B:Frutas	4.1881	1	4.1881	103.21	0.0005
C:Cantidad de fruta	0.243894	1	0.243894	6.01	0.0703
AA	0.0289708	1	0.0289708	0.71	0.4457
AB	0.060445	1	0.060445	1.49	0.2893
AC	0.0077645	1	0.0077645	0.19	0.6844
BC	0.0029357	1	0.0029357	0.07	0.8013
Error total	0.162318	4	0.0405795		
Total (corr.)	4.75923	11			

Anexo 9. Viscosidad aparente o coeficiente de consistencia de los 12 tratamientos para optimizar bebida de linaza.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limón		Camu camu		Limón		Camu camu		Limón		Camu camu	
m	4.5308	3.9240	6.7520	7.0592	3.6184	3.7358	5.3845	5.9056	3.3641	3.4459	3.3497	3.7678
n	1.6094	1.6560	1.4565	1.4539	1.6331	1.5884	1.5249	1.5189	1.6734	1.6543	1.7611	1.6966
R²	0.9875	0.9882	0.9944	0.9942	0.9768	0.9871	0.9899	0.9928	0.9730	0.9825	0.9542	0.9418

Anexo 10. Análisis de Varianza para Viscosidad aparente.

Análisis de Varianza para Coeficiente de consistencia - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% de zumo	0.0586321	1	0.0586321	0.11	0.7519
B:Infusión:agua	8.74129	2	4.37065	8.06	0.0153
C:Tipo de zumo	7.67968	1	7.67968	14.16	0.0070
RESIDUOS	3.79561	7	0.54223		
TOTAL (CORREGIDO)	20.2752	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo 11. Análisis de Varianza para el Índice de flujo.

Análisis de Varianza para Índice de flujo - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:% de zumo	0.000679507	1	0.000679507	0.14	0.7187
B:Infusión:agua	0.0541772	2	0.0270886	5.61	0.0352
C:Tipo de zumo	0.0135139	1	0.0135139	2.80	0.1383
RESIDUOS	0.0338009	7	0.00482869		
TOTAL (CORREGIDO)	0.102172	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo 12. pH de la bebida de linaza.

Panel	Tratamientos											
	1:1				1:2				1:3			
	Limon		Camu camu		Limon		Camu camu		Limon		Camu camu	
	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22	18	22
1	3.5	3.44	3.7	3.5	3.8	3.72	3.2	3.17	3.8	3.7	3.2	3.17

Anexo 13. Análisis de Varianza para pH.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Dilución	0.0113167	2	0.00565833	0.12	0.8908
B:Frutas	0.340033	1	0.340033	7.07	0.0325
C:Cantidad de fruta	0.0208333	1	0.0208333	0.43	0.5315
RESIDUOS	0.336783	7	0.0481119		
TOTAL (CORREGIDO)	0.708967	11			

Anexo 14. Comparación de la bebida de linaza con una bebida comercial similar.

Panelistas	Bebida de Linaza		Bebida comercial	
	Sabor	Aceptabilidad	Sabor	Aceptabilidad
1	4	3	4	4
2	4	4	4	4
3	4	4	5	4
4	4	4	4	4
5	3	4	3	3
6	4	4	4	4
7	3	4	3	3
8	4	5	4	3
9	5	5	5	5
10	4	4	3	3
11	3	5	4	5
12	4	4	3	3
13	4	4	4	4
14	3	3	3	4
15	3	4	4	4
16	4	4	4	3
17	3	3	4	4
18	4	5	4	5
19	3	4	5	4
20	3	3	3	4
21	3	4	5	5
22	4	3	3	4
23	4	5	4	5
24	4	4	5	5
25	5	5	3	4
26	4	4	3	3
27	4	5	3	3
28	4	5	4	3
29	3	3	3	4
30	3	4	4	3

PANEL FOTOGRAFICO



La materia prima es fácil de adquirir en los mercados de abastos de la ciudad como es el caso de la Linaza, el camu camu y el limón persa o tahití





Realizando los análisis a la linaza(en semilla y luego como infusión) y al mejor tratamiento seleccionado en las evaluaciones sensoriales que se realizaron.





Preparando la infusión de Linaza según los parámetros establecidos.



Obteniendo la pulpa de camu camu para su posterior uso en la preparación de los prototipos de bebidas y otras evaluaciones





Elaborando los prototipos de bebida de linaza de acuerdo a la formulación establecida en la metodología de la investigación.



Evaluación Reológica y Colorimétrica de la infusión de Linaza



Evaluación Reológica de los prototipos de bebida de linaza saborizada con limón y camu camu





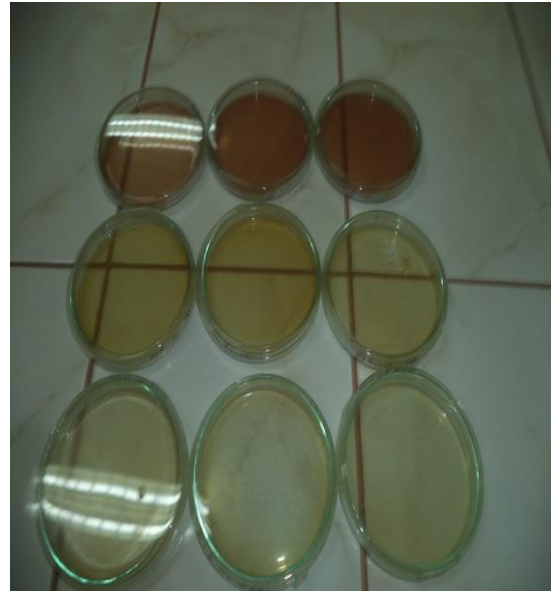
Evaluación sensorial de los prototipos de bebida de linaza con camu camu y limón y; test de aceptabilidad del mejor proptotipo





Preparando los medios de cultivo para la evaluación microbiológica del proceso de elaboración de la bebida de linaza saborizada con camu camu





Inoculando las muestras de bebida de linaza en los agares para evaluación microbiológica y verificar la inocuidad del proceso.

