

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ENOLOGÍA

OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA DE GOMA XANTHAN, PISCO
Y HUEVO, PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD
DEL LICOR ALCOHÓLICO
“LECHE DE MONJA”

TESIS

PRESENTADA POR:

LINLEY SALOMÓN VEGA VEGA

Para optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN
EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ENOLOGÍA

TACNA - PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ENOLOGÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA DE GOMA XANTHAN, PISCO Y HUEVO,
PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DEL LICOR ALCOHÓLICO
“LECHE DE MONJA”**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de marzo del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :
Dr. César Julio Cáceda Quiroz

SECRETARIO :
Dr. Marcial Alfredo Castillo Cohaila

MIEMBRO :
Dr. Enrique Alfonso De Florio Ramírez

ASESOR :
Dr. Enrique Alfonso De Florio Ramírez

DEDICATORIA

A mi esposa Lucila y a mi hija Bianca.

Quienes me apoyaron, dándome ánimo a lo largo del desarrollo de mi trabajo y me dieron la fuerza para vencer cualquier obstáculo que se presentó en el camino; enseñándome que con perseverancia y tesón se puede alcanzar las metas deseadas.

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mi asesor de tesis, el Dr. Enrique De Florio, por su valiosa orientación.

A la empresa Damasco Export E.I.R.L. por el apoyo brindado.

A mis colegas y amigos, que colaboraron en el término de mi trabajo de investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.1.1.Antecedentes del problema.....	5
1.1.2.Problemática de la investigación.....	6
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	7
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.5.OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.5.HIPÓTESIS.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.2. BASES TEÓRICAS.....	16
2.2.1 El pisco	16
2.2.2. Licores tipo crema.....	16
2.2.3 Estabilidad de las proteínas en presencia de alcohol	17
2.2.4 Propiedades funcionales de los ovoproductos.....	18
2.2.5. La cáscara de huevo.....	19
2.2.6. Reología de los alimentos.....	19
2.2.7. Constantes reológicas fundamentales	20
2.2.8. Análisis sensorial de los alimentos.....	22
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	29
CAPÍTULO III: MARCO FILOSÓFICO	32
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	33
4.1.TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	33
4.2.POBLACIÓN Y MUESTRA	35

4.2.1.Población	35
4.2.2.Muestra	35
4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
4.3.1. Identificación de las variables	37
4.3.2. Caracterización de las variables	38
4.3.3. Definición operacional de las variables	40
4.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	42
4.4.1.Técnicas	42
4.4.2. Materiales e instrumentos	44
4.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	59
CAPÍTULO V: RESULTADOS	61
5.1.Análisis físicos y químicos.....	61
5.2. RESULTADOS.....	61
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	119
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXOS	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Constantes fundamentales para diferentes tipos de fluidos	21
Tabla 2 Clasificación de las pruebas afectivas de evaluación sensorial	22
Tabla 3 Resumen del Diseño Optimal (custom).....	34
Tabla 4 Diseño por Mezclas – optimal (custom)	36
Tabla 5. Identificación de variables independientes.....	37
Tabla 6 Definición operacional de las variables	40
Tabla 7 Operacionalización de las variables.....	41
Tabla 8 Materiales utilizados para la preparación de los tratamientos.....	44
Tabla 9 Materias primas.....	45
Tabla 10 Reactivos químicos empleados.....	45
Tabla 11 Relación de instrumentos de medición.....	46
Tabla 12 Flujo del experimento para determinar la mezcla óptima.....	47
Tabla 13 Condiciones experimentales para mezcla óptima del licor “Leche de monja”.	55
Tabla 14 Preparación de los tratamientos.....	56
Tabla 15 Análisis del pisco puro no aromático negra criolla	61
Tabla 16 Peso promedio de huevo fresco.....	62
Tabla 17 Peso promedio de limón variedad Sutil	63
Tabla 18 Análisis del extracto de cáscaras de huevo y zumo de limón.	65
Tabla 19 Análisis efectuados al azúcar refinada	65
Tabla 20 Medición de pH en componentes de materias primas.....	66
Tabla 21 Resumen de resultados estadísticos de variables dependientes.....	67
Tabla 22 Resultado de evaluación sensorial de los tratamientos.....	68
Tabla 23 Análisis de las características reológicas del licor “Leche de monja”	90
Tabla 24 Optimización numérica para la determinación de los parámetros de elaboración del licor " Leche de monja".....	104
Tabla 25 Valores óptimos para la mezcla pisco, huevo y goma Xanthan.....	105
Tabla 26 Resultados físicos y químicos del Licor óptimo “Leche de monja” ..	113

Tabla 27 Balance de materia del licor “Leche de monja” optimizado	116
Tabla 28 Balance de materia del licor “Leche de monja” optimizado	116
Tabla 29 Formulación óptima para el licor "Leche de monja" optimizado	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Licor “Leche de monja” con separación de fases.....	6
Figura 2 Maduración de Oswald	25
Figura 3 Desnatado.....	25
Figura 4 Agregación o floculación de partículas.....	26
Figura 5 La coalescencia	26
Figura 6 Coalescencia parcial.....	27
Figura 7. Diagrama de variables del experimento.....	39
Figura 9 Diseño experimental del estudio	51
Figura 10 Tratamientos optimización de mezcla pisco, huevo y Xanthan.....	57
Figura 11 Huevos frescos de gallina.....	62
Figura 12 Limón sutil.....	64
Figura 13 Muestras de licor “Leche de monja” previa a la cata.....	69
Figura 14 Efectos principales para la aceptabilidad del aspecto.....	70
Figura 15 Curva de contorno de aceptabilidad del aspecto	72
Figura 16 Curva de superficie de respuesta de aceptabilidad del aspecto	73
Figura 17 Efectos principales para la aceptabilidad del color	74
Figura 18 Curva de contorno para la aceptabilidad del color	76
Figura 19 Superficie de respuesta de aceptabilidad del color.....	77
Figura 20 Efectos principales para la aceptabilidad del olor	78
Figura 21 Curva de contorno de aceptabilidad del olor.....	80
Figura 22 Curva de superficie de respuesta de aceptabilidad del olor.....	81
Figura 23 Efectos principales para la aceptabilidad del sabor	82
Figura 24 Curva de contorno para la aceptabilidad del sabor.....	84
Figura 25 Superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor.....	85
Figura 26 Efectos principales para la estabilidad.....	86
Figura 27 Curva de contorno para la aceptabilidad.....	88
Figura 28 Superficie de respuesta para la estabilidad	89
Figura 29 Efectos principales de la mezcla para el índice de flujo	92

Figura 30 Curva de contorno para el índice de fluido.....	94
Figura 31 Superficie de respuesta para índice de flujo	95
Figura 32 Gráfico de contorno para el índice de consistencia.....	96
Figura 33 Gráfico de contorno para el índice de consistencia (k)	97
Figura 34 Superficie de respuesta del índice de consistencia (k)	98
Figura 35 Efectos principales de la mezcla para la viscosidad	99
Figura 36 Curva de contorno para la respuesta viscosidad	101
Figura 37 Superficie de respuesta para la respuesta viscosidad	102
Figura 38 Gráfico de barras de la solución óptima (deseabilidad)	106
Figura 39 Gráficas de contorno para la solución óptima estabilidad cuando se maximiza viscosidad, para licor “Leche de monja”	107
Figura 40 Preferencia del licor optimizado “Leche de monja” y un licor comercial.....	108
Figura 41 Perfil sensorial de los descriptores de olor en nariz de la muestra de “Leche de monja” optimizada	109
Figura 42 Perfil sensorial de los descriptores de olor en retro nasal de la muestra de “Leche de monja” optimizada.	110
Figura 43 Perfil sensorial de los descriptores de sensaciones en boca de la muestra de licor “Leche de monja” optimizado.....	111
Figura 44 Licor “Leche de monja” optimizado	112
Figura 45 Análisis físicos y químicos de las muestras	114
Figura 46 Flujo definitivo de elaboración de licor “Leche de monja”	118

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la mejor mezcla de: pisco, huevo y goma xanthan, que mejore la estabilidad del licor “Leche de monja”; y mediante la evaluación de las propiedades físicas, químicas, reológicas y sensoriales, determinar la formulación óptima. Metodología: tipo experimental empleando el Diseño de Mezclas para optimización, que contempló la combinación de los tres ingredientes con las siguientes restricciones: 20 % al 30 % para el pisco, 10 % al 20 % para el huevo y 0 % al 1 % para la goma xanthan. Mediante la selección del diseño de mezclas “optimal custom” de Design Expert V.11 de Stat-easy; con 16 tratamientos sometidos a la prueba de aceptabilidad sensorial, análisis reológico para la medición de la viscosidad, y cálculo del índice de consistencia (k) e índice de fluido (n).

A la muestra óptima se le realizó el perfil sensorial y análisis físicos y químicos y se comparó con una muestra comercial. Resultados: para el licor “Leche de monja” óptimo, se halló en el análisis sensorial (valores máximos en escala ranking de 0 a 9) aspecto: 5,338; sabor: 5,483; olor: 5,607 y color: 6,070. Para el análisis reológico: viscosidad: 323,479 Cp; Índice de consistencia (k): 0,078 e índice de fluido (n): 1,290 siendo un fluido no-newtoniano y tipo dilatante; $(n) > 1$. Para los análisis físicos y químicos la graduación alcohólica fue de 15,08 % v/v; sólidos solubles totales: 32,32 °Brix y concentración de azúcar de 257,3 g/l según la Norma Técnica Peruana NTP 211.009 2009 como licor tipo crema supera el valor de 250 g/l. Conclusión: las condiciones óptimas de la mezcla, fueron: pisco puro variedad negra criolla 30,70 %; huevo (clara y yema) 19,2 % y goma xanthan 0,1 %; condiciones que dan un licor “Leche de monja” óptimo y estable en el tiempo de almacenamiento de 60 días a condiciones de 25°C.

Palabras clave: optimización, mezcla, goma xanthan, pisco, huevo, estabilidad, licor alcohólico

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the best mixture of: pisco, egg and xanthan gum, which improves the stability of the liquor "Nun's milk"; and by evaluating the physical, chemical, rheological and sensory properties, determine the optimal formulation. Methodology: experimental type using the Mix Design for optimization, which contemplated the combination of the three ingredients with the following restrictions of: 20 % to 30 % for pisco, 10 % to 20 % for eggs and 0 % to 1 % for xanthan gum. By selecting the "optimal custom" mix design from Stat-easy Design Expert V.11; with 16 treatments subjected to the sensory acceptability test, rheological analysis for the measurement of viscosity, and calculation of the consistency index (k) and fluid index (n).

The optimal sample underwent a sensory profile and physical and chemical analysis and was compared with a commercial sample. Results: for the optimum "Nun's milk" liquor, it was found in the sensory analysis (maximum values in ranking scale from 0 to 9) aspect: 5,338; flavor: 5,483; odor: 5,607 and color: 6,070. For rheological analysis: viscosity: 323,479 Cp; Consistency index (k): 0,078 and fluid index (n): 1,290 being a nonnewtonian fluid and dilatant type; (n) >1. For the physical and chemical analyzes, the alcoholic graduation was 15,08 % v/ v; Total soluble solids: 32,32 ° Brix and a sugar concentration of 257,3 g / l according to the Peruvian Technical Standard NTP 211.009 2009 as a cream-type liquor exceeds the value of 250 g/l. Conclusion: the optimal conditions of the mixture were: pure pisco black Creole variety 30,70 %; egg (white and yolk) 19,2 % and xanthan gum 0,1 %; conditions that give an optimal and stable "Nun's milk" liquor in the storage time of 60 days at conditions of 25 ° C.

Keywords: optimization, mix, xanthan gum, pisco, egg, stability, alcoholic liquor

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata de la optimización de la fórmula de un licor alcohólico, denominado “Leche de monja”. Es un producto tradicional de la Región de Moquegua, muy apreciado por su gran sabor y empleado como tónico reconstituyente por su aporte de calcio y vitamina C; se prepara a partir de la maceración de huevos enteros con cáscara en zumo de limón, para luego extraer el macerado, mezclarlo con azúcar y pisco puro de variedad negra criolla producido en Moquegua.

La característica principal de este tipo de producto es su alta inestabilidad en el tiempo debido a que no se conoce una formulación óptima de sus ingredientes. Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas; una de ellas es la coalescencia de sus componentes. Se entiende por coalescencia al fenómeno de unión de las partículas en suspensión coloidal o de las gotitas de una emulsión para formar granos o gotas mayores. Otras causas de inestabilidad se consideran la maduración de Ostwald, el desnatado, la floculación, las variaciones del pH, el nivel de alcohol, la presencia de iones calcio y magnesio, el uso de espesantes, la luz, la temperatura de almacenamiento y el proceso mismo de elaboración.

La investigación se realizó por el interés de conocer la existencia de una solución a este problema que afecta a los productores de este licor, así como establecer una fórmula óptima que permita la industrialización y comercio; como interés académico, se planteó estudiar el problema desde la perspectiva de la reología y el análisis sensorial. Asimismo, nos interesamos en aportar, a través de la investigación experimental, nuevos resultados del comportamiento de las mezclas de alcohol y goma xanthan en el ámbito de su uso en los licores cremas.

En el ámbito profesional, como egresado de pos grado de la especialidad de Tecnología y Ciencia de alimentos con mención en Enología, el interés versó en conocer la interacción del pisco, huevo y goma xanthan como factores que intervienen en las condiciones de estabilidad del licor alcohólico tipo crema “Leche de monja”.

La investigación se realizó mediante la experimentación basada en el método científico. Para el diseño del experimento se utilizó el Diseño Experimental de Mezclas. El diseño experimental de mezclas permite aplicar el criterio que la suma de las proporciones de los componentes es el 100% y que la modificación de un porcentaje de uno de los componentes, afecta a los otros; en consecuencia, los factores experimentales son los componentes de la mezcla (variables independientes); y los resultados son función de tales proporciones y pueden optimizarse mediante la técnica del diseño de mezclas.

Se eligió un diseño de mezclas “Optimal custom” que es un diseño de estructura flexible para acomodar modelos personalizados, factores categóricos y regiones irregulares (restricciones). Los tratamientos fueron determinados durante la construcción del experimento. La mezcla elegida a optimizar fue de tres componentes con las siguientes restricciones: $30 \% \leq \text{Pisco Negra Criolla} \leq 40 \%$; $10 \% \leq \text{Huevo} \leq 20 \%$ y $0 \% \leq \text{goma xanthan} \leq 0,1 \%$, siendo ésta la mezcla a optimizar con la restricción de que la suma de los componentes de esta mezcla corresponde al 50% de la formulación del licor “Leche de monja”.

Para la determinación de la mezcla óptima de los tres componentes se ejecutó 16 tratamientos proporcionado por las condiciones experimentales que se muestra en la Tabla 5. Mediante el análisis estadístico se estudió los efectos de los tres componentes de la mezcla en estudio (X1: Pisco, X2: huevo y X3: goma xanthan) en las respuestas Y1: Características sensoriales, Y2: Características reológicas y Y3: Características del licor optimizado.

El objetivo principal fue determinar la mezcla óptima de pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan; que mejore la estabilidad y la calidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”. Como objetivos secundarios nos propusimos determinar la mezcla óptima que mejore las características sensoriales (sabor y color) y la característica reológica (Viscosidad) que está directamente relacionada con la estabilidad. Para finalmente determinar las principales características físicas y químicas del “Licor leche de monja” óptimo, así como establecer, su formulación y su flujo de elaboración, según Norma Técnica Peruana NTP 211.009 – 2012. (INDECOPI, 2012)

En el Capítulo I se realiza el planteamiento del problema: ¿Cuál será la mezcla óptima de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan; que mejore la estabilidad y la aceptabilidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”? Se desconocía las concentraciones óptimas de los ingredientes del producto y la cantidad de estabilizante (goma Xanthan), que garantizaría la estabilidad y la aceptación sensorial del producto.

En el Capítulo II se desarrolló el Marco Teórico donde se presentó los antecedentes sobre la elaboración de licores tipo crema, la elaboración artesanal de licor “Leche de monja” en la región Moquegua, las bases teóricas de los componentes y los factores desestabilizantes en este tipo de licores.

En el Capítulo III se desarrolló el marco metodológico de la investigación siendo ésta de tipo aplicada a nivel experimental y netamente explicativa (causa – efecto), donde la población, son las combinaciones posibles que resultan de la interacción de los niveles en el rango de las variables en estudio. La muestra estuvo constituida por los 16 ensayos o tratamientos, definidos por el diseño experimental de Diseño por Mezclas – Optimal custom de Design Expert V.11 con restricciones en los componentes de la mezcla de: pisco, huevo y goma xanthan. La mezcla en estudio correspondió al 50 % de la formulación. A estos tratamientos se les realizó los análisis físicos y químicos, análisis sensorial y análisis reológicos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software

MS - Excel para procesamiento estadístico de los datos y Design Expert V.11 para análisis de los efectos y la optimización de la mezcla.

El Capítulo IV presenta los resultados de la experimentación los mismos que se analizaron mediante análisis de varianza (Anova) para un p valor = 0,05 de confianza. Para determinar los efectos significativos de los componentes se empleó el diagrama de trazos (Trace) que muestra los efectos debidos al cambio de cada componente, desde la mezcla de referencia hasta el vértice. Mediante la optimización proporcionada por Design expert, se logró establecer los valores óptimos de la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan que permite resolver el problema de inestabilidad del producto.

En conclusión, con los resultados obtenidos se logró determinar la mejor combinación de los componentes de la mezcla que son: Pisco: 30,70 %, huevo 19,20 % y goma Xanthan 0,1 % con lo que obtiene un valor de viscosidad aparente de 323,479 cP, índice de consistencia (k) igual a 0,078 y un valor del índice de fluido (n) de 1,290 valor que lo define como un fluido tipo dilatante $n > 1$. Así mismo el grado alcohólico final fue de 15,08%, 32,32°brix de sólidos solubles totales y una concentración de 257,3 g/l de azúcar que según la Norma Técnica Peruana NTP 211.009 2009, se clasifica como licor un tipo crema pues supera el valor de 250 g/l de contenido de azúcar.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1.Antecedentes del problema

En la ciudad de Moquegua se elabora un licor alcohólico desde tiempos que datan del Virreinato denominado “Leche de monja”. Este licor alcohólico se elabora en base a una maceración de huevos enteros en jugo de limón, de donde se extrae un concentrado que luego es mezclado con las yemas y claras del huevo; para luego agregar pisco puro de uva (*Vitis vinifera*) variedad negra criolla, azúcar y vainilla. Esta preparación se cuele y se deja en reposo para luego ser usado como cóctel o tónico medicinal por su alto contenido de citrato de calcio, proteínas de huevo, azúcar y pisco.

La historia de este licor “Leche de monja”, está profundamente ligada a la historia misma del Virreinato. Se cuenta que en esta época, donde las principales ciudades de Nueva España estaban abarrotadas de conventos católicos, eran las monjas de las congregaciones donde se creó esta bebida para deleitar a sus visitantes. Aunque actualmente existen distintas versiones de la receta, todas coinciden en los ingredientes básicos: Pisco, cáscaras de huevo, yemas, claras, azúcar, y vainilla.

Como el producto es de elaboración artesanal, la receta se guarda como “secreto” por algunas familias moqueguanas que garantizan tener la receta original, sin embargo el producto algunas veces se elabora muy bien y en otras no, por lo que no es posible emprender una producción industrial.

1.1.2. Problemática de la investigación

Los principales problemas identificados y que se desean resolver son los siguientes:

El producto se comercializa envasado en botellas de vidrio, pero durante el periodo de almacenamiento y venta, presenta problemas de estabilidad como precipitaciones, aglutinación, coagulación y separación de fases tal como se aprecia en la Figura 1.

Se desconoce las concentraciones óptimas de los ingredientes del producto y la cantidad de estabilizante (goma xanthan), que garanticen la estabilidad y la aceptación sensorial del producto.

Figura 1

Licor “Leche de monja” con separación de fases



Fuente: Elaboración propia

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- Problema general

¿Cuál será la mezcla óptima de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan; que mejore la estabilidad y la aceptabilidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”?

- Problemas específicos

- ¿Cuál será la mezcla óptima de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan, que mejore las características sensoriales: aspecto, color, olor y sabor del licor alcohólico “Leche de monja”?
- ¿Cuál será la mezcla óptima de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan; que mejore las características reológicas: Viscosidad, índice de consistencia (k) e índice de fluido (n) del licor alcohólico “Leche de monja”?
- ¿Cuáles serán las características físicas y químicas del licor alcohólico “Leche de monja” optimizado?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En los últimos años la población de Moquegua ha empezado a revalorar sus tradiciones y costumbres con la finalidad de darles un valor agregado; la culinaria y la repostería no han escapado de esta tendencia, lo mismo que la tradición de elaborar vinos, pisco y licores.

La producción de uva en el Perú se ha incrementado en los últimos años, tanto para el consumo en mesa como para elaboración de vinos y piscos, sin embargo este aumento de producción ha llevado al problema de falta de mercados para el pisco; lo que se ha traducido que muchos productores no puedan vender toda su producción anual. Es por ello que se hace necesario presentar nuevas alternativas para incrementar el consumo del pisco en primer lugar por medio de recuperar productos o licores tradicionales y en segundo lugar mediante productos innovadores.

Los beneficiarios de este trabajo de investigación serán en primera instancia los pequeños empresarios de la localidad de Moquegua quienes producen este licor alcohólico denominado “Leche de monja”, pues se habrá solucionado el problema de la inestabilidad del producto, que es causa de devoluciones y reclamos; en segundo lugar los beneficiarios serán los consumidores y la comunidad en general pues podrán consumir un producto de mejor calidad y más estable.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente trabajo de investigación estuvo delimitado al estudio del comportamiento de una mezcla de tres componentes (pisco, huevo y goma xanthan) integrantes de la formulación empleada para la elaboración del licor “Leche de monja” que se produce en la Región de Moquegua.

Las principales limitaciones estuvieron referidas a la cantidad de elaboración del producto, que fue a nivel de laboratorio; el tamaño de las unidades de muestra se limitó a 1 litro por tratamiento.

Con respecto a la exactitud de los datos recolectados, se limitó a la precisión de los instrumentos utilizados; los datos obtenidos tuvieron una precisión de tres decimales con redondeo.

El panel de cata empleado para la evaluación sensorial estuvo limitado a un grupo de personas (catadores oficiales de pisco y productores de licores) de la Región Moquegua; con conocimiento de evaluación sensorial equivalente a jueces semi entrenados. Respecto a la información recuperada para la investigación hubo limitaciones respecto a la dificultad de obtener una formulación tradicional única.

No existieron limitaciones respecto a aspectos culturales ni sociales.

1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

– Objetivo general

Determinar la mezcla óptima de: pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan; que mejore la aceptabilidad sensorial y la estabilidad reológica del licor alcohólico “Leche de monja”.

– Objetivos específicos

- a. Determinar la mezcla óptima: de pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan, que mejore las características sensoriales: aspecto, olor, color, y sabor del licor alcohólico “Leche de monja”.
- b. Determinar la mezcla óptima de: pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan que mejore las características reológicas: Viscosidad, índice de consistencia (k) e índice de fluido (n) del licor alcohólico “Leche de monja”.
- c. Determinar las principales características físicas y químicas del “Licor Leche de Monja” óptimo, su perfil sensorial y su flujo de elaboración, según Norma Técnica Peruana NTP- 211.009 – 2012.

1.5. HIPÓTESIS

- Hipótesis general

La mezcla óptima de: pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan, si influye en el mejoramiento de la estabilidad reológica y aceptabilidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”.

- Hipótesis específicas

- a. La mezcla óptima de pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan, si influye en las características sensoriales: aspecto, color, olor y sabor del licor alcohólico “Leche de monja”.
- b. La mezcla óptima de pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan, si influye en las características reológicas: viscosidad, índice de consistencia (k) e índice de fluido (n) del licor alcohólico “Leche de monja”.
- c. Si es posible determinar las características físicas y químicas, el perfil sensorial y su flujo de elaboración del Licor alcohólico “Leche de monja” optimizado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Ibárcena (2017), en su obra *Moquegua entre vinos y Piscos*: “Otro licor muy apreciado en Moquegua es la “Leche de monja”, el licor está elaborado en base a huevos frescos, pisco, limones y almíbar; un licor que por su alto contenido de calcio y vitamina C fue empleado como reconstituyente y también como estimulante. Según fuentes orales el licor fue creado como un tónico por las Hermanas de la Caridad que regían el hospital de varones y de mujeres. En la actualidad las madres moqueguanas lo usan como tónico para favorecer la salud de sus hijos”.

Rivadeneira (2007) atribuye la invención de este típico licor moqueguano a doña María Dávila Pinto en una fecha aproximada a 1890 en su natal Torata:

“Que la leche de monja es de origen torateño y se elaboraba desde el año 1890, relatan que fue una señora de nombre María Dávila Pinto la que preparó este licor con fines medicinales para aliviar la gripe, tos convulsiva y dolor de huesos, etc. Al comienzo solo se preparó con jugo de limón y huevos, pero luego al ver que no tenía duración se le agregó pisco en pequeñas cantidades, así surge el licor denominado Leche de Monja. En la actualidad se sigue preparando este agradable licor siempre con el secreto de antes con huevos de gallina de chacra y limón; recomendado como calcio natural ...” (Rivadeneira,2007)

Según Olivas (1990), en su obra “Tratado de dulce y licores de Moquegua” nos proporciona una receta de este licor:

“LECHE DE MONJA”

Ingredientes:

- Huevos
- Jugo de limón
- Aguardiente o pisco de primera calidad
- Almíbar

Preparación:

Se colocan los huevos con cáscara, bien lavados, en una vasija vidriada y se cubre con el jugo de limón. Esto se dejará hasta que el jugo de limón haya disuelto totalmente los huevos. Lo único que queda es la película que recubre la clara y la yema. Se procede a colar con una telita de algodón y se agrega aguardiente de la mejor calidad y almíbar para endulzarlo al gusto y se embotella. Resulta una crema espesa muy agradable. (Olivas, 1990, p.21).

Otra receta encontrada de un autor anónimo, fue la siguiente:

Licor de Monja.

20 huevos frescos criollos (rosados)

50 limones maduros de jugo (grandes)

02 botellas de pisco de uva del bueno (medida: botellas de cerveza)

2 kg de azúcar

1 pizca de vainilla en polvo.

Preparación:

Se colocan los huevos lavados en un frasco de boca ancha, se cubre con el jugo de limón colado, se tapa por 8 días, se ve como desgrana el limón, el calcio de las cáscaras, a los 8 días de maceración.

Se vacía en un bol se baten un poco con tenedor, un poco se hecha al vaso de la licuadora. Se bate bastante hasta que se deshaga bien, se agrega el pisco, vainilla y azúcar batiendo lo más que se pueda. Una vez listo se vacía a un bol, se tapa con un mantel por una noche y un día. Al día siguiente se vacía a las botellas, se tapa y se guarda el tiempo que desee. No se malogra, se espesa (Anónimo,1980)

Respecto a los avances en la elaboración de licores crema, Moya (2013), explica en su obra “Efecto de diferentes tipos de alteraciones sobre la estabilidad de los licores crema”, que los licores de crema son bebidas alcohólicas, que debido a la naturaleza de sus componentes hace que estos licores sean una de las bebidas alcohólicas con más problemas a nivel de estabilidad.

Los resultados obtenidos indican que las alteraciones causadas por agitación excesiva durante el proceso, el uso de agua de red con elevado contenido de calcio (30° de dureza) y la contaminación por *Pseudomonas fluorescens* no presentan ninguna modificación a tiempo 0. Las bebidas alteradas a causa de un aumento de temperatura (85°C durante 15 minutos) o con una modificación de pH (pH= 10) sufren una alteración parcial, debido a reacciones de Maillard que dan como resultado un ligero cambio de color.

La adición de los componentes en diferente orden al establecido y el aumento del grado alcohólico hasta 20% vol/vol, presentan la formación de cristales de grasa debido a la coalescencia parcial y a un aumento del tamaño de partícula en la bebida con base láctea a partir de grasa de coco.

La adición de espesantes (genupectin) afecta por igual a las dos bebidas ensayadas y provoca la separación de fases debido a la diferencia de

densidades. Durante el período de dos meses a temperatura ambiente y a 35°C se produce en general, una ligera disminución del pH y un desnatado en casi todas las bebidas alteradas, atribuible a una homogeneización deficiente. (Moya, 2013).

De acuerdo con los resultados comentados, Moya (2013) concluyó que la bebida de base de nata (SLV2) es menos resistente a las alteraciones en las cuales se ven afectadas las cargas del emulgente (caseinato sódico) y la bebida de base de grasa de coco (SLV6) resulta más sensible a alteraciones relacionadas con la adición de alcohol, siendo ambas bebidas estables a las alteraciones microbiológicas por su elevado grado alcohólico (15 % v/v).

En el estudio realizado por Moya y Vinueza (2011), sobre “Desarrollo y estudio de vida en anaquel de licor de crema de melón en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano”, el objetivo fundamental fue determinar el tiempo de separación de la emulsión a través del método de centrifugación. Se buscó incrementar la estabilidad de la emulsión mediante la adición de emulsificantes como lecitina y TWEEN™ 85 y reemplazando la formulación original de 0% proteína con 3 y 12 % de proteína. En este estudio se reveló que los tratamientos que mejor estabilidad presentaron fueron: 0,3 % y 12 % de proteína, sin adición de emulsificante y 0 % proteína con adición de lecitina, estos tratamientos fueron evaluados sensorialmente mediante una escala hedónica de 0 - 9 puntos los cuales no presentaron diferencias significativas. (Moya y Vinueza, 2011)

Medina (2017), en su trabajo titulado: “Elaboración de una bebida tradicional a base de leche y alcohol etílico”, estudió el efecto que tiene la variación de sólidos totales y la concentración de esencia sobre las características sensoriales que tiene la bebida (olor, sabor, cuerpo) y el rendimiento. El mejor rendimiento fue elegido tras realizar un análisis sensorial descriptivo con un panel de siete jueces semientrenados. Se realizó un seguimiento de la estabilidad del producto almacenado a temperatura ambiente

y con exposición a la luz durante 60 días, con lo que se pudo determinar que el producto fue estable hasta el día en que duró el estudio.

Entre el grupo de licores más interesantes que han surgido en los últimos años se encuentran los licores de crema, existiendo actualmente una gran variedad, que difieren principalmente en textura y sabor. La composición más común contiene caseinato de sodio, crema, alcohol y azúcar. (Heffeman et al., 2011)

El caseinato de sodio por sus propiedades emulsificantes y estabilizantes, es probablemente un constituyente universal en todos los licores crema, pero no todos contienen grasa láctea y la diversidad en la composición se atribuye a otros componentes entre ellos están los aromatizantes, carbohidratos, espesantes y estabilizantes. (Heffeman et al, 2009)

Aunque desde hace mucho tiempo se conocía de las apreciadas características organolépticas que se obtienen al mezclar crema de leche, whisky y otros ingredientes, no es sino hasta mediados de la década de los setenta cuando se logró superar la inestabilidad inherente de la crema (Ansaldo, 2016; Banks, Muir, y Wilson, 1981). A partir de entonces, se han presentado en el mercado una amplia gama de estos licores, la mayoría con gran acogida por los consumidores. Un ejemplo de ello es una crema irlandesa conocida con el nombre de “Bailey’s”, que aparece en la lista de los 20 licores más vendidos del mundo, con una venta promedio de 6,4 millones de cajas de 9 litros por año. (Moral, 2014)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 El pisco

Según el Reglamento de la Denominación de Origen Pisco, define el pisco como el producto obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de “uvas pisqueras” recientemente fermentados; utilizando métodos que mantengan los principios tradicionales de calidad y producidos en la costa de los departamentos de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y los valles de Locumba, Sama y Caplina del Departamento de Tacna.

El pisco peruano es un aguardiente joven que presenta grandes diferencias con los aguardientes de uva de otros países ya que no se rectifica, no se adiciona agua, ni se añeja. Tiene aromas primarios y secundarios procedentes de la fruta, de la fermentación y de la destilación. (Palma y Hatta, 2009)

2.2.2. Licores tipo crema

La historia de la elaboración de licores de crema se remonta a formulaciones de bebidas escocesas antiguas elaboradas a base de crema, whisky y otros ingredientes; mientras que la historia más reciente describe formulaciones de bebidas australianas con leche entera evaporada, azúcar, alcohol y saborizante. La industria moderna de licores de crema combinó recetas tradicionales con tecnología de última generación. Un licor de crema puede describirse como “una emulsión del tipo aceite en agua, de pequeñas gotas de grasa, estabilizadas por un emulsionante como el caseinato de sodio, en una dispersión acuosa conteniendo de 10 % a 20 % de etanol y generalmente también sacarosa hasta una concentración de 20 %”. (Horne, 2003)

Sin embargo para ser categorizado como un licor tipo crema la norma técnica peruana NTP 211.009 2012 de requisitos de los licores (Anexo 6), estableció que como licor tipo crema debe tener una concentración mínima de azúcares de más 250 g/l (equivalente a una concentración de 25 g/100 ml). (INDECOPI, 2012)

2.2.3 Estabilidad de las proteínas en presencia de alcohol

El mecanismo molecular exacto de cómo el etanol afecta a la estructura cuaternaria de la proteína todavía no está completamente claro. Ye y Harte, (2013), mencionan que el etanol interacciona con las cadenas laterales de aminoácidos polares y que la unión de las caseínas se explican por la interacción de los grupos etanol-metilo que interactúan con los polos hidrófobos de la proteína.

Otra explicación de la disociación inducida de la micela de caseína por etanol, es por la presencia de fosfato de calcio coloidal, “debido a que el etanol es menos polar que el agua, éste disminuye la constante dieléctrica del medio, dando lugar a las interacciones electrostáticas que juegan un papel clave en la estabilización de la micela de caseína”. (Ye y Harte, 2013)

Anterior a esto, Home y Parker (1981) y también Holt (1991) establecieron que la estabilidad de la leche es presencia de etanol se rige por el nivel de calcio libre, a mayor contenido de calcio Ca^{+2} la leche es menos termoestable, favoreciendo la coagulación por alteraciones del balance salino de ella.

2.2.4 Propiedades funcionales de los ovoproductos

Además de su alto valor nutritivo, el huevo tiene, por sus propiedades funcionales un interés importante para las industrias alimentarias como:

- Poder coagulante del huevo entero.

Las proteínas del huevo, de la yema, y de la clara, son los responsables de esta coagulación. El mecanismo de la coagulación consiste en una ruptura de las uniones intra - moleculares, lo que provoca un despliegue de las moléculas proteicas con formación de nuevos enlaces moleculares. Así, se produce un cambio de la estructura secundaria con paso de la forma α a la forma β plegada. (Alais y Linden, 1990).

- Poder anti cristalizante y espumante de la clara de huevo

El poder anti cristalizante de la clara de huevo es específicamente deseado en confitería. En efecto, la adición de un 3% de clara de huevo permite limitar la formación de cristales de sacarosa, que inciden negativamente en la textura del producto. (Alais y Linden, 1990).

- Poder emulsionante de la yema de huevo

Para que una emulsión sea estable es necesario que contenga un agente tensioactivo (ejemplo: la yema) que disminuya la tensión superficial entre las dos fases, o un agente espesante que aumente la viscosidad de la fase continua.

El poder tensioactivo de la yema de huevo se debe a la presencia en la misma de fosfolípidos (en particular lecitina), que se encuentra en forma de complejos lipoproteicos y de colesterol.

Además, la viscosidad de la yema confiere también estabilidad a las emulsiones. Cabe destacar que la adición de sal, azúcar y especias, reduce la cantidad de agua libre, con lo que aumenta el poder emulsionante. (Alais y Linden, 1990)

2.2.5. La cáscara de huevo

La cáscara está formada esencialmente por carbonato de calcio (96 %) y por algo de fosfato y de magnesio. Estos minerales se insertan en un retículo fibrilar, de tipo queratina (2 %).

La dureza de la cáscara está relacionada con la naturaleza del retículo y con el contenido en magnesio. En la parte externa se encuentra una cutícula proteica, bastante poco soluble en agua; no obstante, un cepillado puede eliminarla y así aumentar la permeabilidad a las bacterias, lo cual es contraproducente para su conservación. (Alais y Linden, 1990)

2.2.6. Reología de los alimentos

El conocimiento del comportamiento reológico de los alimentos fluidos es de suma importancia para el diseño de equipos de proceso (concentración, bombeo, tamizado, desairado, mezclado y tratamientos térmicos diversos, entre otros), así como para evaluación sensorial, determinación de la estructura del alimento y control de calidad (Gutiérrez, 2013).

Sahin y Gulum (2006), afirman que los datos reológicos son requeridos en la evaluación de productos de calidad, cálculos de ingeniería y diseño de procesos. Asimismo Sharma et al. (2003) indican que los alimentos líquidos como la leche, miel, jugos de fruta, bebidas y aceites vegetales presentan propiedades de flujo sencillas, mientras que los productos más espesos como

los aderezos cremosos para ensaladas, la salsa de tomate, la mayonesa, las emulsiones y los aditivos alimentarios como los geles, se comportan de manera compleja.

Pocos alimentos de peso molecular inferior a 500 g/mol como: agua, vino, leche, etc. presentan un comportamiento newtoniano, sin embargo la mayoría de sus derivados pertenecen al grupo de altos pesos moleculares que no cumplen con la ley de Newton de la viscosidad entre los que se puede mencionar: geles, emulsiones, suspensiones, salsas, pulpas de frutas, etc. por lo que se dice que se comportan como fluidos no newtonianos. (Gutiérrez, 2013)

2.2.7. Constantes reológicas fundamentales

Los líquidos no newtonianos consideran, como mínimo, dos parámetros de viscosidad; éstos son: índice consistencia (k) y el índice de comportamiento (n) (Barnes, 2001)

- Índice de consistencia, (k).- k es una constante de proporcionalidad entre la relación de deformación y el esfuerzo de corte aplicado que la produce; es un indicador del grado de viscosidad en fluidos no newtonianos. Tiene la unidad de Pasn.
- Índice de comportamiento reológico, (n).- También llamado índice de fluido, es un número adimensional que indica la cercanía al flujo newtoniano. Para un líquido newtoniano n es 1; para un fluido dilatante n es mayor que 1; y para un fluido pseudoplástico n es menor que 1. (Barnes, 2001).

Mitschka (1982), desarrolló una técnica simple para calcular el esfuerzo cortante y la relación de deformación a partir de datos obtenidos con viscosímetros de tipo Brookfield RVT. Esto permite la estimación de la viscosidad aparente, del índice de comportamiento de flujo, y del índice de consistencia de

fluidos que obedecen a la ley de potencia. Las aplicaciones reométricas de estos estudios se apoyan en reglas empíricas, que hacen posible obtener resultados concretos para sistemas axisimétricos reales del tipo "husillo rotatorio-contenedor de muestra".

A una gran variedad de alimentos (Tabla 1) como la mayonesa o la salsa ketchup, se les exige determinadas características de textura: untabilidad y flujo bajo pequeños esfuerzos, pero que mantengan su forma cuando están en reposo. Así, la viscosimetría es un importante componente de la calidad de alimentos fluidos y semi-fluidos. Los hidrocoloides se agregan al producto a fin de aumentar la viscosidad de la solución que integra el sistema bifásico (Zangrando et al, 2008).

Tabla 1

Constantes fundamentales para diferentes tipos de fluidos

Tipo de Flujo	Índice de consistencia	Índice de comportamiento al flujo	Umbral de fluencia	Ejemplo
Newtoniano	Viscosidad $K > 0$	$n = 1$	$\sigma = 0$	Jugos clarificados, aceites, leche, jarabes de pastelería.
Seudoplástico	Viscosidad aparente $K > 0$	$0 < n < 1$	$\sigma = 0$	Jugos concentrados cremogenados y pures, de fruta, almidón.
Plástico de Bingham	Plasticidad constante $K > 0$	$n = 1$	$\sigma > 0$	Aderezos de ensalada, salsa de dulce de chocolate, ketchup.
Tipo Mixto	Índice de consistencia $K > 0$	$0 < n < 1$	$\sigma > 0$	Mermelada, jalea.
Dilatante	Índice de consistencia $K > 0$	$0 < n < 4$	$\sigma = 0$	Mantequilla de maní, pasta de salchichas.

Fuente: Ramírez (2006)

2.2.8. Análisis sensorial de los alimentos

– Pruebas afectivas

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados "jueces afectivos". Las pruebas afectivas (Tabla 2) se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etcétera.

Según afirma Espinosa (2007), los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles.

Tabla 2

Clasificación de las pruebas afectivas de evaluación sensorial

De aceptación	De preferencia	Escalares
Muestra simple	Pareada	Escala Hedónica
	Ordenamiento	Escala de actitud

Fuente: Espinosa (2007)

– Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva de un alimento en una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, la magnitud o importancia de esa diferencia. Para las pruebas discriminativas pueden usarse jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo – trío o la triangular; para algunas

comparaciones más complejas, como las de Scheffé o las comparaciones múltiples, es preferible jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y su magnitud de la diferencia. (Anzaldúa, 1994)

– Pruebas descriptivas – Perfil sensorial

En su origen, el perfil sensorial fue un test descriptivo cualitativo denominado perfil de flavor (FP, Flavor Profile). Esta técnica fue registrada por A.D. Little y sus colaboradores en EE.UU en los años 1940, es un método basado en descriptores y que permite elaborar el perfil sensorial de un producto. Se lleva a cabo en el plano cualitativo, definiendo con ayuda de descriptores el conjunto de percepciones que permiten discriminar un producto entre otros del mismo tipo; y en el plano cuantitativo, evaluando la intensidad de cada descriptor, es decir, la impresión más o menos pronunciada registrada por el sujeto sobre un elemento de la percepción global. (Ibañez y Barcina, 2001)

– Tipos de jueces

a) Juez experto

El juez experto es, como en el caso de los catadores de vino, té, café, quesos y otros productos; una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento. Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúa solo es necesario contar con su respuesta. (Larmond, 1977).

b) Juez entrenado

Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular,

que ha recibido cierta enseñanza teoría y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe que exactamente lo que desea medir en una prueba. (Anzaldúa, 1994)

c) Juez semi entrenado o de laboratorio.

Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar a la de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

Las pruebas con jueces semi entrenados deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20, cuando mucho 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra. (Larmond, 1977)

d) Juez consumidor

Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, en una tienda o en una escuela entre otros. (Anzaldúa, 1994).

– La maduración de Ostwald

Crecimiento de glóbulos más grandes de la emulsión a expensas de los más pequeños. La causa de este fenómeno es la diferencia de las presiones internas (presión de Laplace) entre los glóbulos de diferente tamaño, generalmente debido a una homogeneización a una presión inferior a la necesaria para su completa dispersión (Figura 2).

Figura 2

Maduración de Oswald



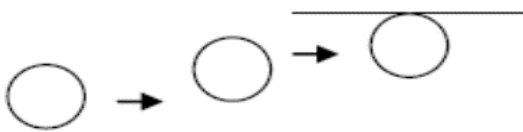
Fuente :Moya (2013)

- El desnatado.

La fase dispersa se concentra en la parte superior debido a una insuficiente cantidad de emulgente que mantenga en equilibrio la fase grasa dentro del soporte o a causa de una homogeneización deficiente y separándose debido a la diferencia de densidad (Figura 3).

Figura 3

Desnatado



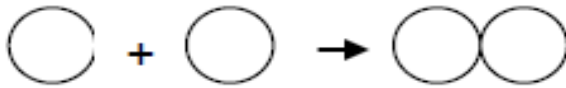
Fuente :Moya (2013)

- La agregación o floculación de las partículas.

Las partículas permanecen unidas debido a fenómenos de interacción atractiva coloidal (Figura 4).

Figura 4

Agregación o floculación de partículas



Fuente :Moya (2013)

– La coalescencia.

Es la unión entre sí de las partículas de grasa a causa de choques provocados por la agitación térmica o mecánica (Figura 5).

Figura 5

La coalescencia



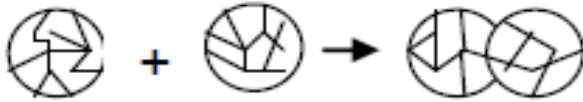
Fuente :Moya (2013)

– La Coalescencia parcial

Se produce cuando parte de las gotas de aceite se solidifican o cristalizan generalmente por efecto de la temperatura o de un agente aglutinante pudiendo llegar a formar una masa o “terrón” irregular que se separa en superficie o fondo (Figura 6).

Figura 6

Coalescencia parcial



Fuente :Moya (2013)

– Variaciones de pH

Las variaciones de pH pueden provocar alteraciones importantes. El punto isoeléctrico de las caseínas es alrededor de 4,6, una disminución del pH provoca su agregación y precipitación dando lugar a la separación de fases de la emulsión. Un aumento del pH también puede provocar pardeamiento por reacciones de Maillard de las proteínas (Caseína) o reacciones de esterificación de los aromas con cambios organolépticos. La adición de una sustancia tampón (Citrato Sódico) es recomendable para amortiguar las ligeras modificaciones de pH que puedan haber en el medio. (Moya , 2013)

– Variaciones de graduación alcohólica.

Las variaciones de graduación alcohólica pueden provocar la formación de cristales de grasa en la superficie debido a la coalescencia parcial provocada por la poca solubilidad de las proteínas en etanol, así como precipitación de las proteínas. (Moya , 2013)

– Presencia de iones calcio o magnesio en aguas utilizadas

El uso de aguas duras e incorrectamente tratadas puede dar como resultado la desestabilización de la bebida. Un exceso de iones calcio y magnesio produce la formación de grandes agregados debido a la alta sensibilidad de las caseínas al calcio. Este problema se puede reducir añadiendo

hexametáfosfato sódico que actúa como secuestrante del calcio. (Moya S. , 2013).

- Agitación violenta

La agitación violenta provoca principalmente “coalescencia” del medio con rotura de la interacción del emulgente y llegando a separar la fase grasa, conocido como “desnatado” además provoca la incorporación de aire que puede facilitar la formación de micelas de grasa que quedan atrapadas en las gotas de aire. (Moya S. , 2013)

- Determinados espesantes

Ciertos espesantes como pectinas, carragenatos, carboximetilcelulosa, no son apropiados en medios alcohólicos por su dificultad de disolución pudiendo su insolubilización provocar la separación del medio. (Moya, 2013)

- Orden de adición de productos.

La adición de productos a la base láctea se ha de realizar lentamente y sobre el centro de agitación para facilitar la dispersión de los productos y siempre siguiendo el orden establecido por el fabricante porque podrían darse problemas de solubilidad de los ingredientes. (Moya S., 2013).

- La temperatura de conservación.

El producto debe ser guardado a temperaturas entre 5°C - 20°C. Una temperatura alta acelera todas las reacciones y pueden darse reacciones de Maillard y enranciamiento de la nata. (Moya , 2013)

- La luz

La emulsión debe ser protegida de la luz, ya que acelera las reacciones de Maillard y todas las demás reacciones que favorecen el pardeamiento no enzimático. (Moya, 2013)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Licor alcohólico Leche de Monja

El licor alcohólico “Leche de monja” es un producto tradicional de la ciudad de Moquegua que se elabora de la siguiente manera: 1.Elegir un depósito de entre 4 a 10 litros, de vidrio, más alto que ancho, cilíndrico, transparente; que permita ver la reacción de cáscara de huevo con el zumo de limón; 2.En el frasco se acomodan los huevos de gallina, de tal forma que se deje el menor espacio posible; 3.Se vierte el jugo de limón hasta cubrir los huevos totalmente; 4. Se tapa el frasco y se deja que la acidez del limón reaccione con la cáscara de huevo, lo que se evidencia por la formación de burbujas y espuma que sube a la superficie; 5.Se deja reposar por 3 a 7 días en refrigerador o ambiente fresco; 6. Al cabo de este periodo, las cáscaras de huevos se habrán disuelto y formado una sustancia blanca y gelatinosa, probablemente citrato de calcio;7. Se mezcla enérgicamente todo el contenido del frasco y se pasa por colador para retirar las partes sólidas del huevo; 8.Sobre esta mezcla se agrega un cantidad de azúcar blanca, se mezcla y se agrega luego el pisco y la vainilla en polvo; 9. Se vuelve a colar y se coloca en botellas; 10. Se deja reposar 10 días y se consume.

Formulación aproximada de licor de leche de Monja:

Los ingredientes y cantidad son las siguientes: pisco puro (500 ml); huevos (3 unidades); azúcar (200 gr); limón (400 ml) y vainilla en polvo (c.s.p.).

Pisco puro de uva

Pisco puro de uva (*Vitis vinifera*) variedad negra criolla. Tiene aromas primarios y secundarios procedentes de la fruta, de la fermentación y de la destilación (Palma y Hatta, 2009). Se reconocen los descriptores aromáticos en nariz (Hierba fresca, manzana, pera, miel); en boca (Hierba fresca, manzana, pera miel. (Indecopi, RDOP, 2011).

Limón variedad sutil (*Citrus aurantifolia*)

El fruto, de forma globosa y entre 2,5 a 3 cm de diámetro, es de color verde amarillento al madurar, aunque se suele consumir antes de la maduración. La pulpa verde y jugosa posee un característico sabor ácido y aromático. Esta fruta tiene un alto contenido en vitamina C, así como ácido cítrico.

Huevos de gallina

La composición del huevo de gallina es la más estudiada, siendo muy compleja sobre todo en la parte proteica. Las proteínas del huevo entero de gallina han sido consideradas durante mucho tiempo como el alimento tipo. Su composición en aminoácidos ha servido de base para el cálculo de los índices de calidad de otras proteínas. Esta composición es especialmente estable y muy poco dependiente de la raza y de la alimentación del animal. La cáscara está formada esencialmente de carbonato de calcio (96 %) y por algo de fosfato y de magnesio. Estos minerales se insertan en un retículo fibrilar, de tipo queratina (2 %). La dureza está relacionada con la naturaleza del retículo y con el contenido de magnesio. (Alais y Linden, 1990)

Azúcar blanca refinada

Es un edulcorante nutritivo de uso doméstico e industrial y es el azúcar más común en el reino vegetal. En la planta de caña de azúcar la sacarosa abunda en el tallo y es menos predominante en las regiones que se encuentran en crecimiento activo, como las zonas blandas del tallo y las hojas enrolladas. (Beyer y Watter, 1987)

Goma Xanthan

La goma es un polisacárido producto del proceso fermentativo de la *Xanthomonas campestris*, éste produce dicha goma en la parte superficial de su pared celular. (Bristhar, 2010).

Propiedades físicas de la goma Xanthan

La goma Xanthan es un polvo color blanco-crema, fácilmente soluble en agua caliente o fría. Sus soluciones son neutras. Generalmente no es soluble en solventes orgánicos. La goma xanthan es soluble en glicerina a temperaturas mayores a 65°C.

Solubilidad en alcohol etílico

Las soluciones acuosas toleran hasta un 50% a 60% de concentración de solventes miscibles con agua o etanol. Concentraciones superiores de alcohol producirán gelación o precipitación de la goma xanthan. (Bristhar, 2010)

Uso de la goma Xanthan

Las soluciones acuosas de goma xanthan son altamente viscosas en comparación con otras soluciones de polisacáridos preparadas a la misma concentración. La viscosidad de soluciones de goma xanthan que contiene cantidades mínimas de sal no muestra ningún cambio significativo dentro de un amplio rango de valores de pH. La goma xanthan se solubiliza rápidamente y es estable con acidificantes usados normalmente en productos alimenticios, como ácido cítrico, ácido fumárico y ácido acético. Las soluciones de goma xanthan son compatibles y estables en presencia de la mayoría de las sales utilizadas en alimentos tales como las sales de potasio, sodio, calcio y magnesio. (Bristhar, 2010). Las gomas han sido utilizadas tradicionalmente como estabilizadores en alimentos ya que estas no aportan sabor, color ni olor, la cual ha sido empleada para estabilizar mermeladas salsas, jaleas entre otros productos del mismo segmento. (Bristhar, 2010)

Vainilla

El extracto de vainilla, se utiliza para dar sabor a comidas y bebidas obtenido de la vaina o chaucha de la vainilla (*Vanilla planifolia*).

CAPÍTULO III

MARCO FILOSÓFICO

Desde la perspectiva ontológica, el interés se centra en lo que existe y se basa en afirmaciones de un paradigma particular sobre la realidad y la verdad, por lo que la pregunta ontológica en el presente estudio está asociada a una cuestión de existencia real en el ámbito de la ciencia y tecnología de los alimentos, lo cual constituye una forma de conocimiento sobre la realidad (epistemología), para lo cual se asume un distanciamiento de objetividad y valor respecto del fenómeno de estudio.

El presente estudio se basa en la filosofía de la investigación positivista, ya que el análisis de la optimización de la mezcla de goma xanthan, pisco y huevo para mejorar la estabilidad del licor alcohólico “Leche de monja”, se disocia del valor personal y se estudia bajo la secuencia del método científico y del paradigma de la investigación científica. Asimismo la indagación científica realizada, está estrechamente relacionada con la ciencia normal, que se vale de las mismas reglas y estándares de práctica científica.

Los supuestos filosóficos sobre los que asienta la investigación, son la epistemología como parámetro para indagar la naturaleza del mundo empírico, en este caso, la optimización de la mezcla para mejorar un licor alcohólico. También la ontología, ya que se estableció un supuesto de investigación para percibir la naturaleza real del objeto de estudio. Y la metodología, que responde a una concepción del paradigma positivo de investigación, basado en la aplicación rigurosa del método científico para obtener conocimiento válido y confiable.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue aplicada. Según el grado de manipulación de las variables es de tipo experimental con datos cuantitativos porque se manipularon las variables de proceso (variables independientes) para medir el efecto en las variables respuestas del producto final. De acuerdo a la profundización del objeto en estudio es de tipo descriptiva- explicativa. Es una investigación explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por las variables independientes.

El diseño de investigación fue experimental, porque se manipularon las variables independientes del proceso para medir el efecto de las mismas en el producto final. Para este propósito se empleó el diseño experimental de mezclas y dentro de esta categoría se utilizó el diseño optimal (custom) de Desing-Expert V.11. Es un diseño de estructura flexible para acomodar modelos personalizados, factores categóricos y regiones irregulares. En muchos productos alimenticios, tales como salsas, néctares o yogures, es muy importante encontrar la mejor mezcla de los ingredientes utilizados en su elaboración. En el experimento de mezclas más simple, la respuesta (la calidad o rendimiento del producto con base en cierto criterio) depende de los componentes, medidas en peso, volumen o alguna otra unidad, suman un total común. Por el contrario, en un diseño factorial, la respuesta varía dependiendo de la cantidad de cada factor. (Puente et al., 2015).

El diseño experimental de mezclas permite aplicar el criterio que la suma de las proporciones de los componentes es el 100 % y que por supuesto la modificación de un porcentaje afecta los otros. (Cornell, 2002).

Consecuentemente en tales casos, los factores experimentales son precisamente los componentes de la mezcla; y los resultados son funciones de tales proporciones y pueden optimizarse mediante la técnica de la Superficie de Respuesta. (Thompson, 1968)

En la industria alimentaria, del mismo modo que en la industria farmacéutica, han venido aplicándose con éxito los diseños experimentales de mezclas para evaluar de manera consistente y económica la influencia de cada uno de los componentes de la mezcla en el producto final (Rae Cho, 2009). Los experimentos de mezclas son una clase especial de experimentos se Superficie de Respuesta en los que el producto objeto de investigación se compone de varios componentes o ingredientes. Los diseños para estos experimentos resultan útiles, porque muchas actividades de diseño y desarrollo de productos en situaciones industriales implican fórmulas o mezclas. En estas situaciones, la respuesta depende de las proporciones de los diferentes ingredientes incluidos en la mezcla.

Diseño experimental empleado:

Tabla 3

Resumen del Diseño Optimal (custom)

Clase de Diseño	Mezcla
Nombre del Diseño	Optimal (custom) Design
Número de componentes	3
Número de residuos	2
Número de ejecuciones	16
Tipo de Modelo	Cuadrático

Fuente: Design expert V.11.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. Población

La población se considera a todas las combinaciones posibles que resultan de la interacción de los niveles de cada uno de los tres componentes en la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan.

4.2.2. Muestra

Las muestras fueron unidades de 1 000 ml por cada ensayo. El total de ensayos (tratamientos) quedó definido según el diseño experimental, que para el presente estudio se utilizó el diseño por mezclas - Optimal (custom) de Design-Expert V.11; para una mezcla de tres componentes con restricciones; resultando un total de 16 ensayos o tratamientos.

A cada tratamiento se le realizó el análisis de las características sensoriales y luego el análisis de las características reológicas para luego procesar los datos y obtener la mezcla óptima.

En la tabla 4 se presenta la el tamaño de muestra correspondiente a los tratamientos de la mezcla a experimentar.

Tabla 4*Diseño por Mezclas – optimal (custom) de variables independientes*

Tratamiento	X1: Pisco puro % /100	X2: Huevo % /100	X3: Goma xanthan % /100
1	0,349875	0,149875	0,000250
2	0,399333	0,100000	0,000667
3	0,349500	0,149500	0,001000
4	0,333000	0,166000	0,001000
5	0,400000	0,100000	0,000000
6	0,300000	0,199333	0,000667
7	0,300000	0,199333	0,000667
8	0,366667	0,133333	0,000000
9	0,349875	0,149875	0,000250
10	0,300000	0,200000	0,000000
11	0,349500	0,149500	0,001000
12	0,399333	0,100000	0,000667
13	0,349875	0,149875	0,000250
14	0,324875	0,174625	0,000500
15	0,333333	0,166667	0,000000
16	0,374625	0,124875	0,000500

Fuente: Desing Expert V.11.

4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

4.3.1. Identificación de las variables

Variables independientes:

- X1: Concentración de pisco
- X2: Concentración de huevo
- X3: Concentración de goma Xanthan

Tabla 5

Identificación de variables independientes

Variable	Unidades	Conc.	Tipo	Subtipo	Min	Max
X1:Pisco	ml/100 ml	% v/v	Numérico	Continuo	30%	40%
X2:Huevo	ml/100 ml	% v/v	Numérico	Continuo	10%	20%
X3:Xanthan	gr/100 ml	% p/v	Numérico	Continuo	0 %	0,1%

Fuente: elaboración propia

Variables dependientes:

- Y1: Características sensoriales
- Y2: Características reológicas
- Y3: Características físicas y químicas

4.3.2. Caracterización de las variables

Independientes:

- X1: Concentración de pisco : % (v/v).
X2: Concentración de huevo : % (v/v).
X3: Concentración de goma Xanthan : % (p/v).

Dependientes:

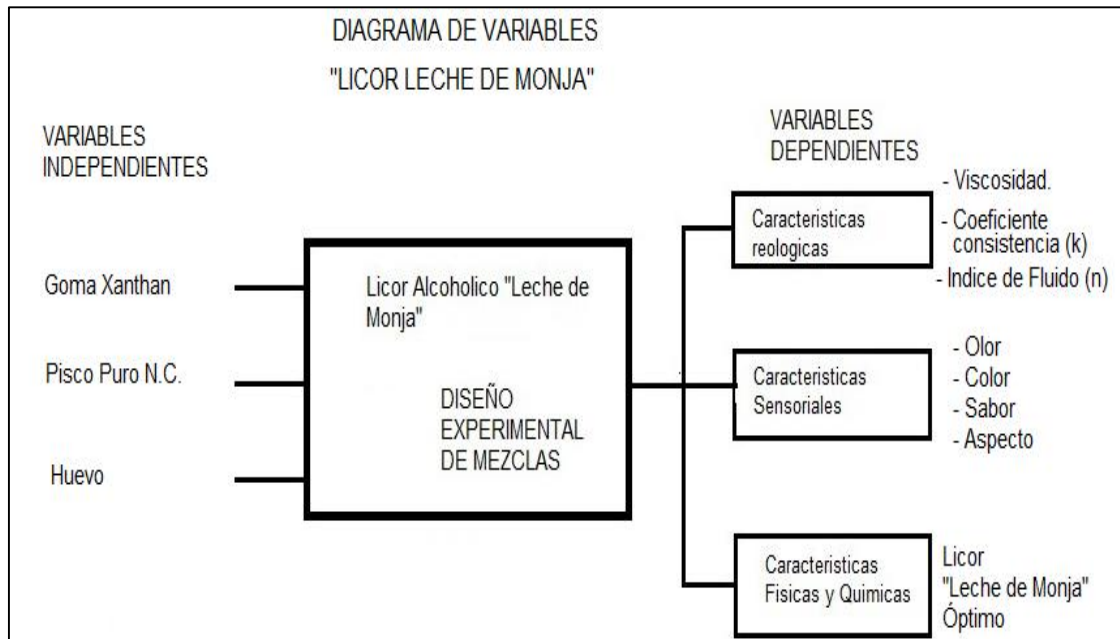
- Y1: Características sensoriales: color, olor, sabor y aspecto. (Escala Hedónica de 9 puntos).
Y2: Características reológicas: viscosidad, Índice de consistencia (k), Índice fluido (n).
Y3: Características físicas y químicas del Licor “Leche de monja” Optimizado: acidez total, pH, extracto seco, contenido de alcohol, densidad, separación de fases, viscosidad.
Estabilidad: Estabilidad por almacenamiento a 25°C x 60 días.

– Diagrama de variables

En la Figura 7 se muestran las relaciones de las variables independientes y dependientes en el proceso de investigación. Se presenta el esquema del experimento, donde las variables independientes elegidas fueron: X1: pisco puro de negra criolla, X2: huevo y X3: goma xanthan; estos componentes se manejaron como una mezcla, para optimizar la estabilidad del licor alcohólico “Leche de monja”.

Figura 7

Diagrama de variables del experimento



Fuente: elaboración propia

4.3.3. Definición operacional de las variables

Tabla 6

Definición operacional de las variables

Variables independientes	Indicadores	Escala de medición	Tipo de variable
Goma Xanthan	masa	Porcentaje % p/v	Cuantitativa Continua
Pisco	Volumen	Porcentaje % v/v	Cuantitativa Continua
Huevos	Volumen	Porcentaje % v/v	Cuantitativa Continua
Variables Dependientes	Indicadores	Escala de medición	Tipo de variable
Características Sensoriales	. Olor	Escala hedónica 9 puntos	Cualitativa
	. Color		Ordinal
	. Sabor		
	. Aspecto		
Características Reológicas	- Viscosidad	Centi-poise	Cuantitativa
	-Índice de consistencia (k)	Adimensional	Cuantitativa
	- Índice de fluido (n)	Adimensional	Cuantitativa
Características Físicas y químicas del “Licor Leche de Monja óptimo”	pH	0 Acido 7 neutro 14 básico	Cuantitativa Continua
	Acidez Total	0 % Bajo 100 % Alto	Cuantitativa Continua
	Solidos Totales	0 % bajo 100 % máximo	Cuantitativa Continua
	Densidad	g/ml de muestra	Cuantitativa Continua
	Extracto seco	g/ 100 g de muestra	Cuantitativa Continua
	Humedad	g/ 100 g de muestra	Cuantitativa Continua
	Alcohol	ml de Alcohol etílico/ 100 ml de muestra	Cuantitativa Continua
	Separación de fases	No Si	Cualitativa Nominal
	Estabilidad de almacenamiento a 25°C x 60 días	% de aumento o disminución	Cualitativa Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala	Valor final
INDEPENDIENTES							
X1: Pisco	Aguardiente de uva peruano	Proporcionará alcohol etílico y acción conservadora.	Proporción en la mezcla.	Volumen sobre volumen de mezcla	Mililitros/ 100 ml	Proporción	Tamaño de muestra un Litro: 30% ≤ Pisco ≤ 40 %
X2: Huevos	Huevo de la gallina, compuesto de: cáscara, clara y yema.	Proporcionará calcio, proteínas y consistencia a la mezcla.	Proporción en la mezcla	Volumen sobre volumen de mezcla.	Mililitros/ 100 ml	Proporción	10% ≤ Huevos ≤ 20 %
X3: Goma Xanthan	Aditivo natural polisacárido de alto peso molecular.	Componente de la mezcla aplicado para modificar la viscosidad	Proporción en la mezcla.	Peso sobre volumen de mezcla	Gramos	Proporción	0% ≤ Xanthan ≤ 0,1 %
DEPENDIENTES							
Y1: Características sensoriales	Es el análisis sensorial normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos.	Características sensoriales del licor alcohólico “Leche de monja”, que le darán su aceptabilidad con intervención de panelistas.	. Vista . Olfato . Gusto . Apariencia	. Color . Olor . Sabor . Aspecto General	Ficha Hedónica estructurada. (1 -9 puntos)	Ordinal	Me gusta mucho Me gusta Me gusta ligeramente Me disgusta Me disgusta ligeramente Me disgusta bastante Me disgusta mucho
Y2: Características reológicas	Característica de los fluidos en movimiento, que muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza.	Característica física del Licor Leche de monja que se desea optimizar.	Resistencia al cambio	Viscosidad Índice de Consistencia (k) Índice de Fluidez (n)	centi poise Adimensional Adimensional	Proporción	A determinar
Y3: Características físicas y químicas	Sub disciplina de la química que estudia la materia empleando conceptos físicos y químicos.	Diversas características físicas y químicas del licor alcohólico “Leche de monja” y que cumplan los requerimientos de la normatividad.	. Acidez total . pH . Grado Alcohólico . Densidad . Viscosidad . Extracto seco	NTP 211.009:2012 bebidas Alcohólicas. Licores. Requisitos. 2013	g/100 ml Unidades pH % vol/vol g/ml centi poise %	Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo	0 % - 0,5 % 6,0 – 7,5 15 % - 25 % 1,050 – 1,200 0 % - 100 %
		Parte constante de la formulación.	Proporción en la formulación del producto final	Volumen	% v/v	Proporción	Constante igual al 50 % de la formulación.

4.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1.Técnicas

– Prueba sensorial de aceptación

Para la prueba de medición sensorial se empleó jueces entrenados y se aplicó la ficha de evaluación sensorial: Prueba Hedónica estructurada de 9 puntos. (Anexo 2).

– Métodos de análisis físicos y químicos

Para los análisis físicos y químicos fueron realizados por triplicado y se emplearon los siguientes métodos:

a) Método AOAC 981.12 (2005).

La medición del pH se midió por el método potenciométrico, con electrodo de vidrio según el método A.O.A.C 981.12 (2005).

Calibración del potenciómetro. Se usó dos soluciones buffer estándar de pH 4,0 y 7,0 llevadas a 25°C mediante baño maría y se calibró el potenciómetro para estos dos valores de pH.

Preparación de la muestra. Todas las muestras se homogenizaron y se llevaron a temperatura de 25°C mediante baño maría para la medición.

Determinación del pH. En un vaso de precipitado se tomó 50 ml de muestra y se ajustó la temperatura de las muestras a 25°C. El electrodo se enjuagó con agua destilada neutralizada y secado con papel toalla y se sumergió

el electrodo en la muestra hasta que se estabilizó la lectura, se hizo tres repeticiones de lectura por cada muestra y se promedió. (A.O.A.C., 1980)

b) Acidez Total. Método Oficial AOAC 939.05 (1990)

La acidez titulable se determinó mediante el método A.O.A.C. 939.05, (1990), expresándose como ácido cítrico. Se tomó una muestra homogénea, se filtró con papel filtro y se tomó 10 gr de filtrado, el cual se valoró con hidróxido de sodio 0,1 N, empleando fenolftaleína al 1 % como indicador y a temperatura de 25°C. Se tituló hasta leve viraje rosado. (A.O.A.C., 2000).

c) Sólidos solubles totales. Método oficial AOAC 932.12 (1980)

Los sólidos solubles se midieron con un refractómetro digital de mesa marca Milwaukee modelo MA871, de escala 0 a 85°brix siguiendo el método de la A.O.A.C. 932.12. (A.O.A.C., 1980).

d) Densidad. Método A.O.A.C. 945.06. (1945)

Se determinó por el método de desplazamiento de volumen con un picnómetro a 20°C utilizando agua destilada como referencia según el método A.O.A.C. 945.06 (A.O.A.C., 1980)

e) Viscosidad

La viscosidad se determinó en un viscosímetro rotacional marca Fungilab modelo Expert, utilizando el husillo R6 a 100 RPM. Se tomó una muestra homogénea de 500 ml colocada en un vaso de precipitado de 600 ml a una temperatura de 25°C; se realizaron tres lecturas por cada muestra y se promedió los valores.

f) Extracto seco.

Mediante norma NTP 211.034:2012. Bebidas alcohólicas. Determinación del residuo no volátil.

g) Humedad

Se determinó mediante norma técnica NTP 205.002:1979. Determinación del contenido de humedad. Método usual.

h) Contenido de alcohólico

Se determinó según la NTP 211.004:2004 Bebidas alcohólicas. Métodos de ensayo. Determinación de grado alcohólico volumétrico.

i) Separación de fases.

Mediante observación y medición de altura de sedimento en cm.

j) Estabilidad de almacenamiento

Almacenamiento en condiciones ambientales temperatura promedio de 25°C por 60 días.

4.4.2. Materiales e instrumentos

Tabla 8

Materiales utilizados para la preparación de los tratamientos

Item	Descripción	Marca	Modelo	Cant.
1	Frascos de vidrio c/tapa metálica capacidad 550 ml.	s/m	Esparraguero	16
2	Botellas de vidrio c/tapón de goma sintética capacidad 500 ml.	s/m	Ronera	16
3	Depósito de plástico 1000 ml	Cacer	Taper	20
4	Coladores de malla de plástico	Rey s.a	N° 15	2
5	Bol de acero inoxidable	555	N° 24	2
6	Botellón de plástico 4 lit	Inducos	N° 4	4
7	Embudo plástico malla 0,5 mm	Rey s.a.	N°10	2
8	Tabla de picar plástico	Rey s.a.	Simple	2
9	Exprimidor de limones plástico	Rey s.a		1

Fuente: Elaboración propia

– Materias primas

Las materias primas para el presente trabajo de investigación se ha conseguido en los mercados de la localidad de Tacna y Moquegua y elegidos con la mejor calidad sanitaria (Tabla 9).

Tabla 9

Materias primas

Item	Descripción	Und	Cant.	Procedencia
1	Pisco puro negra criolla 48 % vol/vol	litros	6	Moquegua
2	Limón sutil grado madurez pintón	Kg	6	Moquegua
3	Azúcar blanca marca Cartavio	Kg	5	Tacna
4	Huevos frescos primera calidad	Kg	3	Tacna
5	Goma Xanthan marca	g	100	Lima
6	Vainilla en polvo	g	10	Tacna

Nota: Elaboración propia

– Reactivos químicos

En la tabla 10 se muestra los reactivos químicos usados en el presente experimento.

Tabla 10

Reactivos químicos empleados

Item	Reactivos químicos	Marca	Grado	Cant
1	Hidróxido de sodio 0.1 N $f_c=0,9980$	Merk	Análisis	500 ml
2	Indicador fenolftaleína 1%	Merk	Análisis	10 ml
3	Ácido Clorhídrico 0.1 N	Merk	Análisis	100 ml
4	Solución bufer pH 4,0 y pH 7,0	Hanna	Análisis	20 ml
5	Agua destilada	s/m	Tipo IV	10 l

Fuente: Elaboración propia

– Instrumentos de medición

Tabla 11

Relación de instrumentos de medición

Item	Instrumento / equipo	Marca	Modelo	Cant
1	Viscosímetro digital	Fungilab	Expert	1
2	Balanza digital max: 1500g d:0.01g	Adam	HCB1502	1
3	PH-metro digital			1
4	Equipo valoración ácido - base	Pyrex	s/m	1
5	Equipo para destilación alcohólica	Pyrex	s/m	1
6	Alcoholímetro 0 -100 % 20/20°C	Robsan	GayLussac	1
7	Densímetro 1,000 – 1,3000	AllaFrance	Astm E100	1
8	Estufa de secado	Memmert	Be 20	1
9	Probeta de vidrio 250 ml 20/20°C	Eurolab	LBT	2
10	Vaso de precipitado 250 ml 20/20°C	Eurolab	E250	16
11	Vaso de precipitado 600 ml 20/20°C	Marienfeld	Boro 3,3	8
12	Pipetas 10 ml 20/20°C	Eurolab	E10	16
13	Termómetro digital			1
14	Lunas de reloj 12 cm	s/m	s/m	16
15	Baño maría 10 litros 220v			1
16	Picnómetro de vidrio 10 ml 25°C	Eurolab	25	1
17	Refractómetro digital 0-85°brix	Milwaukee	MA871	1
18	Mezclador manual	Phillips	600 w	1

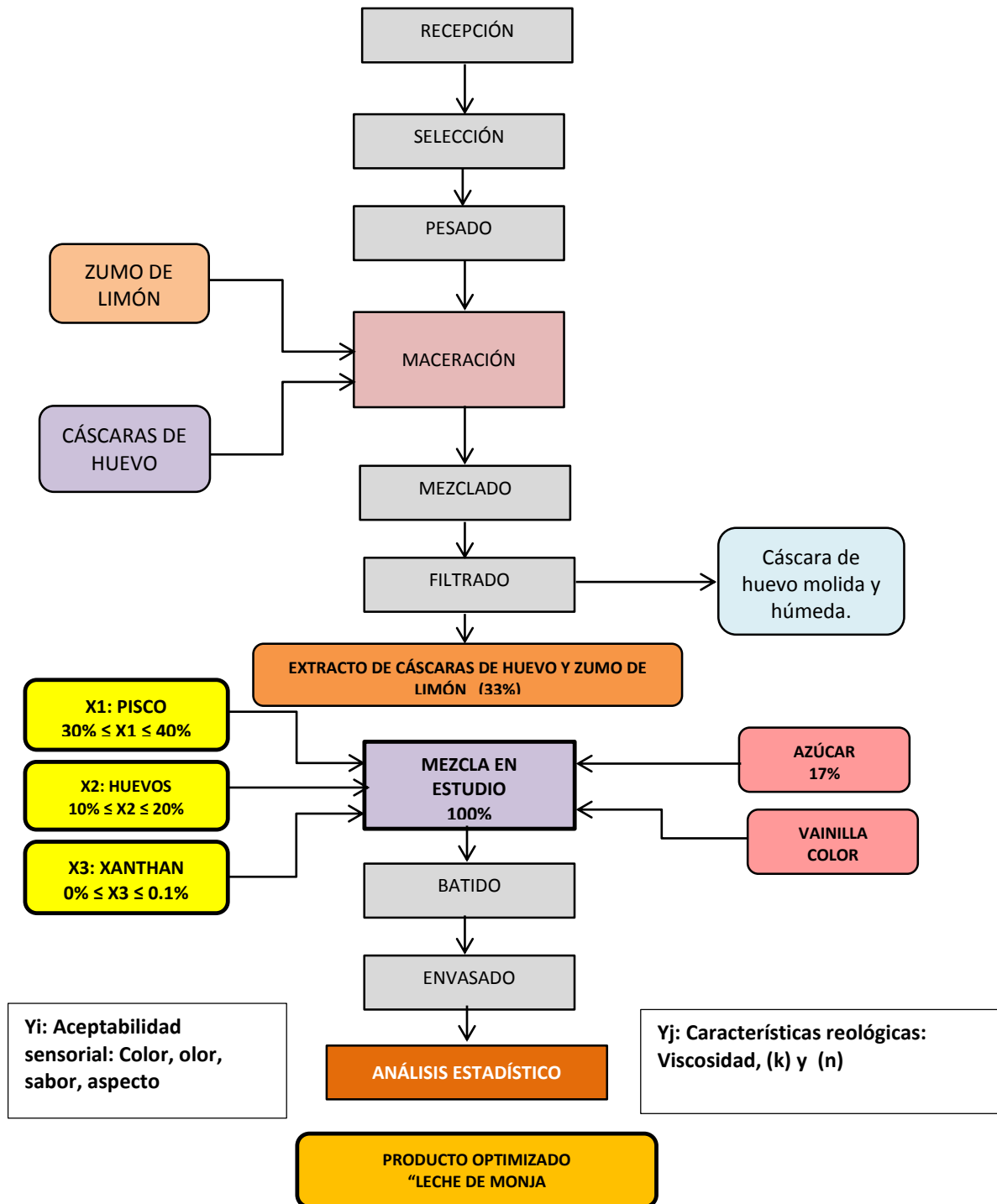
Nota: Elaboración propia

– Experimento

Se ha diseñado el diagrama de flujo del experimento, que se muestra en la Figura 12, para determinar la mezcla óptima de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan en la elaboración del licor alcohólico “Leche de monja”.

Tabla 12

Flujo del experimento para determinar la mezcla óptima



– Experimento: procedimiento de la investigación

a) Materias primas

Los componentes de la formulación se adquirieron cuidando la mejor calidad y requisitos de sanidad. (Anexo 8 a)

Pisco

Se adquirió pisco puro negra criolla de 48% vol/vol en la ciudad de Moquegua, pues es lo que tradicionalmente se utiliza.

Huevo

Se usaron huevos frescos de la ciudad de Tacna. (Anexo 8 a)

Goma Xanthan

Se adquirió a la empresa Insumos y Soluciones. Lote: NH201804200041. Fecha producción: 04/04/2018. Fecha vencimiento 03/04/2020. (Anexo 8 a)

Azúcar

Se trata de azúcar blanca refinada nacional marca Cartavio.

Limón

Se adquirió en mercado de Tacna de la variedad sutil, con grado de madurez de pintón.

b) Lavado

Para el lavado de las materia primas (huevo y limón) y superficies se empleó agua hervida fría.

c) Pesado

Se realizó en balanzas digitales con precisión de hasta dos decimales. Balanza digital marca Camry EK5055.

d) Obtención de cáscaras de huevo

Los huevos luego de lavados y secados fueron rotos para extraer las yemas y claras. Las cáscaras fueron lavadas con agua hervida fría y luego secadas. Posteriormente se pesaron y reservaron para la preparación del macerado de cáscaras y zumo de limón. (Ver Anexo 8 b).

e) Mezcla de yemas y claras

Previo lavado y secado, a los huevos se le quitó las cáscaras, se acopiaron las yemas y claras las mismas que fueron mezcladas usando una batidora manual de inmersión con cuchillas verticales y horizontales marca Phillips de 600 watts de potencia. El objetivo fue alcanzar una mezcla homogénea de claras y yemas sin que se introduzca aire en el proceso. Luego esta mezcla se refrigeró por tres horas hasta su respectiva mezcla con los otros ingredientes. (Ver Anexo 8 c).

f) Extracto de cáscaras de huevo y zumo de limón

El extracto de preparó por maceración de la siguiente manera:

Las cáscaras limpias se pesaron y se aplastaron en un tazón, sobre el mismo se añadió el zumo de limón, cantidad suficiente para cubrir las cáscaras. Inmediatamente se produce una reacción química entre el calcio de las cáscaras de huevo y el ácido del limón, produciéndose gran cantidad de gas dióxido de carbono resultado de la reacción. Se esperó hasta que termine el burbujeo y se tamizó por malla de 0,5 mm y luego por filtro de tela, Se obtuvo un extracto fino de cáscaras de huevo y limón. Se aprecia en el Anexo 8 d.

g) Preparación de la mezcla base

La mezcla base está compuesta por los componentes que permanecen constantes y son el extracto de cáscaras de huevo y limón (33 %) y el azúcar (17 %) medidos en volumen. Ambos se mezclaron hasta disolución total del azúcar.

h) Adición de yemas y claras, pisco y goma xanthan a la mezcla base en estudio.

Sobre la mezcla base en estudio se añadieron el pisco, huevo y goma xanthan según lo indicado para cada tratamiento, en el orden indicado. La goma xanthan se añadió mezclada con 10 gr de azúcar (previamente separados del total de azúcar), con el fin de evitar grumos.

i) Homogenizado

Cada una de los tratamientos fueron mezclados usando la batidora manual de inmersión, por un periodo de 30 segundos, a fin de mezclar los componentes.

j) Envasado

La cantidad preparada por cada tratamiento fue de 1 000 ml y se envasó en dos frascos de vidrio de 500 ml de capacidad. Se puede apreciar esta etapa en el Anexo 8 e.

k) Reposo

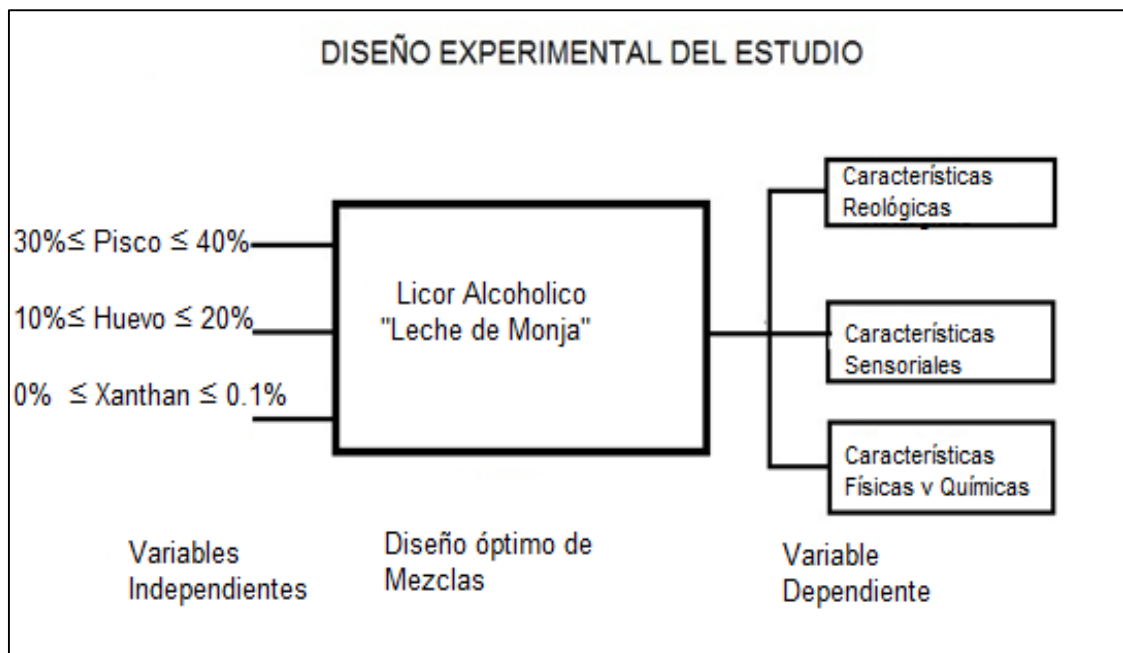
Los frascos cerrados herméticamente, se dejaron en reposo en condiciones ambientales de 25°C por un periodo de 60 días, para luego observar su estabilidad y realizar los análisis respectivos. En el Anexo 8 f, se aprecia los frascos de los 16 tratamientos.

– Diseño del experimento

Para obtener una formulación óptima del licor alcohólico “Leche de monja” a partir de la mezcla de: pisco, huevo y goma xanthan; se realizó un estudio experimental que consistió en hacer variar estos tres componentes dentro de un rango del 50 % de la formulación, dejando el otro 50 % fijo. Este 50 % fijo, correspondió a los componentes: extracto macerado de cáscaras de huevo en zumo de limón (33 %) y azúcar (17 %). Sumando ambas partes da un total de 100 % de los componentes del licor alcoholizado “Leche de monja” (Figura 9).

Figura 8

Diseño experimental del estudio



Fuente: Elaboración propia

- Elección del diseño de mezcla: Optimal–(custom) de Design- expert V.11

Para el presente trabajo de investigación experimental se eligió el diseño de mezclas, que es una clase especial de experimentos de superficie de respuesta, en la que el producto en investigación consta de varios componentes o ingredientes. Mediante el programa estadístico Design-Expert V.11 se eligió el diseño óptimo de mezcla: Optimal-Custom (personalizado) y un modelo de orden cuadrático según las siguientes características:

- Características del diseño elegido

Software usado	:	Desing-Expert V.11
Versión	:	11.03.0.
Tipo de estudio	:	Mezcla
Tipo de diseño	:	I-optimal (personalizado con restricciones)
Sub Tipo	:	Randomizado
Orden del Modelo	:	Cuadrático
Tratamientos	:	16
Bloques	:	Sin bloques
Respuesta a optimizar	:	Mejor viscosidad de la fórmula de licor “Leche de Monja”
Componentes	:	3
Residuos	:	2

- Componentes variables en la fórmula (mezcla en estudio)

Los componentes variables de la fórmula son:

Pisco : pisco puro negra criolla

Huevo: huevos frescos (yemas y claras)

Goma : Xanthan

Estos componentes corresponden al 50 % de la formulación y forman la mezcla que fue optimizada.

- Mezcla (Pisco puro negra criolla + huevo + goma xanthan)

- Componentes constantes en la fórmula

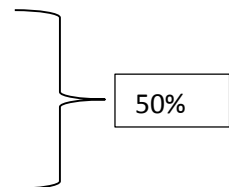
Son los siguientes: extracto de cáscaras de huevo y limón (33 %) y azúcar blanca refinada (17 %).

Estos componentes corresponden al 50 % restante de la formulación que se mantiene constante.

- Restricciones en la formulación

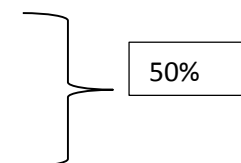
Componentes variables: 50 % de la formulación:

1. $30 \% \leq \text{contenido de pisco} \leq 40 \%$
2. $10 \% \leq \text{contenido de huevo} \leq 20 \%$
3. $0 \% \leq \text{contenido de xanthan} \leq 0,1 \%$



Componentes constantes: 50 % de la formulación:

- Extracto de cáscaras de huevo y limón = 33 %
- Azúcar blanca refinada = 17%



La suma de los componentes de la mezcla a ser estudiada y optimizada es del 50 % de la formulación y la suma de los componentes constantes es 50% ambas hicieron el 100% de la formulación.

Para la determinación de la mezcla óptima de los tres componentes se ejecutó los 16 tratamientos proporcionado por las condiciones experimentales que se muestra en la Tabla 12.

Se estudió los efectos de los tres componentes de la mezcla: (X1: Pisco, X2: huevo y X3: goma xantan) sobre las respuestas Y1, Y2 y Y3.

El diseño fue corrido en un solo bloque. El orden de los experimentos fue completamente aleatorizado, el modelo seleccionado fue cuadrático.

El diseño se ajustó al modelo con todos los términos de primero y segundo orden, y con algunos términos de tercer orden, de acuerdo al siguiente cuadro de formulación y resumen:

En la Tabla 13 se presentan las condiciones experimentales para la mezcla a investigar obtenidas mediante el software Design-Expert V.11, obteniéndose 16 tratamientos en una sola corrida.

Tabla 13*Condiciones experimentales para mezcla óptima del licor “Leche de monja”.**Optimal (Custom)*

Tratamientos	COMPONENTES %			RESPUESTAS
	X1: Pisco % v/v	X2: Huevo % v/v	X3: Xanthan % p/v	Y1: Aceptabilidad Sensorial Y2: Estabilidad Reológica Y3. Características físicas y químicas producto óptimo
1	34,9875	14,9875	0,0250	
2	39,9333	10,0000	0,0667	
3	34,9500	14,9500	0,1000	
4	33,3000	16,6000	0,1000	
5	40,0000	10,0000	0,0000	
6	30,0000	19,9333	0,0667	
7	30,0000	19,9333	0,0667	
8	36,6667	13,3333	0,0000	
9	34,9875	14,9875	0,0250	
10	30,0000	20,0000	0,0000	
11	34,9500	14,9500	0,1000	
12	39,9333	10,0000	0,0667	
13	34,9875	14,9875	0,0250	
14	32,4875	17,4625	0,0500	
15	33,3333	16,6667	0,0000	
16	37,4625	12,4875	0,0500	

Nota: Desing-Expert V. 11 (2019)

Tabla 14*Preparación de los tratamientos*

Tratamiento	Pisco ml	Huevo ml	Xanthan ml	Azúcar ml	Extracto cáscaras ml	Total ml
1	349,88	149,88	0,2500	170,00	330,00	1000,00
2	399,33	100,00	0,6667	170,00	330,00	1000,00
3	349,50	149,50	1,0000	170,00	330,00	1000,00
4	333,00	166,00	1,0000	170,00	330,00	1000,00
5	400,00	100,00	0,0000	170,00	330,00	1000,00
6	300,00	199,33	0,6667	170,00	330,00	1000,00
7	300,00	199,33	0,6667	170,00	330,00	1000,00
8	366,67	133,33	0,0000	170,00	330,00	1000,00
9	349,88	149,88	0,2500	170,00	330,00	1000,00
10	300,00	200,00	0,0000	170,00	330,00	1000,00
11	349,50	149,50	1,0000	170,00	330,00	1000,00
12	399,33	100,00	0,6667	170,00	330,00	1000,00
13	349,88	149,88	0,2500	170,00	330,00	1000,00
14	324,88	174,63	0,5000	170,00	330,00	1000,00
15	333,33	166,67	0,0000	170,00	330,00	1000,00
16	374,63	124,88	0,5000	170,00	330,00	1000,00

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla 14 se presentan las cantidades en ml de los componentes de la formulación general de la “Leche de monja” para cada uno de los 16 tratamientos. El azúcar se midió en ml. ($d=1,53 \text{ g/ml}$).

Asimismo, se procedió a preparar los 16 tratamientos para un volumen de muestra de 1000 ml por tratamiento. Los componentes fueron medidos en función del porcentaje volumen / volumen (% v/v). Para el caso del azúcar se convirtió a volumen empleando como valor de la densidad del azúcar 1,53 gr/ml. Para la goma xanthan, por ser cantidades muy pequeñas se consideró que 1 ml = 1gr. Como los demás componentes son líquidos, no hubo mayor dificultad. En la Figura 10 se presenta las 16 muestras obtenidas.

Figura 9

Tratamientos para optimización de mezcla pisco, huevo y xanthan



Fuente:Elaboración propia

– Análisis físicos, químicos y sensoriales

Se realizaron los siguientes análisis físicos, químicos y sensoriales:

▪ A las materias primas:

- Pisco : Medición de grado alcohólico NTP. 210.003:2003 y densidad
- Huevos : Peso promedio y de sus partes
- Xanthan : Inspección de ficha técnica
- Azúcar : Densidad absoluta
- Limón : pH, Acidez Total, densidad
- Extracto de cáscaras y zumo de limón : pH, acidez total.

▪ A los tratamientos:

Análisis sensorial : color, sabor, olor y aspecto según escala hedónica estructurada de 9 puntos. (Anexo 2)

Análisis reológicos : viscosidad, Índice de consistencia (k) e índice de flujo (n) (Viscosímetro Fungilab Expert). (Ver Anexo 10).

▪ Al producto óptimo:

- Determinación grado alcohólico. NTP. 210.003:2003 (2003).
- Determinación de sólidos solubles: Refractometría.
- Prueba hedónica: Muestra óptima y muestra comercial.
- Prueba sensorial descriptiva: Muestra de licor optimizado.
- Balance de materia del producto optimizado.

4.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La validez de la predicción y efecto significativo del modelo fue tratado mediante el análisis de varianza (ANOVA), en ella se observó el grado de significación del modelo de regresión con la ayuda del valor P (p-valor < 0,05).

Para los cálculos necesarios se utilizó la hoja de cálculo de MS Excel (2013) y los programas estadísticos Design-Expert V. 11.0 para el diseño experimental y el procesamiento estadísticos de los resultados.

Con los datos de los 16 tratamientos para las variables respuesta se desarrolló modelos matemáticos de primer orden conteniendo los términos lineales, cuadráticos y de interacción y para determinar sus índices se empleó la metodología de superficie de respuesta.

Donde:

Y = Respuestas

x1: pisco puro negra criolla

x2: huevo

x3: goma xanthan

β : Índices del modelo de regresión

El modelo para ser considerado predictivo en la región analizada debe presentar regresión significativa (p-valor <0.05), falta de ajuste No significativo en el mismo nivel de significancia y alto valor de R² (más próximo a 1) (Montgomery, 1991).

Para la optimización de la elaboración del licor alcohólico “Leche de monja” se empleó el método de la función deseada que consiste en estandarizar cada respuesta en una función F_d cuyo valor varia de 0 (fuera de rango deseada) a 1 (en el rango deseado) (Derringer y Suich, 1980).

– Licor alcohólico “Leche de monja óptimo”

Con los niveles óptimos del licor alcohólico leche de monja, se procedió a elaborar dicho tratamiento y se realizó la caracterización físico y química comparándolo con los requisitos establecidos por la NTP 211.009:2012 (2012).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Análisis físicos y químicos

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos del proceso de recolección de información.

5.2. RESULTADOS

a) Resultados de análisis físicos y químicos de las materias primas

- Pisco puro no aromático variedad negra criolla de Moquegua

Tabla 15

Análisis del pisco puro no aromático negra criolla

Análisis	Resultados
Grado alcohólico	48,00 % vol/vol.
Densidad a 20°C / 20°C	0,9350 g/ml

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 15 se presenta los resultados promedio de la medición del grado alcohólico del pisco puro no aromático variedad negra criolla de procedencia de la región Moquegua. Se trata de un pisco obtenido por destilación en alambique y de corte alto es decir con alto grado alcohólico.

La norma técnica NTP 211.009:2012 señala que el pisco tiene un grado alcohólico que va desde 38,00 % vol/vol hasta 48,00 % vol/vol, obtenido mediante destilación a grado, sin embargo hay que señalar que en la región Moquegua se practica la destilación con corte alto y luego la adición de agua para rebajarlo hasta el grado comercial. En este caso se ha usado pisco de 48,00 % vol/vol sin adición de agua.

– Huevo fresco

Tabla 16

Peso promedio de huevo fresco

Análisis	Resultados	
	Gramos	%
Peso promedio del huevo	60,50 g	100,0
Peso promedio de clara	31,60 g	52,3
Peso promedio de yema	22,20 g	36,4
Peso promedio de cáscara de huevo	6,80 g	11,3

Fuente: elaboración propia

Figura 10

Huevos frescos de gallina



Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 16 muestra los pesos promedios para huevo fresco. Según la norma técnica Indecopi NTP 011.219:2015, los huevos de gallina aptos para consumo directo, según su masa se clasifican en : extra grande: > 65,00 g ; grande: 56,0 g a 64,99 g : mediano: 49,0 g a 55,99 g y pequeño: 42,0 g a 48,99 g (Indecopi NTP 011.219:2015, 2015). Según esta calificación los huevos usados tuvieron peso promedio de 60,50 g; fueron de tamaño grande, que en el mercado corresponden a 15 unidades por kilo, tal como se aprecia en la Figura 11.

– Limón

Tabla 17

Peso promedio de limón variedad Sutil

Análisis	Resultados	
	Gramos	%
Peso promedio de limón	33,733	100,00
Peso promedio de zumo	15,193	45,03
Peso promedio cáscaras	18,000	53,36
Peso promedio de pepas	0,540	1,60

Fuente: elaboración propia

Figura 11

Limón sutil



Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 17 se presentan los pesos promedios para las partes integrantes del limón sutil, se tomó una muestra de 50 limones. Según la norma técnica Indecopi NTP 011.006:2005, el limón sutil, de acuerdo a su masa se clasifican en extra: 24 limones /kilo; primera: 28 limones / kilo; segunda: 36 limones / kilo. (Indecopi NTP 011.006:2005, 2005).

Según esta calificación los limones utilizados que tuvieron un peso promedio de 33,733 g, fueron de calidad primera que corresponde a 28 limones por kilo, tal como se aprecia en la Figura 12. Los limones empleados fueron de estado de madurez de grado pintón; ni maduro ni verde.

- Extracto de cáscaras de huevo maceradas en zumo de limón

Tabla 18

Análisis realizados de extracto de cáscaras de huevo y zumo de limón.

Análisis	Resultados
pH zumo de limón antes de mezcla	2,30
pH zumo de limón después de mezcla	4,07
Acidez total del zumo de limón (g ácido cítrico/100 ml)	0,5452
Acidez total del extracto (g ácido cítrico/100 ml)	0,3345
Peso de zumo de limón (g)	2 950,00
Peso de cáscaras (g)	150,00
Peso de extracto maceración (kg)	2 640,00
Peso de descarte sólidos húmedos (kg)	160,00

Nota: Los resultados corresponde al promedio de 3 mediciones. Estos datos se utilizaron para el balance de materia en la formulación final.

Interpretación

En la Tabla 18 se presenta los resultados de los análisis realizados al extracto de la maceración de las cáscaras de huevo y zumo de limón.

- Azúcar refinada

Tabla 19

Análisis efectuados a azúcar refinada

Análisis	Resultados
Densidad absoluta a 20°C/20°C	1,53 g / ml
Humedad	0,06 %

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Los valores coinciden con la norma técnica NTP 207.003:2009 de Indecopi (Indecopi, 2009).

La Tabla 19 muestra los resultados para la densidad absoluta de azúcar blanca refinada; esta se determinó por el método de balanza y probeta. Los resultados se utilizaron para convertir la masa de azúcar a valores de volumen. Así mismo se determinó el grado de humedad del azúcar mediante el método de la estufa.

- Medición de pH de algunos componentes de insumos

Tabla 20

Medición de pH en componentes de materias primas

Componente	pH
Clara de huevo	10,22
Yema de huevo	7,01
Zumo de limón	2,30
Extracto de cáscaras y zumo de limón	4,07
Pisco puro no aromático negra criolla	5,6

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Se realizó la medición de pH de algunos componentes de las materias primas, estos resultados se muestran en la Tabla 20.

– Resumen de las variables respuestas del experimento

Tabla 21

Resumen de resultados estadísticos de variables dependientes

Respuesta	Variable	Mezclas	Análisis	Mínimo	Máximo	Media	Std. Dev.	Ratio	Transfor.	Modelo
R1	Viscosidad	16	Polynomial	72,7	329,8	216,36	84,21	4,54	No	Cúbico
R2	Índice de Flujo	16	Polynomial	0,6641	2,5774	1,76	0,5620	3,88	No	Cuadrático
R3	Coefficiente de consistencia	16	Polynomial	0,0777822	16,6435	2,28	4,27	213,98	No	Cúbico Especial
R4	Estabilidad	16	Polynomial	0,641379	1,0	0,8237	0,1178	1,56	No	Lineal
R5	Aspecto	16	Polynomial	2,3	5,4	4,20	0,9628	2,35	No	Lineal
R6	Color	16	Polynomial	5,3	6,6	5,76	0,3846	1,25	No	Lineal
R7	Olor	16	Polynomial	5,4	6,2	5,85	0,2658	1,15	No	Lineal
R8	Sabor	16	Polynomial	5,4	6,1	5,73	0,2100	1,13	No	Lineal

Fuente: Desing–Expert V.11.

Interpretación

En la Tabla 21 se presenta el resumen de tratamiento estadístico de las respuestas para las variables dependientes del experimento. En el Anexo 11 se muestra el gráfico de correlaciones entre los componentes de la muestra y las respuestas. Este cuadro organiza en una matriz las relaciones de correlación entre los componentes de la mezcla en estudio y las respuestas, que permite visualizar en forma rápida las interacciones. Los colores rojos indican buena correlación y los azules baja correlación

b) Resultados de la aceptabilidad sensorial

- Efecto de la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan sobre la aceptabilidad sensorial.

Tabla 22

Resultado de evaluación sensorial de los tratamientos

Tratamientos	X1: Pisco	X2: Huevo	X3: Xanthan	P R O M E D I O S			
				Aspecto	Olor	Color	Sabor
				ml	ml	g	
1	349,88	149,88	0,2500	4,50	6,20	5,80	5,82
2	399,33	100,00	0,6667	3,10	6,10	5,30	5,90
3	349,50	149,50	1,0000	4,0	6,00	5,75	5,84
4	333,00	166,00	1,0000	4,65	5,70	5,60	5,60
5	400,00	100,00	0,0000	2,50	6,20	5,30	6,10
6	300,00	199,33	0,6667	5,40	5,40	6,40	5,50
7	300,00	199,33	0,6667	5,00	5,40	6,30	5,40
8	366,67	133,33	0,0000	3,60	5,70	5,92	5,88
9	349,88	149,88	0,2500	4,55	5,80	5,80	5,83
10	300,00	200,00	0,0000	5,40	5,50	6,60	5,40
11	349,50	149,50	1,0000	4,60	6,10	5,70	5,80
12	399,33	100,00	0,6667	2,30	6,00	5,35	6,00
13	349,88	149,88	0,2500	4,50	6,00	5,70	5,79
14	324,88	174,63	0,5000	5,10	5,70	5,60	5,50
15	333,33	166,67	0,0000	4,60	5,80	5,70	5,60
16	374,63	124,88	0,5000	3,40	6,00	5,40	5,80

Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 22 se presenta el resultado de la evaluación sensorial de los tratamientos, efectuados por un panel de jueces semi entrenados.

Figura 12

Muestras de licor “Leche de monja” previa a la cata



Fuente: elaboración propia

Interpretación

Las unidades experimentales del presente trabajo de investigación se ordenaron para la cata, tal como de muestra en la Figura 13. El análisis se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG y en la localidad de Moquegua.

Se contó con 12 panelistas semi entrenados, productores y/o catadores de pisco; conocedores de las características de este producto y de los métodos de análisis sensorial.

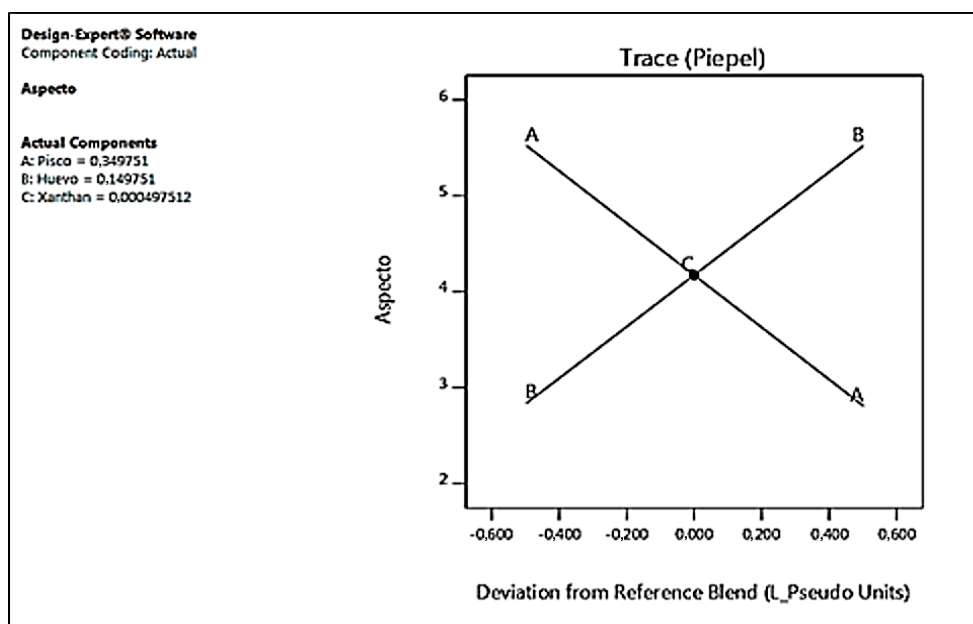
El instrumento de evaluación, ficha de cata, se muestra en el Anexo 3, y fue utilizado tanto para el análisis de las unidades experimentales en estudio, como en la prueba sensorial comparativa entre la muestra óptima y la muestra comercial.

Resultados de la aceptabilidad sensorial

- Aspecto

Figura 13

Efectos principales para la aceptabilidad del aspecto



Fuente: Design expert V.11.

Interpretación

Con los resultados promedios de la aceptabilidad del aspecto, se realizó el análisis de efectos principales de los componentes de la mezcla (A: Pisco, B: Huevo y C: goma xanthan) estos efectos se muestran en el gráfico de trazado que se muestra en la Figura 14.

Dicho análisis preliminar muestra que al factor B: Huevo como el más importante a considerar en lo que a la aceptabilidad sensorial del aspecto corresponde. Cantidades mayores de huevo reportaran mejores condiciones de

aceptación del licor “Leche de monja”, mientras que a mayor cantidad de pisco evidencia el efecto contrario.

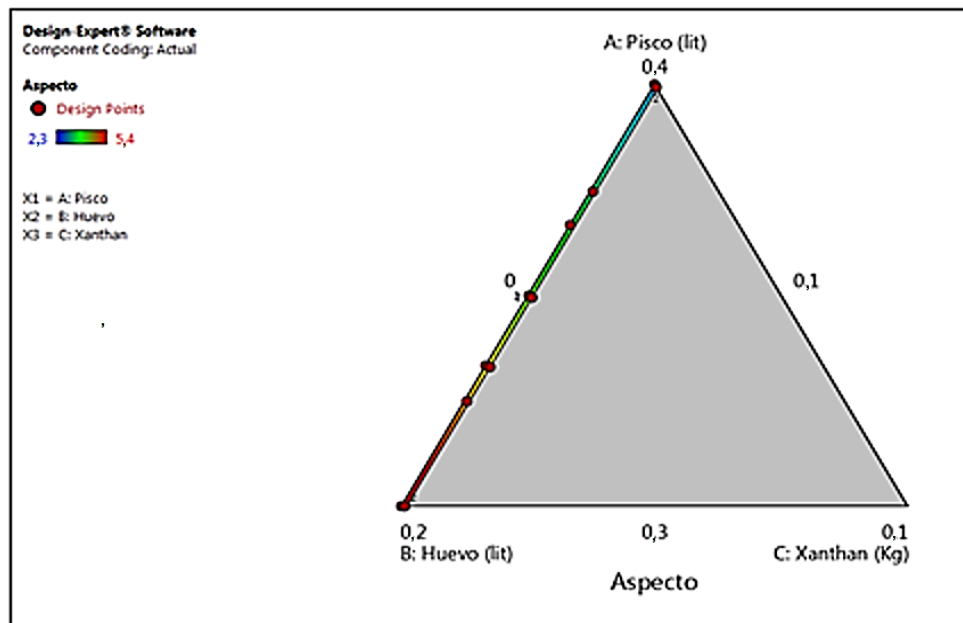
El análisis de varianza presentada en el Anexo 4.a para el modelo de regresión lineal para la aceptabilidad del aspecto, mostró un índice de determinación de $R^2 = 0,8985$; un índice de variación de 7,84 %. El modelo presenta además regresión altamente significativa (p valor $<0,0001$) para una probabilidad $\leq 0,05$. Además presenta falta de ajuste No significativa (p valor= 0,5798); por lo que esta ecuación puede usarse con fines de predicción de valores en la región estudiada y construcción del respectivo diagrama de superficie de respuesta.

La ecuación empírica para el aspecto, resultado del ajuste de los datos experimentales resultó ser:

$$\text{Aspecto} = 0,179306 * \text{Pisco} + 27,3486 * \text{Huevo} + 28,7307 * \text{Xanthan}$$

Figura 14

Curva de contorno de aceptabilidad del aspecto del licor “Leche de monja”.



Fuente :Generado por Design Expert V.11.

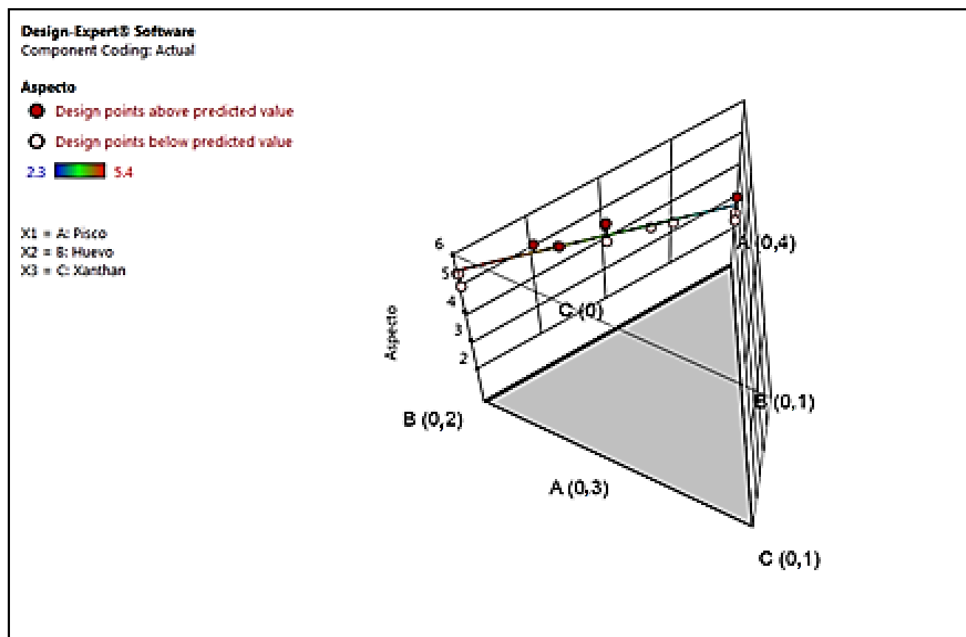
Interpretación

Se construyó el modelo de regresión desarrollado para la percepción del aspecto. En la Figura 15, se muestra la curva de contorno para la aceptabilidad del aspecto del licor “Leche de monja”, según la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan. Se muestra que la región de máxima intensidad (en rojo) en percepción del atributo aspecto del licor alcohólico “Leche de monja”, ocurre en aquellas muestras que han tenido una menor concentración de pisco, mayor concentración de huevo y bajo nivel de goma xanthan.

Esto demuestra que una mayor concentración de huevo permite un producto más homogéneo y una concentración más baja de goma xanthan previene la coalescencia del producto independiente de la concentración de pisco.

Figura 15

*Curva de superficie de respuesta 3D de aceptabilidad del aspecto del licor
“Leche de monja”*



Fuente :Generado por Design Expert V.11.

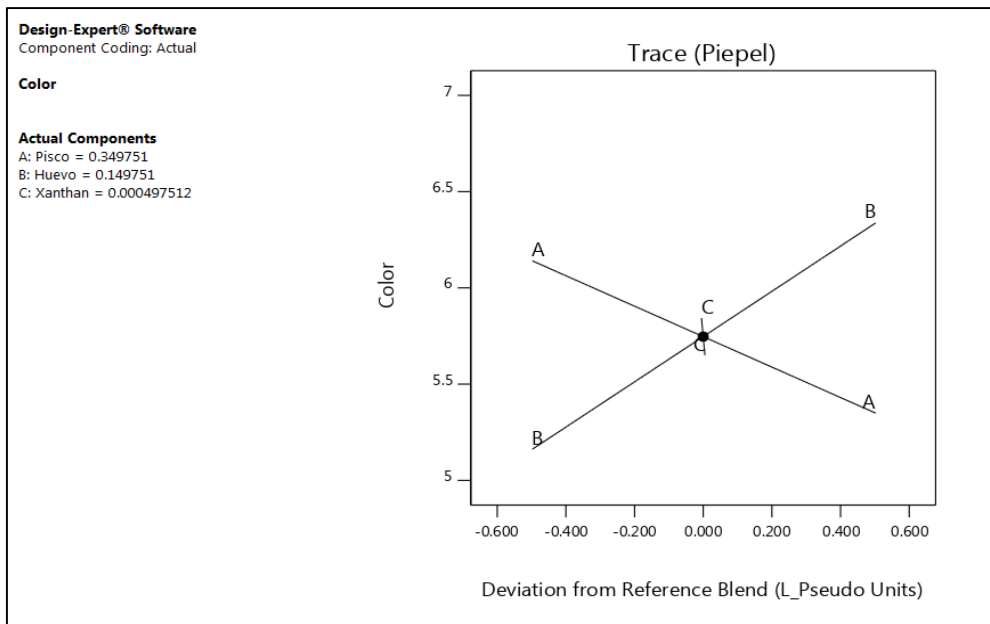
Interpretación

En base a la curva de contorno de aceptabilidad, se construyó la curva de superficie de respuesta 3D para la aceptabilidad del aspecto del licor “Leche de monja”, según la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan

– Color

Figura 16

Efectos principales para la aceptabilidad del color



Fuente :Generado por Design Expert V.11.

Interpretación

Con los resultados promedios de la aceptabilidad del color (Tabla 18), se realizó el análisis de los efectos principales: Pisco, huevo y goma xanthan que se muestra en la Figura 17. Este análisis muestra que la importancia del factor huevo en la aceptabilidad del color en el licor alcohólico “Leche de monja” es mayor en tanto más sea la concentración de huevo pues el color de las yemas le dará el tono de color amarillo que es muy valorada en este tipo de licor.

El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.b, para el modelo de regresión completo para la variable dependiente color, mostró un índice de determinación $R^2 = 0,7636$; un índice de variación de 3,48 %.

El modelo presenta además regresión lineal significativa (p valor $< 0,0001$) para una probabilidad $p \leq 0,05$. Además presenta falta de ajuste no significativo, p valor = 0,0016; por lo que esta ecuación puede usarse con fines de predicción de valores en la región estudiada y la construcción del respectivo diagrama de superficie de respuesta.

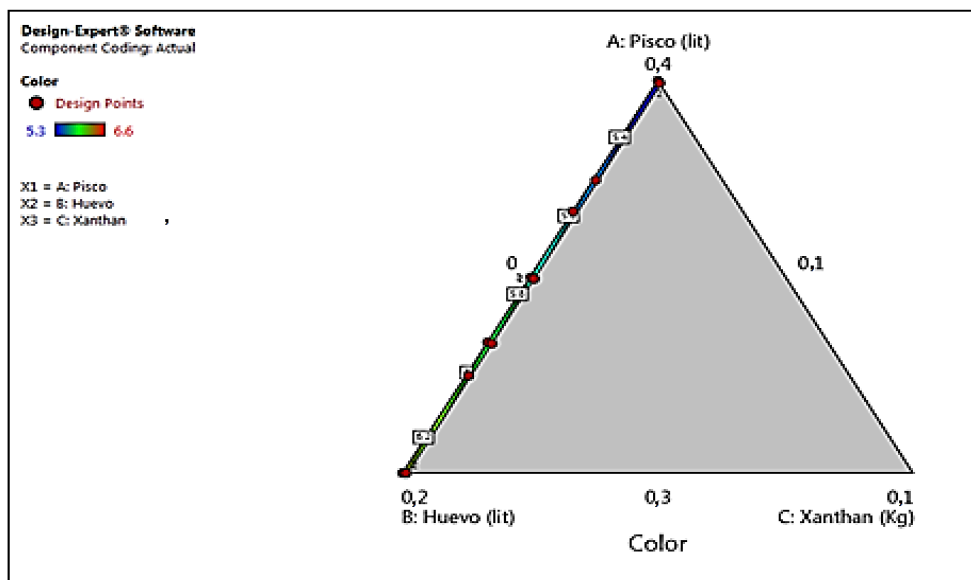
La ecuación empírica para el color resultado del ajuste de los datos experimentales resultó ser un Modelo de regresión para color:

$$\text{Color} = 8,72281 * \text{Pisco} + 18,6038 * \text{Huevo} - 180,486 * \text{Xanthan}$$

Con el modelo de regresión desarrollado para la percepción del color se construyó la Figura 18 de contorno.

Figura 17

Curva de contorno para la aceptabilidad del color

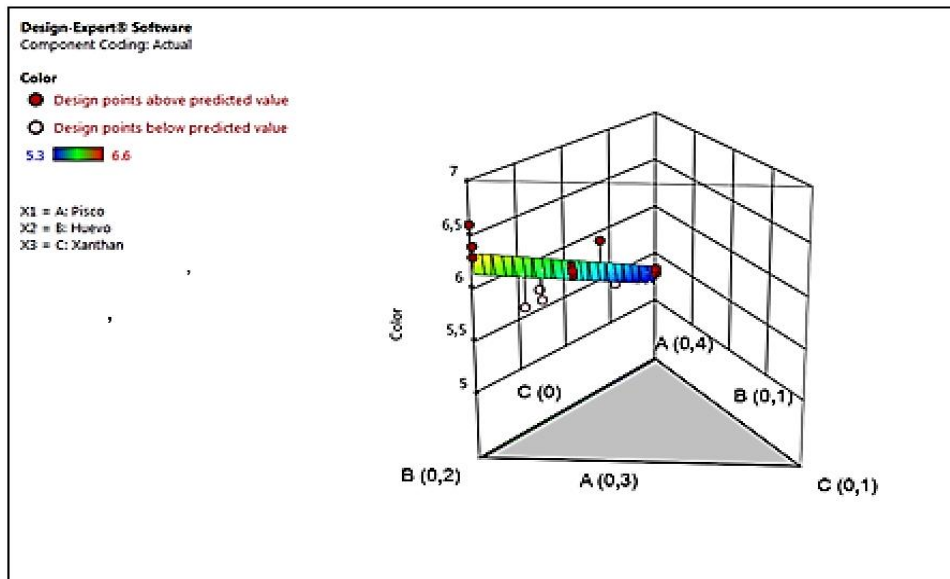


Fuente :Generado por Design Expert V.11.

En la Figura 18 se muestra que bajo el efecto del pisco y huevo, se hace evidente el efecto del huevo que aporta color debido a las yemas, siendo la región de aceptabilidad cercana a 6,4 en una escala hedónica de 9 puntos, en la zona de nivel alto para el huevo (región en amarillo); goma xanthan por estar en concentraciones muy bajas no influye en el color del licor alcohólico “Leche de monja”.

Figura 18

Superficie de respuesta de aceptabilidad del color del licor alcohólico “Leche de monja” según pisco, huevo y goma xanthan



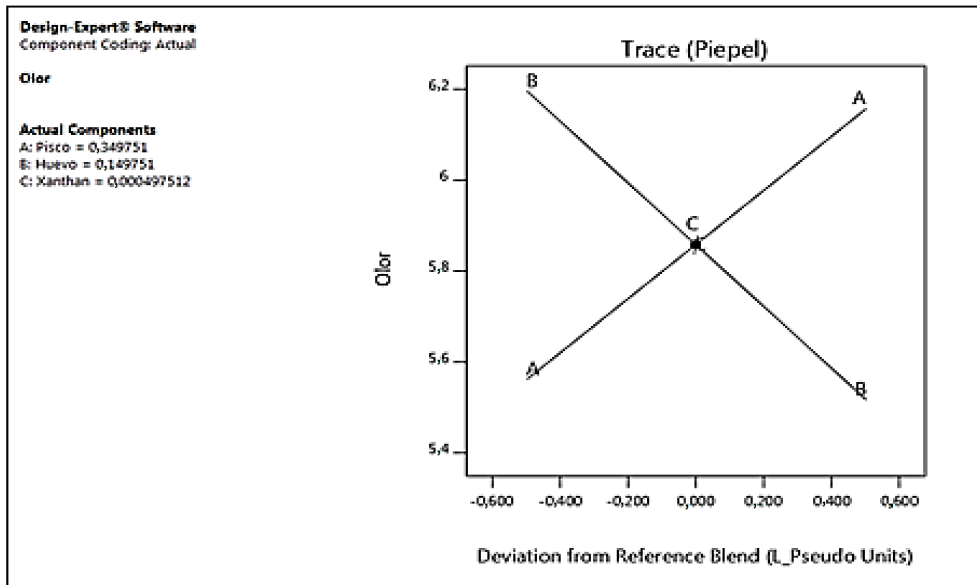
Fuente :Generado por Design Expert V.11.

En la Figura 19 se aprecia la superficie de respuesta para la interacción de los factores principales A: pisco y B: huevo donde se aprecia que a mayor cantidad de pisco, menor es la aceptabilidad en color y caso contrario sucede con el huevo representada en la zona amarilla.

– Olor

Figura 19

Efectos principales para la aceptabilidad del olor



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

Con los resultados promedios de la aceptabilidad del olor (Tabla 21) se realizó el análisis de los efectos principales A: pisco, B: huevo y C: goma xanthan que se muestra en la Figura 20.

Se destaca que el factor A: Pisco tiene relación directa con la mayor aceptabilidad del olor pues el pisco aporta componentes aromáticos que son apreciados en el licor “Leche de monja”. El factor B: huevo presenta máxima aceptabilidad para luego descender a medida que se incrementa su concentración, rechazándose cuando el olor a huevo se hace más pronunciado. C: goma xanthan no tiene influencia en el olor.

El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.c, para el modelo de regresión completo para la aceptabilidad del olor, mostró un índice de determinación $R^2 = 0,6520$; y un índice de variación de 2,88%. El modelo presenta además regresión significativa (p valor=0,0010) para una probabilidad $\leq 0,05$. Asimismo presenta falta de ajuste No significativa (p valor =0,2419); por lo esta ecuación puede considerarse para fines de predicción de valores en la región en estudio y la construcción del respectivo diagrama de superficie de respuesta.

La ecuación empírica que relaciona a las variables en estudio con respecto a la aceptabilidad sensorial del olor del licor “Leche de monja”, como resultado del ajuste de los datos experimentales es:

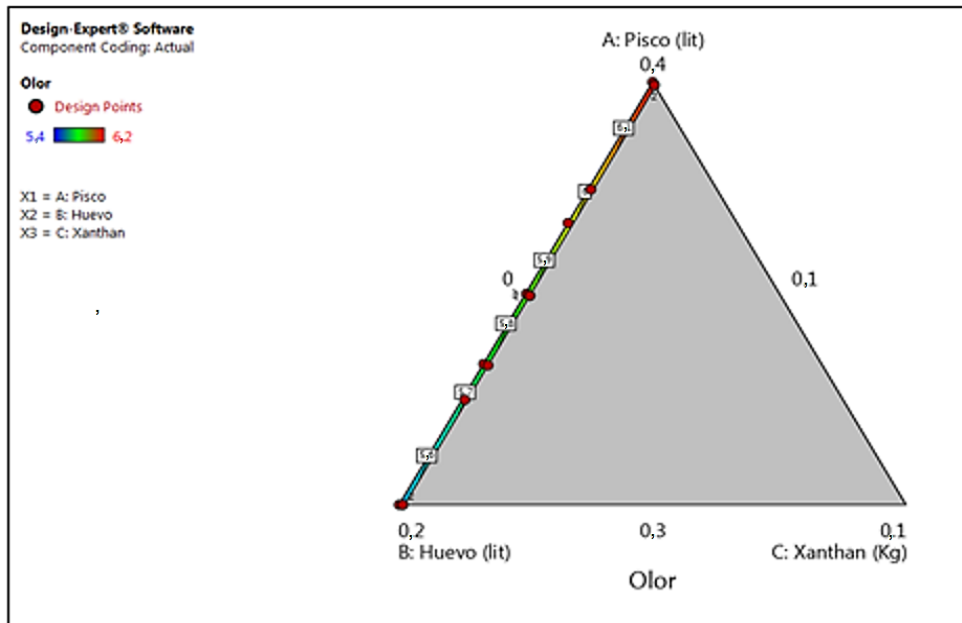
El modelo de regresión desarrollado para la percepción del olor (modelo lineal) es:

$$\text{Olor} = 13,5931 * \text{Pisco} + 7,19589 * \text{Huevo} + 52,7121 * \text{Xanthan}$$

Este modelo se usó para construir la Figura 21, curva de contorno y la Figura 22 superficie de respuesta. El modelo matemático hallado representa adecuadamente los datos experimentales.

Figura 20

Curva de contorno de aceptabilidad del olor del licor alcohólico “Leche de monja” según mezcla de pisco, huevo y goma xanthan.



Fuente: Design Expert V.11

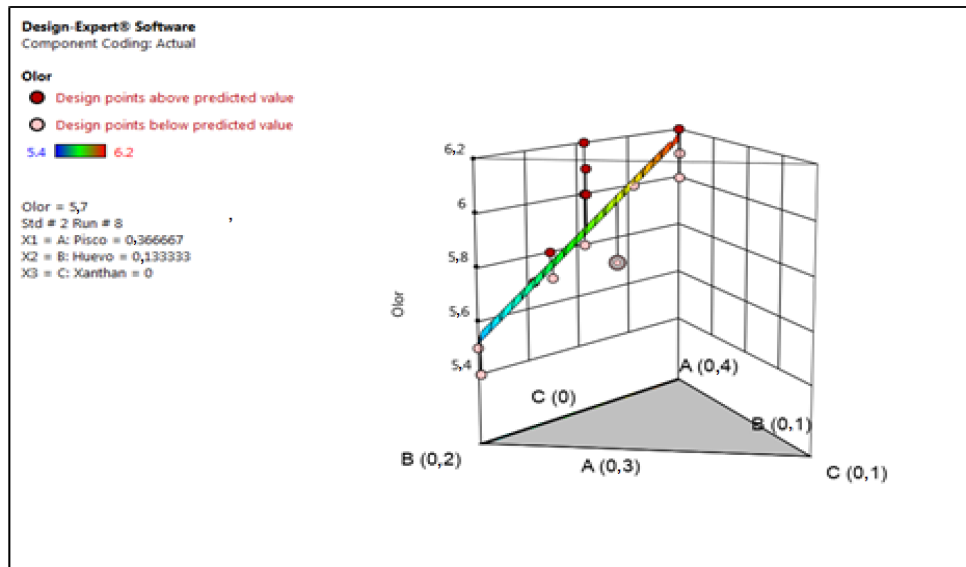
En la Figura 22 se muestra la superficie de respuesta para esta mezcla y se aprecia la tendencia cuando se hace máxima la aceptabilidad del olor, observándose una región en intensidad en color naranja a rojo, y dicha percepción ocurre para el efecto del pisco cuando es máxima y la concentración de huevo se hace mínima.

Esto demuestra que la aceptabilidad del olor en el licor alcohólico “Leche de monja” depende de las variables en estudio propuestas; y además está en rango de 5,0 a 6,1 que según la escala hedónica empleada, categoriza al licor “Leche de monja” entre “me gusta” y me “gusta mucho”.

Figura 21

Curva de superficie de respuesta de aceptabilidad del olor del licor alcohólico

“Leche de monja” según pisco, huevo y goma xanthan

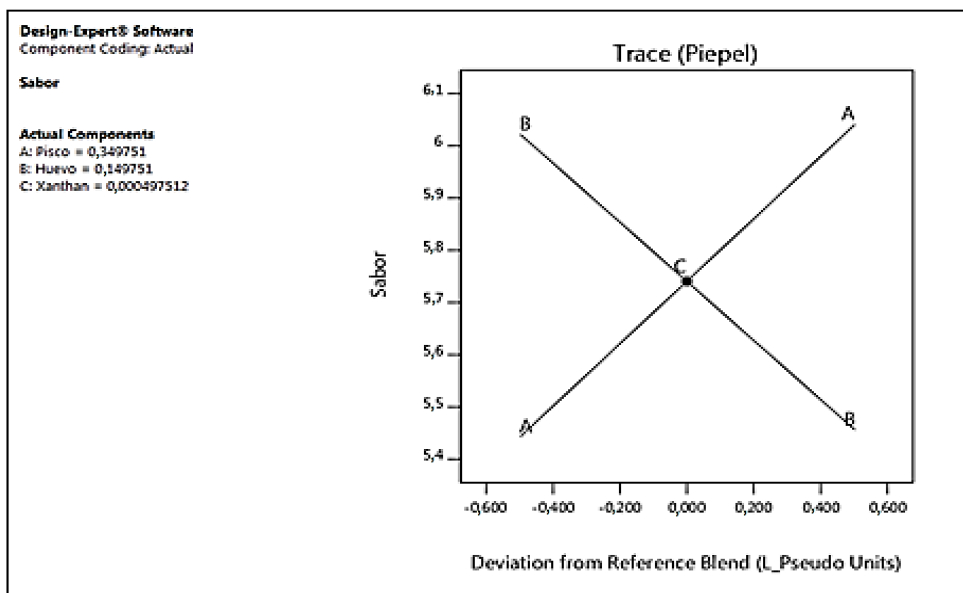


Fuente: Design Expert V.11

– Sabor

Figura 22

Efectos principales para la aceptabilidad del sabor.



Fuente: Desing-Expert V.11.

Interpretación

Si bien los gustos ácidos y dulces se perciben en mezcla como propiedades sensoriales distintas, la intensidad del gusto ácido y dulce es diferente cuando ambos están presentes. La supresión es un fenómeno por el cual la intensidad percibida de dos gustos en una mezcla es menor que si los mismos se percibieran por separado a igual nivel de concentración. (Lawless y Heymann, 1999).

Con los resultados promedios de la aceptabilidad del sabor presentado en la Tabla 18, se realizó el análisis de los efectos principales de los componentes de la mezcla A: Pisco, B: huevo y C: goma xantán. (Figura 23).

El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.d. para el modelo matemático hallado representa adecuadamente los datos experimentales. Además el valor del índice de determinación múltiple (R²) es 0,8767, valor muy cercano a 1 o 100 % y un índice de variación 1,38 % para el modelo lineal de la mezcla. Además el modelo lineal presenta regresión significativa (p valor <0,0001) para una probabilidad ≤ 0,05.

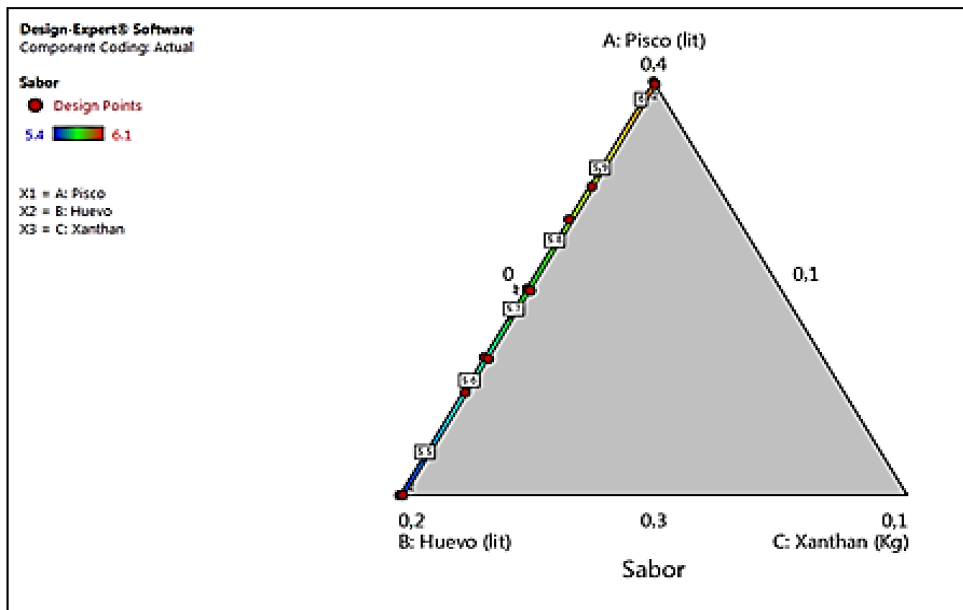
También presenta falta de ajuste (p valor = 0,0811) por lo que esta ecuación es confiable para fines de predicción de valores en la región estudiada y la construcción de la respectiva curva de superficie de respuesta.

$$\text{Sabor} = 13,2507 * \text{Pisco} + 7,40519 * \text{Huevo} - 5,87112 * \text{Xanthan}$$

Con esta ecuación ajustada mediante regresión, se construyó la Figura 24 curva de contorno de los componentes principales.

Figura 23

Curva de contorno para la aceptabilidad del sabor



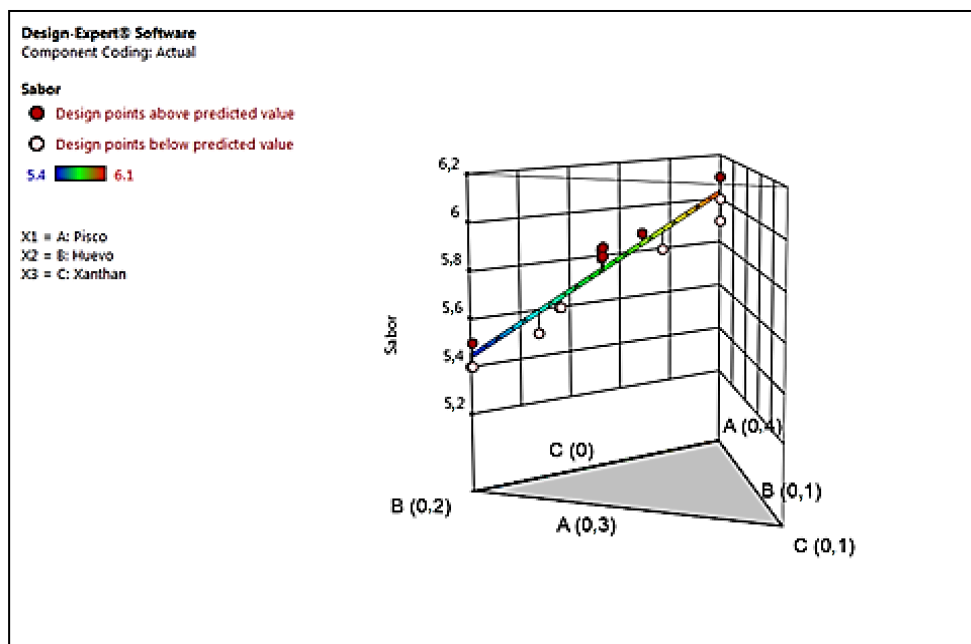
Fuente: Desing-expert V.11

En la Figura 24, curva de contorno, se aprecia que la zona naranja a roja, que representa la mayor aceptabilidad del sabor se encuentra cuando la concentración de pisco es mayor.

Esto demuestra que una mayor concentración de pisco permite licores más aceptados en sabor, esto se explica puesto que el licor tiene como base al pisco puro que siendo este un producto bastante alcohólico aporta aromas, el huevo enmascara la percepción alcohólica permitiendo una mayor aceptación del licor alcohólico “Leche de monja”, asimismo el típico sabor a huevo ya no es tan rechazado cuando se supera más del 19 % vol/vol de concentración de alcohol.

Figura 24

Superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor



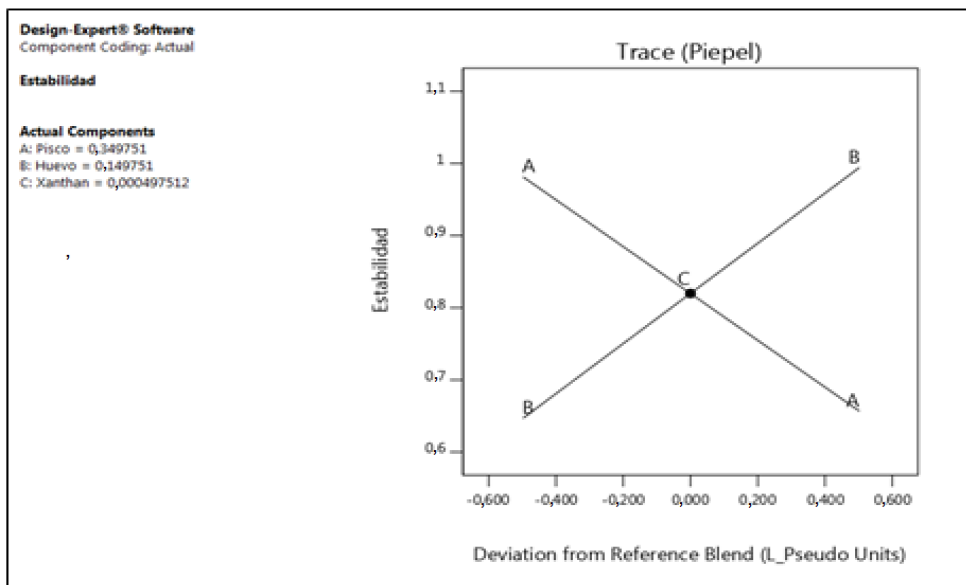
Fuente: Design-expert V.11.

La Figura 25 representa la superficie de respuesta para el modelo lineal de la mezcla, se aprecia que la zona de color amarilla a naranja es la de mayor aceptabilidad para el sabor y es directamente proporcional a la cantidad de pisco en la mezcla.

– Estabilidad

Figura 25

Efectos principales para la estabilidad



Fuente: Design-expert V.11.

La estabilidad del licor alcohólico “Leche de monja” es una característica que se ha considerado como importante, porque es la manifestación directa de la interacción entre los componentes de la mezcla y que es posible medirla a través de la altura en centímetros de las dos fases formadas en cada uno de los tratamientos y poder deducir a partir de esta variable, la mezcla que asegure una estabilidad sin que haya coalescencia.

Con los resultados promedios de la estabilidad (Tabla 18) se realizó el análisis de los efectos principales (Figura 26).

En la Figura 27 se muestra la tendencia de cuando se hace máxima la estabilidad, observándose una región de máxima intensidad en color naranja a rojo, y dicha percepción ocurre bien para el efecto combinado de pisco y huevo, y es mayor la estabilidad aparentemente cuando la concentración de pisco es mínima 30 % de la mezcla, equivalente en un rango de 15 a 16 % vol/vol.

El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.e, para el modelo de regresión completo para la estabilidad mostró un índice de determinación $R^2=0,9243$ y un índice de variación de 4,23 %.

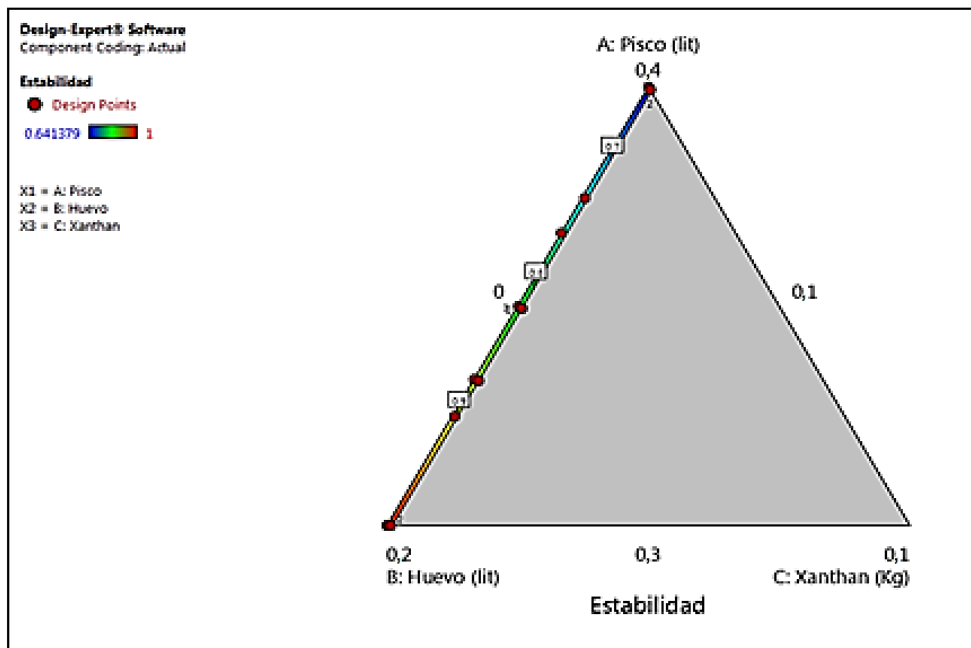
El modelo presenta además regresión significativa (p valor $< 0,0001$) para una probabilidad $\leq 0,05$. Asimismo, presenta falta de ajuste No significativa (p valor $=0,5051$); por lo que esta ecuación puede usarse con fines de predicción de valores en la región estudiada y para la construcción de la curva de contorno y la superficie respuesta.

$$\text{Estabilidad} = 0,637879 * \text{Pisco} + 4,01509 * \text{Huevo} - 9,17823 * \text{Xanthan}$$

Con esta ecuación ajustada mediante regresión, se construyó la curva de contorno (Figura 27) y superficie de respuesta (Figura 28).

Figura 26

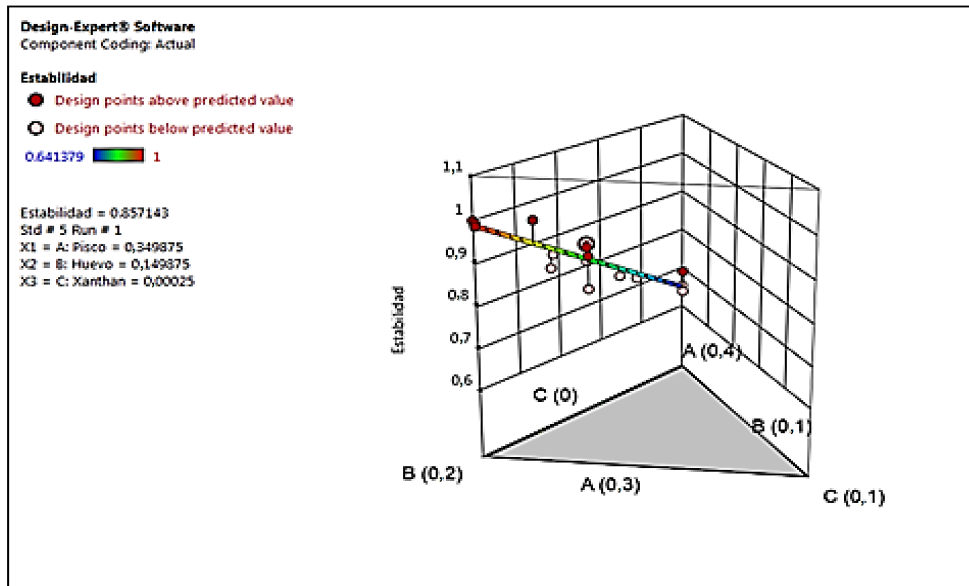
Curva de contorno para la aceptabilidad de la estabilidad.



Fuente: Design-expert V.11.

Figura 27

Superficie de respuesta para la estabilidad del licor alcohólico “Leche de monja” según pisco, huevo y goma xanthan



Fuente: Desing-expert V.11.

La Figura 28 muestra que una menor concentración de pisco en la mezcla permite que el licor “Leche de monja” sea más estable, esto se explica debido a que el licor tiene como base al pisco puro que siendo este un producto alcohólico presenta una densidad menor que el agua, y usándolo en menor concentración afecta a la densidad final de la mezcla aumentándola; el huevo en concentración máxima de la mezcla permite un aumento de los sólidos solubles y de proteínas dando una mayor estabilidad en el licor alcohólico “Leche de monja” (zona amarilla a roja).

Asimismo el típico color amarillo de la yema de huevo se acentúa cuando se supera más del 19 % de concentración de huevo en la mezcla estudiada.

c) Resultados de la estabilidad reológica

Efecto de la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan sobre las características reológicas

Tabla 23

Análisis de las características reológicas del licor “Leche de monja”

Tratamientos	X1: Pisco (% /100)	X2:Huevo (% /100)	X3:Xanthan (% /100)	n	K (Pas ⁿ)	Viscosidad (Cp)
1	0,34988	0,14988	0,00025	1,7042	0,2975	250,50
2	0,39933	0,10000	0,00067	1,1276	5,5477	90,09
3	0,34950	0,14950	0,00100	1,6791	0,3199	219,90
4	0,33300	0,16600	0,00100	1,7071	0,2800	253,80
5	0,40000	0,10000	0,00000	0,6641	16,6435	72,70
6	0,30000	0,19933	0,00067	2,0853	0,1355	314,50
7	0,30000	0,19933	0,00067	2,0326	0,1509	329,80
8	0,36667	0,13333	0,00000	1,7212	0,8831	154,80
9	0,34988	0,14988	0,00025	2,5774	0,0778	247,70
10	0,30000	0,20000	0,00000	2,0360	0,1500	307,70
11	0,34950	0,14950	0,00100	0,9262	3,4329	197,70
12	0,39933	0,10000	0,00067	1,1276	5,5477	81,69
13	0,34988	0,14988	0,00025	2,5260	0,0833	248,50
14	0,32488	0,17463	0,00050	1,8775	0,2875	285,60
15	0,33333	0,16667	0,00000	1,9065	0,2613	235,00
16	0,37463	0,12488	0,00050	2,4533	2,3822	144,00

Nota: Viscosidad medida a 25°C en viscosímetro Fungilab Expert.

Interpretación

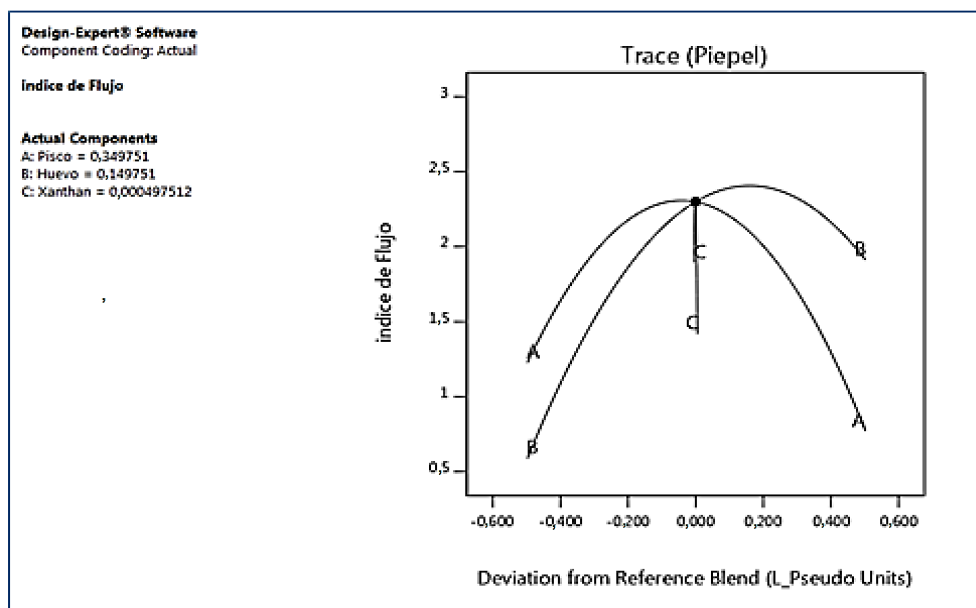
La Tabla 23 muestra los resultados promedios de las características reológicas del licor “Leche de monja” para los 16 tratamientos según el diseño de mezcla elegido mediante Design-Expert v.11.

La viscosidad fue medida mediante el viscosímetro marca Fungilab modelo Expert. Los cálculos para hallar el índice de flujo (n) y el índice de consistencia (k) se determinaron siguiendo los procedimientos de la ecuación de potencia despejada que se presenta en el (Anexo 5).

- Índice de fluido (n) del licor “Leche de monja”

Figura 28

Efectos principales de la mezcla para el índice de flujo



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

En la Tabla 23 se presentan los resultados promedios para el índice de fluido (n), con estos resultados se realizó el análisis de los efectos principales de la mezcla A: pisco, B: huevo, C: goma xanthan; se destaca que los componentes de la mezcla tienen una influencia sobre el índice de flujo. Es de notar que el comportamiento es de orden cuadrático siendo máximo cuando el cambio tiende a cero, esto se muestra en la Figura 29.

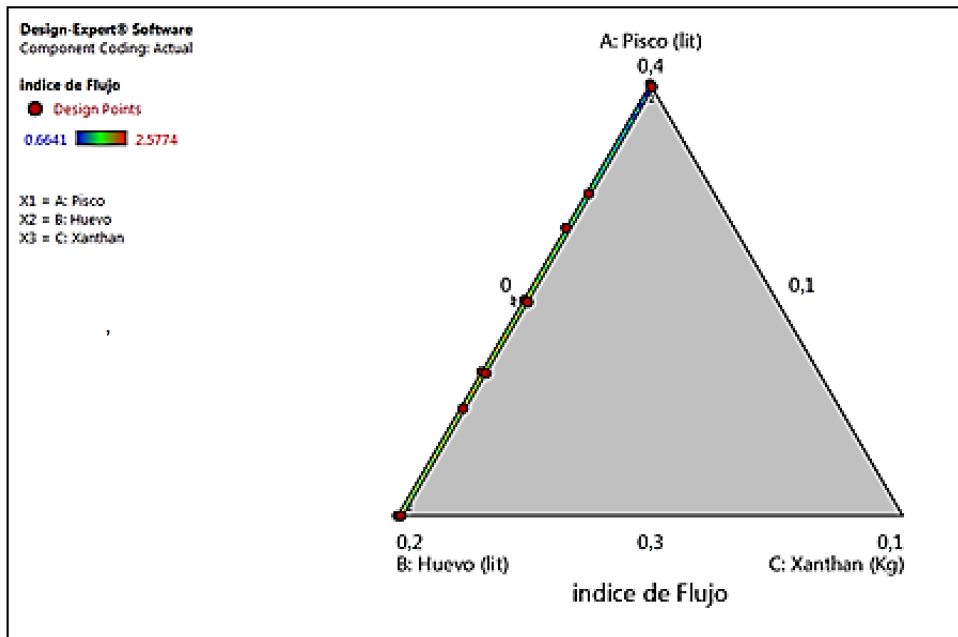
El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.f, para el modelo de regresión cuadrático, para el índice de flujo, mostró un índice de determinación $R^2 = 0,6973$ y un índice de variación de 21,52 %.

El modelo presenta además regresión significativa (p valor = 0,0193) para una probabilidad $\leq 0,005$. Además presenta falta de ajuste No significativa (p valor= 0,5566); por lo que hace que esta ecuación sea confiable para fines de predicción de valores en la región estudiada y construcción de respectivas curvas de contorno y de superficie.

Índice de flujo= $-9,55387 * \text{Pisco} - 42,24 * \text{Huevo} - 1,28394e+06 * \text{Xanthan} + 220,434 * \text{Pisco} * \text{Huevo} + 2,57363e+06 * \text{Pisco} * \text{Xanthan} + 2,56863e+06 * \text{Huevo} * \text{Xanthan}$

Figura 29

Curva de contorno para el índice de fluido



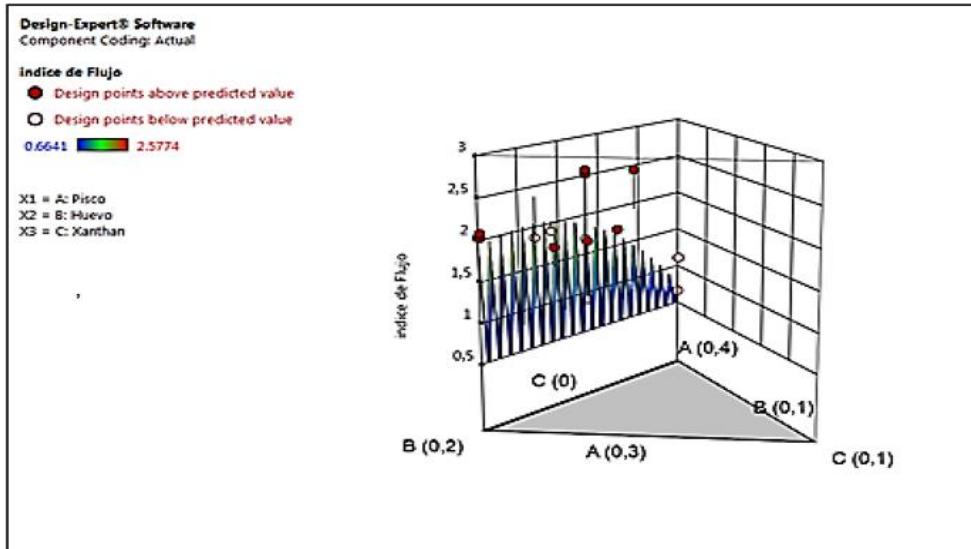
Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

La Figura 30 muestra el gráfico de contorno de la mezcla donde se describe la tendencia del índice de fluido del licor “Leche de monja” dicho índice de fluido se puede valorar a través de la intensidad de color de las regiones, siendo la región de mayor valor de(n), en la región amarilla con un valor de 2,5774 y la de menor valor en la región azul oscuro con valor de 0,6641; se describe una región de mayor valor cuando mayor sea la proporción de huevo (20 %) y menor la concentración de pisco (30 %).

Figura 30

Superficie de respuesta para índice de flujo



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

En la Figura 31, gráfico de superficie de respuesta, se aprecia que la mezcla influye en la respuesta índice de flujo, siendo el factor pisco el que menos influencia (zona azul) tiene a diferencia del huevo y la goma xanthan que conforme aumentan su concentración mayor es su efecto (zona verde).

Considerando los valores obtenidos, en general, se observa un predominio de fluido dilatante (índice de fluido, $n > 1$) en todas las muestras analizadas, debido principalmente a la presencia proteínas de huevo que se ven reforzadas por la presencia de la goma xanthan. (Ramírez,2006)

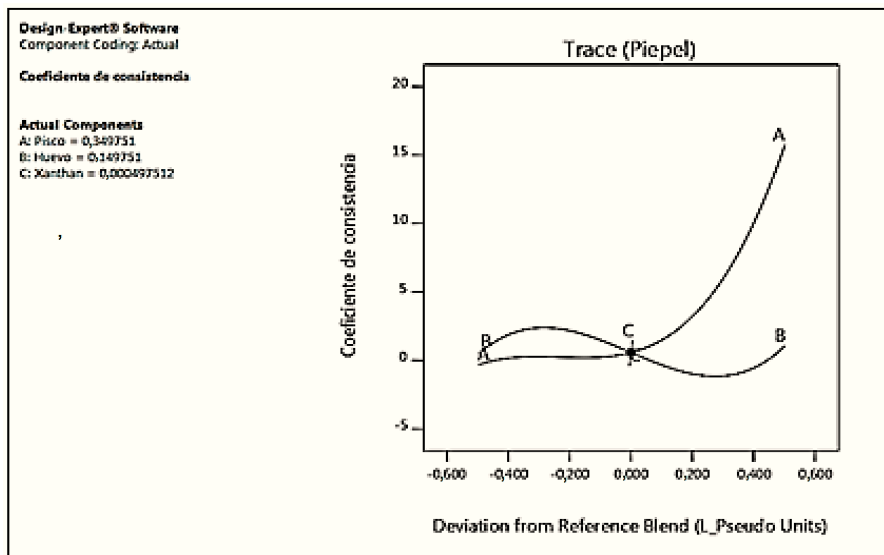
Aunque el bajo nivel de explicación en las variables según el modelo matemático hallado sea a consecuencia de que este fluido requiere de la aplicación de otro tipo de ecuación de potencia que explique su comportamiento reológico.

– Índice de Consistencia (k) del licor Leche de Monja

Con los resultados promedios del índice de consistencia (Tabla 23) se realizó el análisis del efecto de la mezcla A: pisco, B: huevo y c: goma xanthan que se muestra en el gráfico de trazado (Figura 32).

Figura 31

Gráfico de contorno para el índice de consistencia.



Fuente: Design-expert V.11.

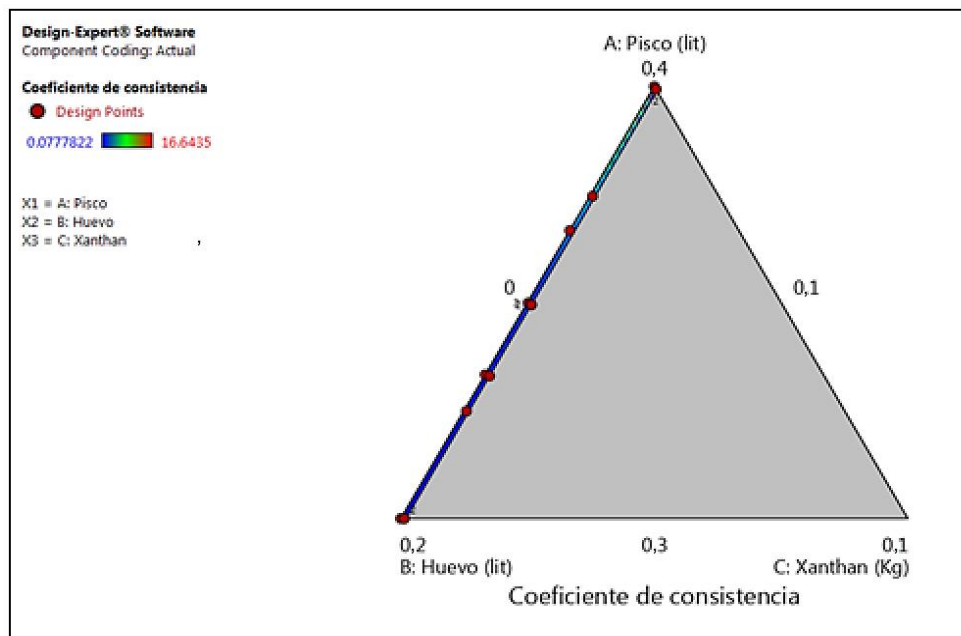
Interpretación

El análisis de varianza presentada en el Anexo 4.g, para el modelo de regresión cúbico especial, mostró un índice de determinación $R^2 = 0,9330$ y un índice de variación 62,66 %. El modelo presenta además regresión altamente significativa (p valor $< 0,0001$) para una probabilidad $p \leq 0,05$. Además presenta una falta de ajuste No significativa (p valor = 0,1030); por lo que esta ecuación es confiable para fines de predicción de valores en la región estudiada y para la construcción de curva de contorno y diagrama de superficie de respuesta.

$$\begin{aligned} \text{Índice de Consistencia (k)} = & 201,992 * \text{Pisco} + 760,209 * \text{Huevo} + 115\,603 * \\ & \text{Xanthan} - 3\,526,34 * \text{Pisco} * \text{Huevo} - 455\,611 * \text{Pisco} * \text{Xanthan} - \\ & 1,14006e+06 * \text{Huevo} * \text{Xanthan} + 4,12475e+06 * \text{Pisco} * \text{Huevo} * \text{Xanthan} \end{aligned}$$

Figura 32

Gráfico de contorno para el índice de consistencia (k)



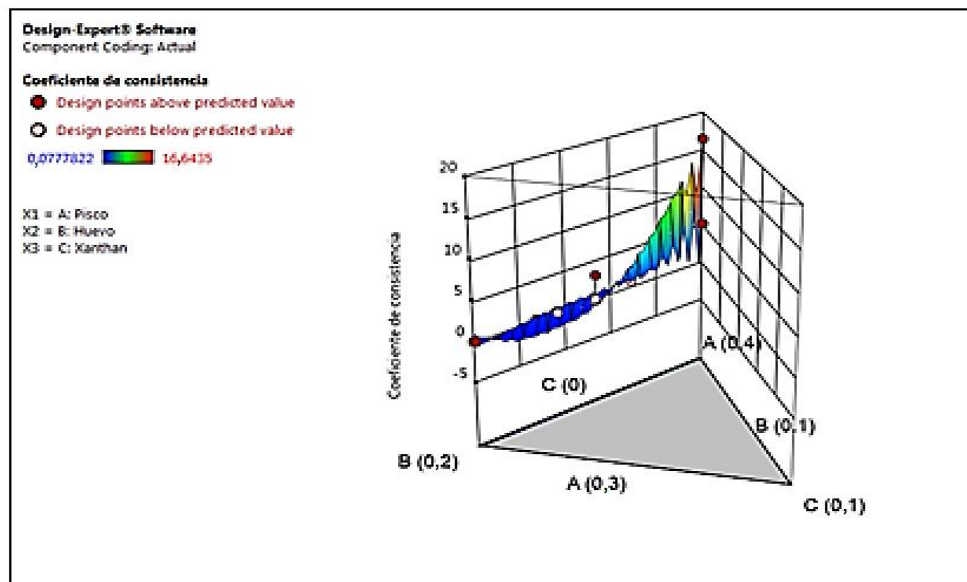
Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

El modelo de regresión de la Figura 32 se utilizó para construir la Figura 33, gráfico de contorno, para el índice de consistencia. Este gráfico describe la tendencia de dicha característica reológica del licor “Leche de monja”, a través de la intensidad del color de las regiones, siendo la región de mayor valor de (k) en la región verde con más de 16,6435 y la de menor valor en el azul con valor de 0,77782; asimismo se describe una región de mayor valor cuando mayor sea la proporción de pisco (40 %), y menor la concentración de huevo (10 %).

Figura 33

Superficie de respuesta del índice de consistencia (k) en el licor “Leche de monja” según la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan.



Fuente: Desing-expert V.11.

Interpretación

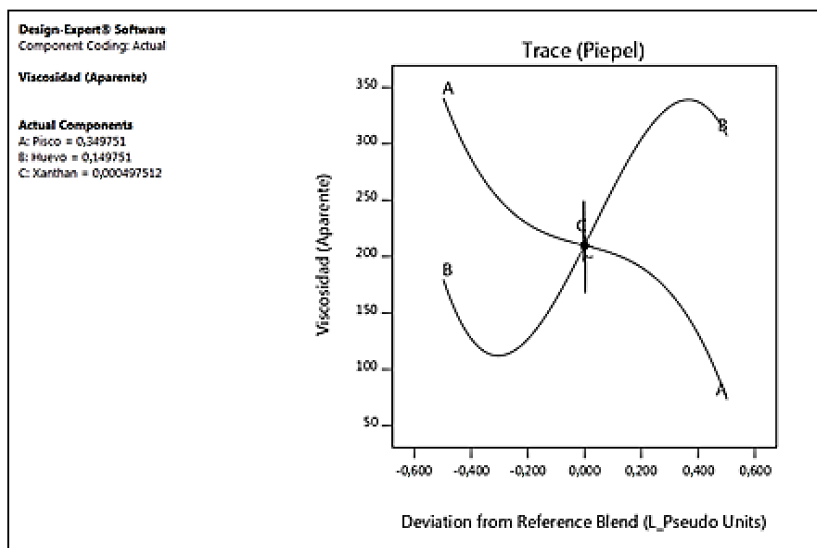
La Figura 34 muestra la superficie de respuesta para el comportamiento del índice de consistencia (k) con respecto a la mezcla en estudio, indicándose que en la región donde se hace máximo del valor (k) corresponde a la región sombreada de amarillo a rojo que corresponde a una mayor concentración de pisco.

Sin embargo la mezcla tiene menos influencia cuando la concentración de huevo se hace menor. La concentración de goma xanthan en la mezcla no representa mayor cambio en la respuesta.

- Viscosidad del licor “Leche de monja”.

Figura 34

Efectos principales de la mezcla para la viscosidad



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

Con los resultados promedios de la viscosidad reportado en la Tabla 23, se realizó en análisis de los efectos principales de la mezcla: A: pisco, B: huevo y C: goma xanthan esto se muestra en la Figura 35.

En la Figura 35 se muestra la importancia relativa de los componentes sobre la respuesta viscosidad, se observa que el componente A: Pisco tiene mayor efecto sobre la viscosidad de manera inversa ya que a menor proporción de pisco mayor será la viscosidad y viceversa. La viscosidad debido al componente B: huevo, presenta una respuesta sinusoidal, siendo su efecto directo sobre la viscosidad en el tramo comprendido entre -0,300 y + 0,300. El componente C: goma xanthan influye sobre la viscosidad de manera directa

reforzando la influencia que ejercen los componentes A: pisco y componente b: huevo en el tramo comprendido entre 0,0005 % a 0,001 % (0,5 g/l a 1,0 g/l).

El análisis de varianza presentado en el Anexo 4.h, presentó un índice de determinación $R^2 = 0,9993$ y un índice de variación de 1,67 % para el modelo seleccionado.

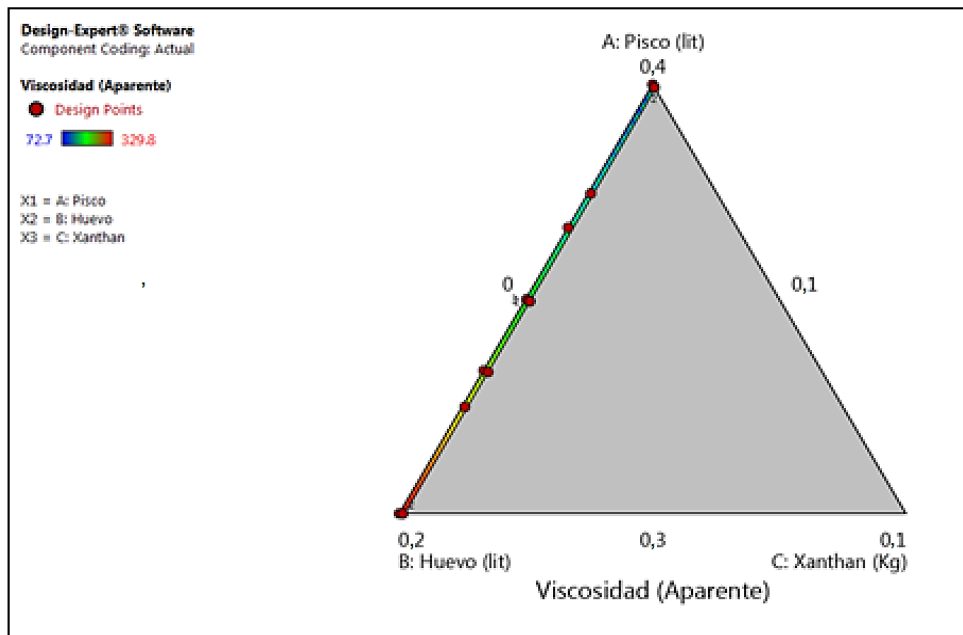
El modelo cúbico presenta además regresión significativa (p valor $\leq 0,0001$) para una probabilidad $p \leq 0,05$. Además presenta falta de ajuste No significativa (p valor = 0,3335); por lo que esta ecuación puede usarse para fines de predicción de valores en la región estudiada y para la construcción de las curvas de contorno y de superficie.

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad} = & 113,74 * \text{Pisco} + -5\,764,96 * \text{Huevo} + 2,44128e+11 * \text{Xanthan} + \\ & 28\,094,9 * \text{Pisco} * \text{Huevo} - 7,32923e+11 * \text{Pisco} * \text{Xanthan} - \\ & 7,33585e+11 * \text{Huevo} * \text{Xanthan} + 9,79987e+11 * \text{Pisco} * \text{Huevo} * \\ & \text{Xanthan} - 4\,3291,9 * \text{Pisco} * \text{Huevo} * (\text{Pisco-Huevo}) + \\ & 4,89336e+11 * \text{Pisco} * \text{Xanthan} * (\text{Pisco-Xanthan}) + 4,90673e+11 \\ & * \text{Huevo} * \text{Xanthan} * (\text{Huevo-Xanthan}) \end{aligned}$$

Con dicha ecuación se construyó la Figura 36 donde se muestra el gráfico de contorno para la mezcla en estudio.

Figura 35

Curva de contorno para la respuesta viscosidad



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

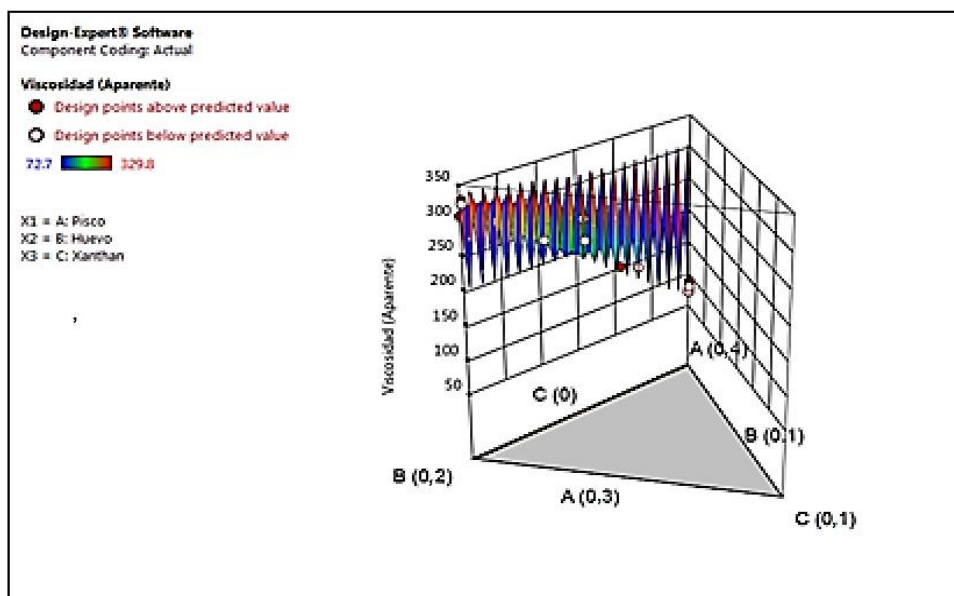
En la figura 36, curva de contorno, se muestra la tendencia cuando se hace máxima la viscosidad aparente del licor “Leche de monja”, observándose dos regiones claramente diferenciadas por la intensidad en color naranja y azul, que marcan las tendencias de cuándo se hace mayor la viscosidad aparente. Claramente se muestra que cuando la concentración de huevo aumenta, la concentración de pisco disminuye y la goma xanthan aumenta ligeramente; se favorece el incremento de los valores de viscosidad. De ello se desprende que la concentración de goma xanthan conjuntamente con el huevo constituye un factor importante e influyente en la viscosidad del licor “Leche de monja”.

Esto demuestra las características espesantes de la goma xanthan, polisacárido vegetal de origen microbiano, se ha comportado de manera muy

significativa al conferir al licor “Leche de monja” esas características de fluido altamente viscoso que la hace semejante a un licor crema y que unido a las proteínas que aporta el huevo le dan la estabilidad necesaria el licor “Leche de monja”.

Figura 36

Superficie de respuesta para la respuesta viscosidad según mezcla en estudio



Fuente: Design-expert V.11.

Interpretación

En la Figura 37 se muestra la superficie de respuesta para la viscosidad, según los efectos de los componentes de la mezcla en estudio.

– Optimización

Para la determinación del punto óptimo de niveles dentro de la región de experimentación se tomaron las siguientes restricciones:

a) Para las variables de entrada (V. Independientes): Componentes.

Componentes de la mezcla: X1: Pisco; X2: Huevo; X3: goma xanthan.

Mantener en el rango de estudio a los componentes de la mezcla.

b) Para variables de Salida (V. Dependientes): Respuestas.

- Maximizar las respuestas: Viscosidad para la estabilidad del producto “Leche de monja”.
- Mantener en el rango las respuestas: Olor, Color, sabor y aspecto para la óptima aceptabilidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”.
- Mantener en el rango las respuestas: Índice de flujo, índice de consistencia y estabilidad para la optimización del producto.

Aplicando la metodología de optimización numérica suministrada en el software Desing-Expert V.11 se calculó los valores óptimos para la función deseada (Fd) donde se maximiza la variable viscosidad, pues esta respuesta tiene correlación con la estabilidad del producto.

Se determinó los valores óptimos y se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24

Optimización numérica para la determinación de los parámetros de elaboración del licor " Leche de monja" maximizando la viscosidad

Factor	Criterio	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor óptimo
X1: Pisco	En rango	0,30	0,40	0,307
X2: Huevo	En rango	0,10	0,20	0,192
X3: Goma Xanthan	En rango	0,00	0,001	0,001
Y1: Color	En rango	5,30	6,60	6,070
Y2: Olor	En rango	5,40	6,20	5,607
Y3: Sabor	En rango	5,40	6,10	5,483
Y4: Aspecto	En rango	2,30	5,40	5,338
Y5: Estabilidad	En rango	0,6413	1,00	0,985
Y6: n	En rango	0,6641	2,5774	1,290
Y7: K	En rango	0,0777	16,6435	0,078
Viscosidad	Maximizar	72,7	329,8	323,479
Función Deseabilidad				0,975

Fuente: software Design Expert V.11.

Interpretación

Los valores de la Tabla 24, corresponden a la solución que se considera óptima cuando se maximiza la viscosidad, ya que presenta el más alto valor de la función deseada de 0,975; que para efectos de reproducibilidad indican que es bastante probable repetir el ensayo bajo esas condiciones y nuevamente obtener resultados muy similares a los encontrados.

Tabla 25

Valores óptimos para la mezcla pisco, huevo y goma Xanthan.

Ingredientes	Rango en (%)	Óptimo
Pisco Puro Negra Criolla 48,0 % vol/vol	30 % ≤ Pisco ≤ 40 %	30,700
Huevos frescos	10 % ≤ Huevo ≤ 20 %	19,200
Goma Xanthan	0,0 % ≤ Xanthan ≤ 0,1 %	0,1000
Total mezcla		50,000

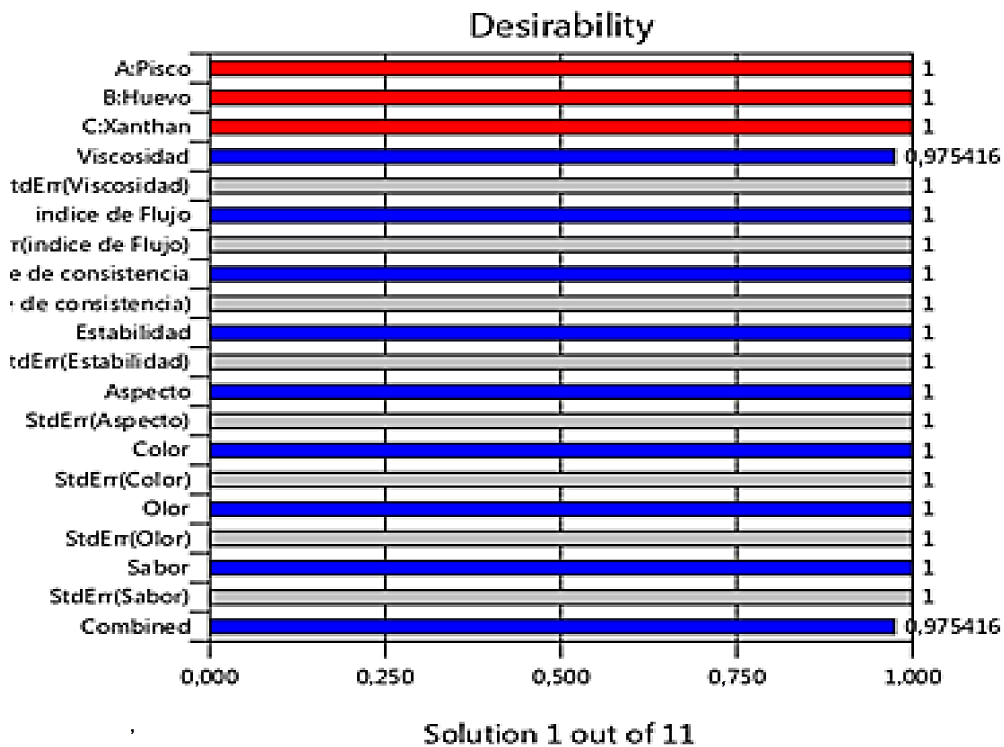
Fuente: Obtenido por Design-expert V.11.

Interpretación

En la Tabla 25 se muestra la solución óptima para la mezcla en estudio: Pisco, huevo y goma xanthan, además la tabla muestra el porcentaje de los componentes de la mezcla referido al 100 por ciento de la formulación del producto.

Figura 37

Gráfico de barras de la solución óptima (deseabilidad)



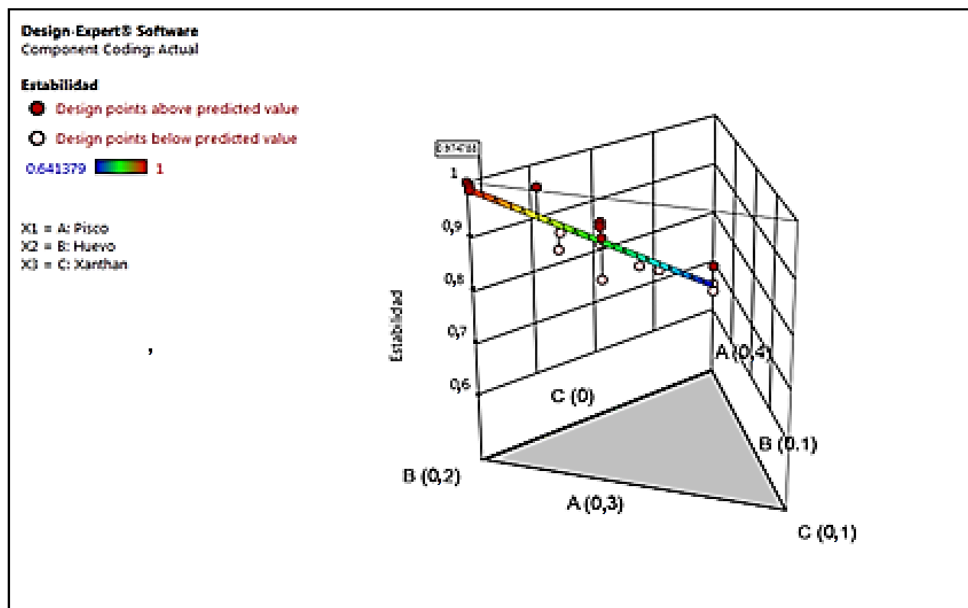
Fuente: Desing expert V.11.

Interpretación

En la Figura 38 se muestra cómo cada variable satisface los criterios y la optimización combinada general: los valores cercanos a 1 son buenos.

Figura 38

Gráficas de contorno para la solución óptima estabilidad cuando se maximiza viscosidad, para licor “Leche de monja”



Fuente: Design expert V.11.

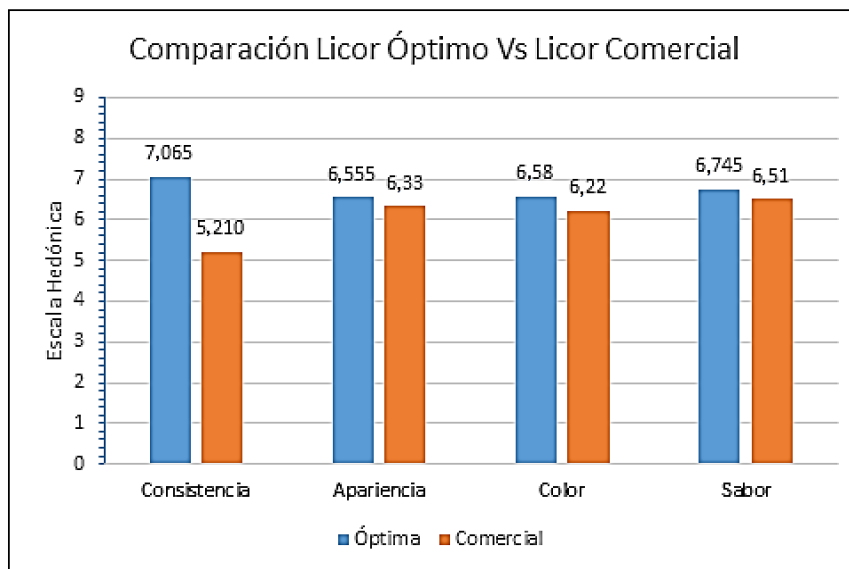
Interpretación

En la región en rojo se ubica el tratamiento óptimo según las condiciones establecidas, que para este estudio, fue el de maximizar la viscosidad, en el licor “Leche de monja”.

- Evaluación de la aceptabilidad sensorial del licor óptimo y comercial

Figura 39

Preferencia del licor optimizado “Leche de monja” y un licor comercial.



Fuente: Elaboración propia. (2020).

Interpretación

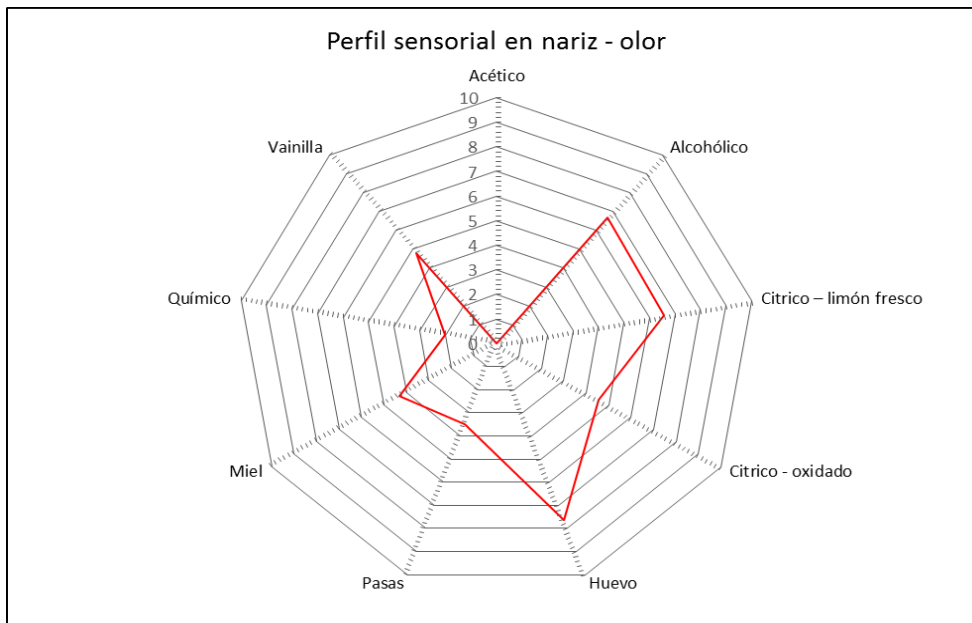
La Figura 40 muestra los valores promedio de la prueba hedónica comparativa de nueve puntos realizada a la muestra óptima (Leche de monja óptima) y un patrón comercial (Leche de monja Marca “Secretos” de la empresa Damasco Export E.I.R.L) de la ciudad de Moquegua.

Esta prueba de preferencia (escala hedónica) se complementó con la prueba estadística de muestra pareada (Anexo 5) y que dio como resultado que a nivel de aceptación de sabor, color y apariencia no existe una diferencia significativa y que solo la consistencia (p -valor $<0,05$) evidencia una diferencia importante a favor del licor “Leche de monja” optimizado.

– Evaluación del perfil sensorial del licor “Leche de monja” optimizado

Figura 40

Perfil sensorial de los descriptores de olor en nariz de la muestra de “Leche de monja” optimizada



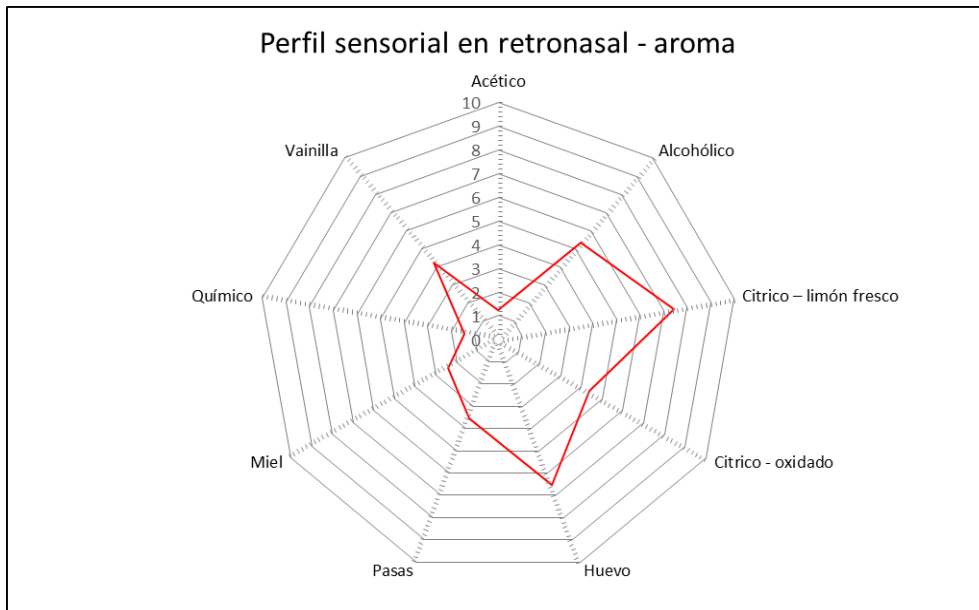
Fuente: Elaboración propia (2020)

Interpretación

En la Figura 41, se presenta los principales descriptores de olor en nariz del licor “Leche de monja” optimizado, en donde se destaca el olor a huevo, el olor a limón fresco seguido de la percepción alcohólica, con matices de pasas y miel características del pisco negra criolla. El característico olor a vainilla también es percibido, la misma que es añadida para enmascarar el olor a huevo.

Figura 41

Perfil sensorial de los descriptores de olor en retro nasal de la muestra de “Leche de monja” optimizada.



Fuente: Elaboración propia (2020).

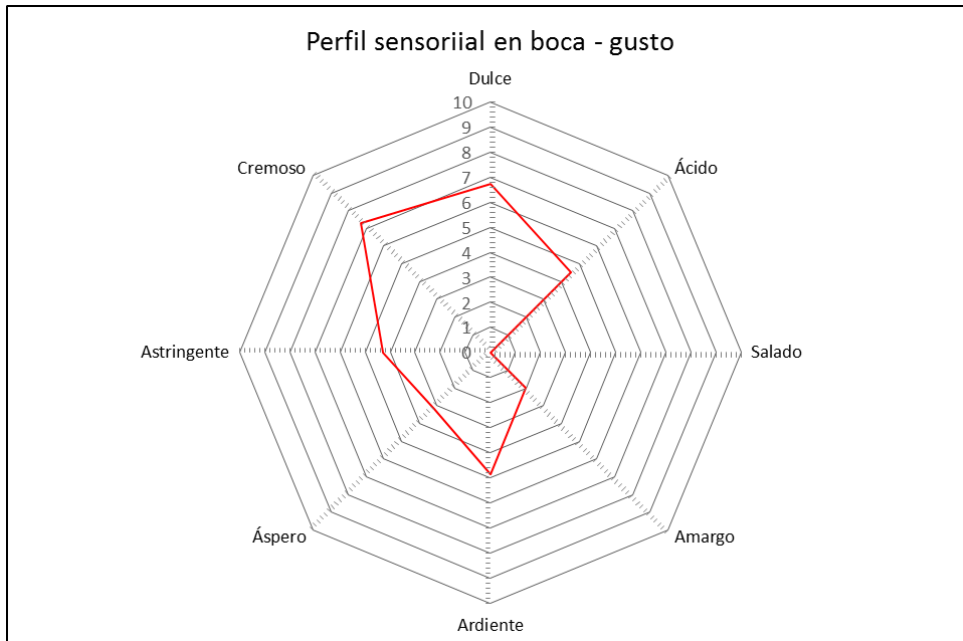
Interpretación

En la Figura 42, se muestra que los principales descriptores de olor en retro nasal son la percepción a cítrico-limón fresco seguido del olor a huevo, la sensación alcohólica y el cítrico-oxidado; se mantiene la vainilla como el olor que enmascara el huevo.

Se percibe algunas características del pisco negra criolla, como miel y pasa, sin embargo se detectó matices de amargo que probablemente provengan de los aceites esenciales que aporta la cáscara de limón al ser prensada para extraer el zumo de limón.

Figura 42

Perfil sensorial de los descriptores de sensaciones en boca de la muestra de licor “Leche de monja” optimizado.



Fuente: Elaboración propias (2020).

Interpretación

En la Figura 43 describe las sensaciones percibidas al degustar el licor “Leche de monja” optimizadas, los principales descriptores son en primer lugar el sabor dulce y la sensación cremosa en boca proporcionado por el huevo y la goma xanthan.

A continuación se presenta la sensación ardiente proporcionada por el alcohol seguida de la acidez del limón, para finalmente sentir la sensación amarga, astringente y áspera que provee el pisco

Figura 43

Licor “Leche de monja” optimizado



Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la figura 44, presentamos el licor alcoholizado “Leche de monja” optimizado, se puede apreciar su estabilidad luego de 60 días de almacenamiento, se destacan la homogeneidad de la mezcla, el color y la cremosidad del licor.

- Análisis físicos y químicos del licor “Leche de monja” optimizado

Tabla 26

Resultados físicos y químicos del Licor óptimo de “Leche de monja”

Análisis	Unidades	Valor
Sólidos totales	°Brix	32,320
Azúcares totales	g/l	257,300
Grado alcohólico	% vol/vol	15,080
Acidez Total	g/l	0,382
pH	pH	4,150
Extracto seco	%	31,030
Densidad	g/ml	1,051
Viscosidad aparente	cP	323,479
Estabilidad a 25°C x 60 días	Si/no	Si

Fuente:elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 26, se presenta los resultados físicos y químicos del licor óptimo de “Leche de monja”. La concentración de azúcares totales del tratamiento óptimo fue de 257,3 g/l, este parámetro categoriza al licor óptimo como tipo crema, pues comparando con la tabla de clasificación de licores de la norma NTP 211.009 2005 de requisitos de los licores (Anexo 6), estable como licor tipo crema a los licores con una concentración de azúcares de más 250 g/l (equivalente a una concentración de 25 g/100 ml), además de presentar una graduación alcohólica de 15,08 % v/v acorde con la norma anterior.

Figura 44

Análisis físicos y químicos de las muestras



Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la Figura 45, se muestra la determinación de acidez total y otros análisis físicos y químicos.

– Flujo definitivo y rendimiento del licor “Leche de monja” optimizado

El rendimiento del licor optimizado utilizó como base de cálculo el volumen del pisco variedad negra criolla, obteniéndose un rendimiento del 59,13 % mostrada en la Tabla 26.

En la Figura 46, se muestra los parámetros determinados para la elaboración del licor de “Leche de monja”, estableciéndose que en zumo de limón se macera las cáscaras de huevo, aquí se obtiene un concentrado de 330 ml, luego se añade 192 ml de yemas y claras de huevo, a continuación se agrega azúcar mezclada con 1 gramo de goma xanthan.

Para finalmente agregar 307 ml de pisco puro variedad negra criolla. Se mezcla bien y se tamiza por cedazo fino, obteniendo se 1 000 ml de licor “Leche de monja”.

Estas condiciones dan como resultado un licor con una aceptabilidad sensorial entre “me agrada moderadamente” y “me agrada mucho” según la escala hedónica estructurada.

Tabla 27*Balance de materia del licor “Leche de monja” optimizado para 1000 ml*

Operación	Entra	Sale	Continua
		ml	ml
Limón fresco	1 000 gr	670 gr	330 ml
Cáscara de huevo	21,27 gr	21,27 gr	330 ml
Yemas y claras	192 ml	0 ml	522 ml
Azúcar (densidad 1,53 gr/ml)	170 ml	0 ml	692 ml
Pisco Puro Negra criolla (48 % v/v)	307 ml	0	999 ml
Goma xanthan	1 gr	0	1 000 ml
Vainilla	c.s.p.		
Totales	1 691,27 gr	691,27 gr	1 000 ml
Rendimiento	59,13%		

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

En la Tabla 27 se muestra el balance de materia del licor alcohólico “Leche de monja” para un lote de 1 000 ml, donde los ingredientes empleados se van acumulando y con respecto a la materia prima que ingresa el rendimiento obtenido es del 59,13 %. Por lo que se tiene un ingreso de 1 691,27 gr de materias primas, 691,27 gr de materia de descarte y 1 000ml de producto terminado.

Tabla 24

Formulación óptima para el licor "Leche de monja" optimizado cuando se maximiza la viscosidad

COMPONENTES	PROPORCIONES (Base = 1000 ml)		
	% v/v	Volumen (ml)	Cantidad
Pisco puro negra criolla	30,70 %	307,00	307,00 ml
Huevo	19,20 %	192,00	192,00 ml
Goma xanthan	0,01 %	1,00	1,00 g
Azúcar blanca	17,00 %	170,00	260,00 g
Extracto de zumo de limón y cáscaras de huevo	33,00 %	330,00	330,00 ml
TOTAL	100 %	1 000,00	

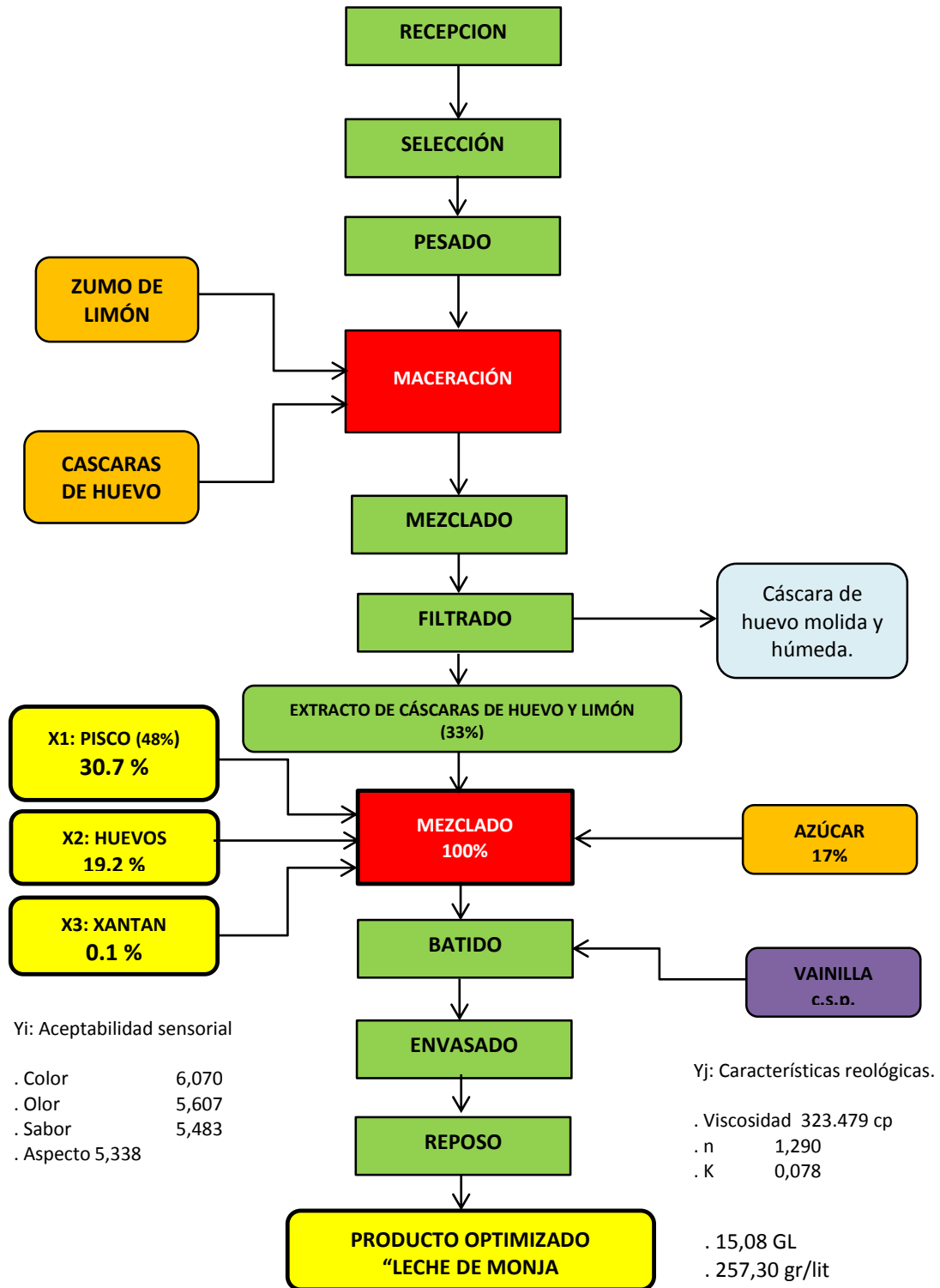
Fuente: elaboración propia

Interpretación

En la Tabla 24 se presenta el resultado final de la formulación optimizada para la elaboración del licor alcohólico "Leche de monja" cuando se optimiza la viscosidad, como principal respuesta maximizada para mejorar la estabilidad reológica del producto.

Figura 45

Flujo definitivo del proceso de elaboración de licor “Leche de monja”



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

a) Resultados del análisis físicos y químicos de los componentes del licor leche de monja

– Pisco puro no aromático negra criolla

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de tres mediciones. La norma técnica NTP 211.009:2012 señala que el pisco tiene un grado alcohólico que va desde 38,00 % vol/vol hasta 48,00 % vol/vol, obtenido mediante destilación a grado, sin embargo hay que señalar que en la región Moquegua se practica la destilación con corte alto y luego la adición de agua para rebajarlo hasta el grado comercial. En este caso se ha usado pisco de 48,00 % vol/vol sin adición de agua. Los valores obtenidos tanto para el grado alcohólico y la densidad del pisco puro variedad negra criolla, se encuentran dentro del rango considerado en la norma técnica NTP 211.009:2012.

– Huevo fresco

En la Tabla 16 se muestra los pesos promedios para tres mediciones para huevo fresco. Según la norma técnica Indecopi NTP 011.219:2015, los huevos de gallina aptos para consumo directo, según su masa se clasifican en: extra grande: > 65,00 g; grande: 56,0 g a 64,99 g; mediano: 49,0 g a 55,99 g y pequeño: 42,0 g a 48,99 g. (Indecopi NTP 011.219:2015, 2015).

Según esta calificación los huevos usados tuvieron peso promedio de 60,50 g; fueron de tamaño grande, que en el mercado corresponden a 15

unidades por kilo. Considerándose según la mencionada norma como apto para el consumo humano. Las proporciones de yema y clara de huevo así como de la cáscara de huevo coinciden con lo reportado por Alais y Linden, 1990.

– Limón

Según esta calificación los limones utilizados que tuvieron un peso promedio de 33,733 g, fueron de calidad primera que corresponde a 28 limones por kilo. Los limones empleados fueron de estado de madurez de grado pintón; ni maduro ni verde. Así mismo los valores de acidez total y de pH reportados están dentro del rango reportados por Olivas, R. (1990).

– Extracto de cáscaras de huevo y zumo de limón

Los resultados de la Tabla 18 indican los resultados de la reacción química que ocurre entre la cáscara de huevo, que contiene como principal componente el carbonato de calcio (Alais y Linden, 1990) y el zumo de limón cuya acidez de 0,5452 g ácido cítrico/100 ml. Luego de la reacción de neutralización ácido – base la acidez del extracto de cáscaras de huevo y zumo de limón baja a 0,3345 g ácido cítrico/100 ml verificándose la formación de citrato de calcio. Esta reacción es mencionada por Alais y Linden, 1990 y Beyer, H., y Watter, W. (1987), la misma que se ha verificado y es el componente importante del licor leche de monja.

b) Efecto de la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan sobre la aceptabilidad sensorial del licor leche de monja.

– Aspecto

Dicho análisis preliminar muestra que al factor B: Huevo como el más importante a considerar en lo que a la aceptabilidad sensorial del aspecto corresponde. Cantidades mayores de huevo reportaran mejores condiciones de

aceptación del licor “Leche de monja”, mientras que a mayor cantidad de pisco evidencia el efecto contrario.

En la Figura 15, se muestra la curva de contorno para la aceptabilidad del aspecto del licor “Leche de monja”, según la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan. Se muestra que la región de máxima intensidad (en rojo) en percepción del atributo aspecto del licor alcohólico “Leche de monja”, ocurre en aquellas muestras que han tenido una menor concentración de pisco, mayor concentración de huevo y bajo nivel de goma xanthan.

Esto demuestra que una mayor concentración de huevo permite un producto más homogéneo y una concentración más baja de goma xanthan previene la coalescencia del producto independiente de la concentración de pisco este resultado es similar a lo reportado por Ibarcena, J. (2017).

– Color

Con los resultados promedios de la aceptabilidad del color (Tabla 18), se realizó el análisis de los efectos principales: Pisco, huevo y goma xanthan que se muestra en la Figura 17. Este análisis muestra que la importancia del factor huevo en la aceptabilidad del color en el licor alcohólico “Leche de monja” es mayor en tanto más sea la concentración de huevo pues el color de las yemas le dará el tono de color amarillo que es muy valorada en este tipo de licor, mencionado por Olivas R. (1990)

Bajo el efecto del pisco y huevo, se hace evidente el efecto del huevo que aporta color debido a las yemas, siendo la región de aceptabilidad cercana a 6,4 en una escala hedónica de 9 puntos, en la zona de nivel alto para el huevo (región en amarillo); goma xanthan por estar en concentraciones muy bajas no influye en el color del licor alcohólico “Leche de monja” lo mismo ha reportado Moya S. (2013) en lo referente a la presencia de yema de huevo en los licores tipo crema.

La superficie de respuesta para la interacción de los factores principales A: pisco y B: huevo donde se aprecia que a mayor cantidad de pisco, menor es la aceptabilidad en color y caso contrario sucede con el huevo representada en la zona amarilla.

– Olor

Se destaca que el factor A: Pisco tiene relación directa con la mayor aceptabilidad del olor pues el pisco aporta componentes aromáticos que son apreciados en el licor “Leche de monja”. El factor B: huevo presenta máxima aceptabilidad para luego descender a medida que se incrementa su concentración, rechazándose cuando el olor a huevo se hace más pronunciado. C: goma xanthan no tiene influencia en el olor.

En la Figura 22 se muestra la superficie de respuesta para esta mezcla y se aprecia la tendencia cuando se hace máxima la aceptabilidad del olor, observándose una región en intensidad en color naranja a rojo, y dicha percepción ocurre para el efecto del pisco cuando es máxima y la concentración de huevo se hace mínima.

Esto demuestra que la aceptabilidad del olor en el licor alcohólico “Leche de monja” depende de las variables en estudio propuestas; y además está en rango de 5,0 a 6,1 que según la escala hedónica empleada, categoriza al licor “Leche de monja” entre “me gusta” y me “gusta mucho”.

– Sabor

Si bien los gustos ácidos y dulces se perciben en mezcla como propiedades sensoriales distintas, la intensidad del gusto ácido y dulce es diferente cuando ambos están presentes. La supresión es un fenómeno por el cual la intensidad percibida de dos gustos en una mezcla es menor que si los

mismos se percibieran por separado a igual nivel de concentración. (Lawless y Heymann, 1999).

En la Figura 24, curva de contorno, se aprecia que la zona naranja a roja, que representa la mayor aceptabilidad del sabor se encuentra cuando la concentración de pisco es mayor.

Esto demuestra que una mayor concentración de pisco permite licores más aceptados en sabor, esto se explica puesto que el licor tiene como base al pisco puro que siendo este un producto bastante alcohólico aporta aromas, el huevo enmascara la percepción alcohólica permitiendo una mayor aceptación del licor alcohólico “Leche de monja”, asimismo el típico sabor a huevo ya no es tan rechazado cuando se supera más del 19 % vol/vol de concentración de alcohol.

– Estabilidad

La Figura 25 representa la superficie de respuesta para el modelo lineal de la mezcla, se aprecia que la zona de color amarilla a naranja es la de mayor aceptabilidad para el sabor y es directamente proporcional a la cantidad de pisco en la mezcla.

La estabilidad del licor alcohólico “Leche de monja” es una característica que se ha considerado como importante, porque es la manifestación directa de la interacción entre los componentes de la mezcla y que es posible medirla a través de la altura en centímetros de las dos fases formadas en cada uno de los tratamientos y poder deducir a partir de esta variable, la mezcla que asegure una estabilidad sin que haya coalescencia.

La Figura 28, superficie de respuesta, muestra que una menor concentración de pisco en la mezcla permite que el licor “Leche de monja” sea más estable, esto se explica debido a que el licor tiene como base al pisco puro

que siendo este un producto alcohólico presenta una densidad menor que el agua, y usándolo en menor concentración afecta a la densidad final de la mezcla aumentándola; el huevo en concentración máxima de la mezcla permite un aumento de los sólidos solubles y de proteínas dando una mayor estabilidad en el licor alcohólico “Leche de monja” (zona amarilla a roja).

Asimismo el típico color amarillo de la yema de huevo se acentúa cuando se supera más del 19 % de concentración de huevo en la mezcla estudiada.

c) Efecto de la mezcla de pisco, huevo y goma xanthan sobre las características reológicas de licor leche de monja.

– Índice de fluido (n) del licor leche de monja

En la Tabla 23 se presentan los resultados promedios para el índice de fluido (n), con estos resultados se realizó el análisis de los efectos principales de la mezcla A: pisco, B: huevo, C: goma xanthan; se destaca que los componentes de la mezcla tienen una influencia sobre el índice de flujo. Es de notar que el comportamiento es de orden cuadrático siendo máximo cuando el cambio tiende a cero, esto se muestra en la Figura 29.

Considerando los valores obtenidos, en general, se observa un predominio de fluido dilatante (índice de fluido, $n > 1$) en todas las muestras analizadas, debido principalmente a la presencia de proteínas de huevo que se ven reforzadas por la presencia de la goma xanthan. (Ramírez, 2006).

Aunque el bajo nivel de explicación en las variables según el modelo matemático hallado sea a consecuencia de que este fluido requiere de la aplicación de otro tipo de ecuación de potencia que explique su comportamiento reológico.

– Índice de consistencia (k) del licor leche de monja

Con los resultados promedios del índice de consistencia (Tabla 23) se realizó el análisis del efecto de la mezcla A: pisco, B: huevo y c: goma xanthan que se muestra en el gráfico de trazado (Figura 32). En se observa que el componente A: Pisco tiene una gran influencia sobre esta respuesta mientras que el componente B: huevo presenta un comportamiento sinusoidal sin influir sobre esta respuesta.

La Figura 34 muestra la superficie de respuesta para el comportamiento del índice de consistencia (k) con respecto a la mezcla en estudio, indicándose que en la región donde se hace máximo del valor (k) corresponde a la región sombreada de amarillo a rojo que corresponde a una mayor concentración de pisco.

Sin embargo la mezcla tiene menos influencia cuando la concentración de huevo se hace menor. La concentración de goma xanthan en la mezcla no representa mayor cambio en la respuesta. De acuerdo a los valores obtenidos para esta respuesta se considera un fluido No newtoniano muy viscoso según Barnes, A (2001) que coincide con Moya S. (2013).

– Viscosidad (μ) del licor leche de monja

Se muestra la importancia relativa de los componentes sobre la respuesta viscosidad, se observa que el componente A: Pisco tiene mayor efecto sobre la viscosidad de manera inversa ya que a menor proporción de pisco mayor será la viscosidad y viceversa.

La curva de contorno, muestra la tendencia cuando se hace máxima la viscosidad aparente del licor “Leche de monja”, observándose dos regiones claramente diferenciadas por la intensidad en color naranja y azul, que marcan

las tendencias de cuándo se hace mayor la viscosidad aparente. Claramente se muestra que cuando la concentración de huevo aumenta, la concentración de pisco disminuye y la goma xanthan aumenta ligeramente; se favorece el incremento de los valores de viscosidad. De ello se desprende que la concentración de goma xanthan conjuntamente con el huevo constituye un factor importante e influyente en la viscosidad del licor “Leche de monja”.

Esto demuestra las características espesantes de la goma xanthán, polisacárido vegetal de origen microbiano, se ha comportado de manera muy significativa al conferir al licor “Leche de monja” esas características de fluido altamente viscoso que la hace semejante a un licor crema y que unido a las proteínas que aporta el huevo le dan la estabilidad necesaria el licor “Leche de monja”.

– Optimización reológica (Maximización de la viscosidad)

Aplicando la metodología de optimización numérica suministrada en el software Desing-Expert V.11 se calculó los valores óptimos para la función deseada (F_d) donde se maximiza la variable viscosidad, pues esta respuesta tiene correlación con la estabilidad reológica del producto en estudio.

Los valores de la Tabla 24, corresponden a la solución que se considera óptima cuando se maximiza la viscosidad, ya que presenta el más alto valor de la función deseada de 0,975; que para efectos de reproducibilidad indican que es bastante probable repetir el ensayo bajo esas condiciones y nuevamente obtener resultados muy similares a los encontrados.

En la Tabla 25 se muestra la solución óptima para la mezcla en estudio: Pisco, huevo y goma xanthan, además la tabla muestra el porcentaje de los componentes en la mezcla referido al 100 por ciento de la formulación del producto.

- Evaluación de la aceptabilidad sensorial del licor leche de monja optimizado.

La Figura 40 muestra los valores promedio de la prueba hedónica comparativa de nueve puntos realizada a la muestra óptima (Leche de monja óptima) y un patrón comercial (Leche de monja Marca “Secretos” de la empresa Damasco Export E.I.R.L) de la ciudad de Moquegua.

Esta prueba de preferencia (escala hedónica) se complementó con la prueba estadística de muestra pareada (Anexo 5) y que dio como resultado que a nivel de aceptación de sabor, color y apariencia no existe una diferencia significativa y que solo la consistencia (p-valor <0,05) evidencia una diferencia importante a favor del licor “Leche de monja” optimizado.

- Evaluación del perfil sensorial del licor leche de monja optimizado

Los principales descriptores de olor en nariz del licor “Leche de monja” optimizado, en donde se destaca el olor a huevo, el olor a limón fresco seguido de la percepción alcohólica, con matices de pasas y miel características del pisco negra criolla. El característico olor a vainilla también es percibido, la misma que es añadida para enmascarar el olor a huevo.

En la Figura 42, se muestra que los principales descriptores de olor en retro nasal son la percepción a cítrico-limón fresco seguido del olor a huevo, la sensación alcohólica y el cítrico-oxidado; se mantiene la vainilla como el olor que enmascara el huevo.

Se percibe algunas características del pisco negra criolla, como miel y pasa, sin embargo se detectó matices de amargo que probablemente provengan de los aceites esenciales que aporta la cáscara de limón al ser prensada para extraer el zumo de limón.

En la Figura 43 se describe las sensaciones percibidas al degustar el licor “Leche de monja” optimizado, los principales descriptores son en primer lugar el sabor

dulce y la sensación cremosa en boca proporcionado por el huevo y la goma xanthan.

A continuación se presenta la sensación ardiente proporcionada por el alcohol seguida de la acidez del limón, para finalmente sentir la sensación amarga, astringente y áspera que provee el pisco.

En la figura 44, presentamos el licor alcoholizado “Leche de monja 46optimizado”, se puede apreciar su estabilidad luego de 60 días de almacenamiento, se destacan la homogeneidad de la mezcla, el color y la cremosidad del licor.

– Análisis físico y químicos del licor optimizado

En la Tabla 26, se presenta los resultados físicos y químicos del licor óptimo de “Leche de monja”. La concentración de azúcares totales del tratamiento óptimo fue de 257,3 g/l, este parámetro categoriza al licor óptimo como tipo crema, pues comparando con la tabla de clasificación de licores de la norma NTP 211.009 2005 de requisitos de los licores (Anexo 6), estable como licor tipo crema a los licores con una concentración de azúcares de más 250 g/l (equivalente a una concentración de 25 g/100 ml), además de presentar una graduación alcohólica de 15,08 % v/v acorde con la norma anterior.

– Flujo definitivo y rendimiento del licor optimizado

El rendimiento del licor optimizado utilizó como base de cálculo el volumen del pisco variedad negra criolla, obteniéndose un rendimiento del 59,13 % mostrada en la Tabla 27.

En la Figura 46, se muestra los parámetros determinados para la elaboración del licor de “Leche de monja”, estableciéndose que en zumo de limón se macera las cáscaras de huevo, aquí se obtiene un concentrado de 330 ml,

luego se añade 192 ml de yemas y claras de huevo, a continuación se agrega azúcar mezclada con 1 gramo de goma xanthan.

Para finalmente agregar 307 ml de pisco puro variedad negra criolla. Se mezcla bien y se tamiza por cedazo fino, obteniendo se 1 000 ml de licor “Leche de monja”.

Estas condiciones dan como resultado un licor con una aceptabilidad sensorial entre “me agrada moderadamente” y “me agrada mucho” según la escala hedónica estructurada.

En la Tabla 28 se muestra el balance de materia del licor alcohólico “Leche de monja” para un lote de 1 000 ml, donde los ingredientes empleados se van acumulando y con respecto a la materia prima que ingresa el rendimiento obtenido es del 59,13 %. Por lo que se tiene un ingreso de 1 691,27 gr de materias primas, 691,27 gr de materia de descarte y 1 000ml de producto terminado.

En la Tabla 29 se presenta el resultado final de la formulación optimizada para la elaboración del licor alcohólico “Leche de monja” cuando se optimiza la viscosidad, como principal respuesta maximizada para mejorar la estabilidad reológica del producto.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que: la mezcla de pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan, mejoró la estabilidad reológica y la aceptabilidad sensorial del licor alcohólico “Leche de monja”. Se logró encontrar las proporciones óptimas de estos tres componentes mediante la metodología del diseño de mezclas.
2. Se determinó que la mezcla de: pisco puro de uva negra criolla, huevo y goma xanthan; si influyó en la optimización del licor “Leche de monja” de la siguiente manera: El color fue mejorado por el aumento de la proporción del huevo y la disminución del pisco. El olor se vio mejorado por el aumento del pisco y la disminución del huevo. El sabor fue optimizado por el incremento del pisco puro variedad negra criolla y la disminución de la proporción de huevo; para el aspecto, el incremento de la proporción de huevo y la disminución del pisco, mejora el aspecto. Para la prueba de estabilidad influyó la proporción máxima de huevo, y mínima de pisco. En todos los casos, la influencia de la proporción de la goma xanthan fue escasa.
3. Se determinó que la mezcla de pisco puro negra criolla, huevo y goma xanthan, si influyó sobre el valor óptimo de la viscosidad (323,479 cP) mejorando la estabilidad reológica, (p valor $< 0,05$). Los valores del índice de consistencia ($k= 0,078$) y el índice de fluido ($n= 1,290$) indican que el licor “Leche de monja” tiene un comportamiento de flujo No newtoniano y dilatante ($n>1$).
4. Las proporciones óptimas de la mezcla que mejora la aceptabilidad sensorial fueron: Pisco puro variedad negra criolla 30,7 %; huevo (clara y yema) 19,2 % y goma xanthan 0,1 %; condiciones que dan un licor “Leche de monja” óptimo con color 6,070; olor 5,067; sabor 5,483 y aspecto 5,338 con una función de deseabilidad $Fd=0,975$.

5. Según Norma Técnica Peruana NTP 211.009 2009, se determinó que el producto óptimo presenta un grado alcohólico de 15,08 % v/v, sólidos totales de 32,32 °Brix y una concentración de azúcares totales que corresponde a 257,3 g/l considerado según la norma como licor tipo crema pues supera el valor de 250 g/l.

6. Que el uso de la metodología de diseño de mezclas es una importante herramienta para determinar las proporciones de los componentes de una mezcla o formulación para optimizar la variable respuesta en un proceso y alcanzar los requerimientos de calidad que satisfagan las necesidades del cliente.

RECOMENDACIONES

1. Para un posterior trabajo de investigación se recomienda realizar estudios sobre la reacción química del calcio contenido en las cáscaras de huevo y los ácidos contenidos en el jugo de limón; identificando los productos de la reacción y su concentraciones.
2. Investigar la posibilidad de sustituir parte del requerimiento diario de calcio usando como fuente el citrato de calcio formado en la reacción del ácido cítrico del limón y las cáscaras de huevo.
3. No se recomienda añadir goma xanthan en proporciones mayores a 1% por que ocasiona coagulación en la formulación al interaccionar con las proteínas del huevo y los iones de calcio.
4. Realizar investigaciones respecto a la vida útil del producto en condiciones ambientales de climas calurosos y fríos.
5. Realizar estudio de mercado del producto para conocer la posibilidad de iniciar una producción a mayor escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1980). *Official methods of analysis*. Washington D.C. USA.: Association of official Analytical Chemist.
- A.O.A.C. (2000). *Official methods of analysis* (16 th ed.). Washington D.C. USA: Association of official Analytical Chemists.
- Alais, C., y Linden, G. (1990). *Bioquímica de los Alimentos* (Primera ed.). Nancy, Francia, Francia: Masson S.A.
- Alvarado, J. (1996). *Principio de Ingenieria Aplicados a Aimentos*. Quito - Ecuador: Radiocomunicaciones.
- Anónimo. (1980). Receta Leche de monja.
- Ansaldo, M. (2016). *Los licores de crema, una explosión de sabor*. Retrieved January 15, 2017. Obtenido de <http://www.boviveur.es/the-food-street-journal/los-licores-de-crema-una-explósión-de-sabor>
- Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Banks, W., Muir, D., y Wilson, A. (1981). *Extension of the shelf life of cream-based liqueurs ay high ambient temperatures*. Water.
- Barnes, A. H. (2001). An examination of the use of rotational viscometers for the quality control of non-newtonian liquid products in factories. *Appl. Rehol.*, 11(2), 82 - 101.
- Beyer, H., y Watter, W. (1987). *Manual de química orgánica*. Madrid: Reverté.
- Bristhar, I. C. (15 de Enero de 2010). *Goma Xanthan*. Obtenido de <http://www.bristhar.cpm.ve/Xanthan.htm>.

- Cornell, J. (2002). *Experimentos con Mezclas* (3ra Edición. ed.). New York, U.S.A.: Editorial John Wiley and Sons.
- Derringer, G. C., y Suich, R. (1980). *Simultaneous optimization of several response variables*. New york: Quality Technol.
- Design-Expert V.11. (2018). *Manual de Diseño de mezclas*. Stat-Ease. Obtenido de <https://www.statease.com/docs/v11/contents/getting-started/getting-started.html>
- Donnelly, W. J. (1987). *Ethanol Stability of Casein Solutions as Related to Storage Stability of Dairy-based Alcoholic Beverages*. Obtenido de <http://doi.org/https://77doi.org/10-1017/S0022029900009250>
- Espinosa, M. (2007). *Evaluación sensorial*. Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria.
- Gutiérrez, L. (2013). *Efecto del tipo de carnaza sobre las propiedades reológicas del licor de gelatina pura de origen bovino*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Heffeman, S., Kelly, A., y Mulvihill, D. (18 de june de 2009). High-pressure-homogenised cream liqueurs: Emulsification and stabilization efficiency. (J. o. Engineering, Ed.) *Journal of Food Engineering*, 525-531. Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.06.018>
- Heffeman, S., Kelly, A., Mulvihill, D., Lambrich, U., y Schuchmann, H. (2011). *Efficiency of a range of homogenisation technologies in the emulsification and stabilization of cream liqueurs*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.07.010>
- Holt, C. (1991). Structure and Stability of Bovine casein micelles. *Advance in Protein Chemistry*(35), 133-135. Obtenido de [http://doi.org./10.1016/S0065-3233\(08\)60554-9](http://doi.org./10.1016/S0065-3233(08)60554-9)

- Home, D., y Parker, T. (1981). Factors Affecting the ethanol stability of bovine milk. *Journal of Dairy Research*(48), 285-301. Obtenido de <http://doi.org/10.1017/s0022029900021701>
- Horne, D. S. (2003). Ethanol stability. *Kluwer academic / Plenum Publishers*, 22-23.
- Huor, S. (1981). Formulation and Sensory Evaluation of a Fruit Punch Containing Watermelon Citrullus Lanatus Juice. *Journal of Food Science*, 45.
- Ibañez, F., y Barcina, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos. Métodos y Aplicaciones*. Barcelona: Ed. Springer - Verlag Iberica.
- Ibarcena, J. F. (2017). *Moquegua entre vinos y piscos* (Primera edición ed.). Moquegua, Moquegua, Perú: Universidad Nacional de Moquegua. Recuperado el 2019
- Indecopi. (2009). *Indecopi NTP 207.003:2009 Azucar. Requisitos*. Lima: Indecopi.
- INDECOPI. (2012). *BEBIDAS ALCOHOLICAS. Licores. Requisitos. NTP 211.009 - 2012*. Lima: INDECOPI.
- Indecopi NTP 011.006:2005. (2005). *Limón Sutil. Requisitos*. Lima: Indecopi.
- Indecopi NTP 011.219:2015. (2015). *HUEVOS. Huevos de Gallina. Requisitos y clasificación*. Lima: Indecopi.
- Indecopi, RDOP. (2011). *Reglamento de la Denominación de Origen Pisco*. Lima: Indecopi.
- Larmond, E. (1977). *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Ottawa: Research Branch, Department of Agriculture, Ottawa.
- Lawless, H. T., y Heymann, H. (1999). *Sensory Evaluatio of food Principles an Practices*. Maryland: Aspen Plublishers.

- Medina Yunga, E. (2017). *Elaboración de una bebida a base de leche y alcohol etílico*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja - Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17344/3/Medina%20Yunda%20Edgar.pdf>
- Mitschka, P. (1982). Simple conversión of brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. (R. Acta., Ed.) (21), 207-209.
- Montgomery, D. (1991). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Grupo editorial Iberoamérica S.A. de C.V.
- Moral, C. (2014). *Las 20 bebidas mas vendidas del mundo*. Obtenido de <http://licoresreyes.es/las-20-bebidas-mas-vendidas-del-mundo>.
- Moya, F., y Vinueza, D. (2011). *Desarrollo y estudio de vida anaquel de licor de crema de melón en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano*. Zamorano, Honduras: Zamorano.
- Moya, S. (2013). *Efecto de diferentes tipos de alteraciones sobre la estabilidad de los licores crema*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Olivas, R. (1990). *Tratado de dulces y licores de Moquegua*. Lima: Concytec - Banco de la Nación.
- Palma, J., y Hatta, B. (2009). Evolución de los componentes volátiles mayoritarios del Pisco durante la destilación. *Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería XII*, (págs. 70-74). Lima.
- Puente Ramirez, E., Romero Lopez, R., Rodríguez Borbón, M. I., y Trejo Mandujano, H. A. (2015). *Aplicación del diseño por Mezclas en la Industria Alimentaria*. (E. (U.A. Juárez., Ed.) Ciudad de Juárez, Mexico: CULCyT.
- Puente, E., Romero, R., Rodríguez, M., y Trejo, H. A. (2015). *Aplicación del diseño por mezclas en la industria alimentaria*. Ciudad de Juarez- Mexico : U.A. Juárez Ed.

- Rae Cho, B. E. (2009). Development of a multidisciplinary optimization process for designing optimal pharmaceutical formulations with constrained experimental regions. *Int J Adv Manuf Thechnol*.
- Ramírez, J. S. (2006). *Introducción a la Reología de los alimentos*. Cali-Colombia: Universidad del Valle.
- Reómetro. (2016). *Reometro*. Obtenido de http://www.pce-instrumentos.com/espanol/laboratorio/instrumento-de-laboratorio/reometro-kat_162166_1.htm
- Rivadeneira, D. C. (2007). El pisco es peruano y mejor si es peruano. *Ministerio de cultura oficina regional moquegua*.
- Sahin, S., y Gulum, S. (2006). *Physical Properties of Foods. Middle East Thechnical University. Springer Science*. (S. Science, Ed.) Ankara, Ankara, Turkey: Edit. Business Media LLC.
- Sharma Shri, K., Mulvaney Steven, J., Syed, S. H., y Rizvi. (2003). *Ingenieria de los Alimentos Operaciones Unitarias y Practicas de laboratorio*. Mexico: Editorial Limusa.
- Thompson, W. M. (1968). *Response Surface for Experiments with Mixtures* (Vol. Vol. 10). Thecnometrics.
- Wikipedia. (13 de Setiembre de 2015). *Limón sutil*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Citrus_%C3%97_aurantifolia
- Ye, R., y Harte, F. (2013). Casein maps: effect of ethanol, pH, temperature, and CaCl₂ on the particle size of reconstituted casein micelles. *Journal of Dairy Science*, 799-805. Obtenido de <http://doi.org/10.3168/JDS,2012-5838>
- Zangrando, A., Santana, S., Della, P., y Breier, R. (2008). *Estudio reológico de bases para aderezos de salsas con distintos hidrocoloides en su formulación*. Buenos Aires, Argentina: Universidad tecnológica Nacional.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE VARIABLES

- Variables independientes:

- Pisco puro negra Criolla

- Huevo.

- Goma xanthan.

- Variables Dependientes:

- Características Sensoriales

- Aspecto.

- Olor

- Color

- Sabor

- Características y Reológicas.

- Viscosidad.

- Índice de fluido (n).

- Índice de consistencia

ANEXO 2. FICHA DE PRUEBA HEDONICA EN ESCALA ESTRUCTURADA.

OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA DE PISCO PURO DE UVA VARIEDAD NEGRA CRIOLLA, HUEVO Y GOMA XANTHAN, PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DEL LICOR ALCOHOLICO “Leche de monja”.

Pruebe las muestras codificadas del licor que se presenta y por favor marque con una “X” en el cuadro junto a la frase que mejor describa su percepción.

Formulación de las muestras.

Variables	Niveles	Unidades
X1: Pisco Puro Negra criolla	30% ≤ Pisco ≤ 40%	g/l
X2: Huevo	10% ≤ Huevo ≤ 20%	g/l
X3:Goma Xanthan	0 % ≤ Xanthan ≤ 0.1 %	g/l

ASPECTO

ESCALA	TRATAMIENTOS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Me agrada muchísimo																
Me Agrada Mucho																
Me agrada moderadamente																
Me agrada ligeramente																
Ni me agrada ni me desagrada																
Me desagrada ligeramente																
Me desagrada Moderadamente																
Me desagrada mucho																
Me desagrada muchísimo																

Olor

ESCALA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Me agrada muchísimo																
Me Agrada Mucho																
Me agrada moderadamente																
Me agrada ligeramente																
Ni me agrada ni me desagrada																
Me desagrada ligeramente																
Me desagrada Moderadamente																
Me desagrada mucho																
Me desagrada muchísimo																

Sabor

ESCALA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Me agrada muchísimo																
Me Agrada Mucho																
Me agrada moderadamente																
Me agrada ligeramente																
Ni me agrada ni me desagrada																
Me desagrada ligeramente																
Me desagrada Moderadamente																
Me desagrada mucho																
Me desagrada muchísimo																

Color

ESCALA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Me agrada muchísimo																
Me Agrada Mucho																
Me agrada moderadamente																
Me agrada ligeramente																
Ni me agrada ni me desagrada																
Me desagrada ligeramente																
Me desagrada Moderadamente																
Me desagrada mucho																
Me desagrada muchísimo																

Comentarios: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: / / .

ANEXO 3: FICHAS DE CATA: PRUEBA SENSORIAL DESCRIPTIVA.

PRUEBA SENSORIAL DESCRIPTIVA

Recomendaciones:

A fin de orientar su labor se da una breve reseña de los descriptores a evaluar:

Descriptor	Definición
Acético	Olor y sabor a vinagre o picado por bacterias acéticas que causan el avinagramiento.
Alcohólico	Sensación picante en nariz y en boca sensación quemante, fuerte a alcohol.
Astringente	Percepción de aspereza en boca y sequedad que remite al exceso de tanino.
Cítrico	Precepción olfativa que recuerda a frutas cítricas como el limón.
Empireumáticos	Cocido, matices de asado, pan tostado, café, alquitrán, ahumado.
Equilibrado	Se refiere al balance entre distintos componentes. Es un término que define a una buena bebida alcohólica o pisco. El equilibrio de todos sus componentes alcohol, aromas y sus matices de sabor, sin que sobresalga ninguno, es lo que se llama una bebida alcohólica equilibrada.
Floral	Calificativo aplicado a los aromas primarios de algunos vinos que recuerdan al perfume de las flores (rosa, violeta, azahar, etc.).
Frutal	Matices olfativos de una fruta concreta como ser
Frutos secos	Generalmente en envejecimiento oxidativo, es decir, con el concurso del aire, genera aromas y sabores que recuerda a frutos secos (almendras amargas, avellana, nuez, pecanas...) Cuando el envejecimiento es mayor y sobre todo en envases de madera viejos, a lo rasgos descritos hay que sumar gustos que se acercan a los higos, dátiles, pasas, etc.
Químico	Olor desagradable causado por el mal manejo del proceso de destilación. Recuerda productos químicos como el cloro, los productos azufrados, el fenol y el ácido fénico, los olores a farmacia y medicinales, entre otros.
Pasas	Olor a uva pasa o pasas negras, guindón, ciruelas secas.
Almíbar	Se manifiesta como una sensación dulce.
Huevo	Se manifiesta con olor a yema de huevo.
Vainilla	Olor característico
Intensidad de color	Hace referencia a que el licor "Leche de monja" emita o refleje más o menos color.
Intensidad de la viscosidad	Hace referencia a la fluidez del Licor Leche de Monja".

PRUEBA SENSORIAL DESCRIPTIVA

“LICOR LECHE DE MONJA”

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay una muestra de “LICOR LECHE DE MONJA”, el cual debe probar.
 Marque con una línea continua sobre fila según el grado de intensidad que usted percibe de cada descriptor.

PERCEPCIÓN	DESCRIPTOR	GRADO DE INTENSIDAD					
		0	2	4	6	8	10
EN NARIZ OLOR	Acético						
	Alcohólico						
	Cítrico – limón fresco						
	Cítrico - oxidado						
	Huevo						
	Pasas						
	Miel						
	Químico						
	Vainilla						
EN RETRONASAL AROMA	Acético						
	Alcohólico						
	Cítrico – limón fresco						
	Cítrico - oxidado						
	Huevo						
	Pasas						
	Miel						
	Químico						
	Vainilla						
EN BOCA SABOR Y TEXTURA	Dulce						
	Ácido						
	Salado						
	Amargo						
	Ardiente						
	Áspero						
	Astringente						
	Cremoso						
EN POST – GUSTO AROMA	Acético						
	Alcohólico						
	Cítrico – limón fresco						
	Cítrico - oxidado						
	Huevo						
	Pasas						
	Miel						
	Químico						
Vainilla							

Observaciones:

ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DEL LICOR
“LECHE DE MONJA”

4.a) Aspecto

Análisis de varianza modelo lineal para respuesta aspecto,

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor
Model	12,49	2	6,25	57,56	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	12,49	2	6,25	57,56	< 0,0001
Residual	1,41	13	0,1085		
Lack of Fit	0,8292	8	0,1037	0,8910	0,5798 not significant
Pure Error	0,5817	5	0,1163		
Cor Total	13,91	15			

Fit Statistics

Std. Dev.	0,3294	R²	0,8985
Mean	4,20	Adjusted R²	0,8829
C.V. %	7,84	Predicted R²	0,8424
		Adeq Precision	19,0524

Ecuación final en términos de componentes actuales

$$\begin{aligned} \text{Aspecto} &= \\ &+0,179306 \text{ Pisco} \\ &+27,34858 \text{ Huevo} \\ &+28,73072 \text{ Xanthan} \end{aligned}$$

4.b)Color

Análisis de varianza modelo lineal para variable color,

Análisis de varianza modelo lineal para respuesta color,

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor
Model	1,69	2	0,8470	21,00	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	1,69	2	0,8470	21,00	< 0,0001
Residual	0,5244	13	0,0403		
Lack of Fit	0,5102	8	0,0638	22,51	0,0016 significant
Pure Error	0,0142	5	0,0028		
Cor Total	2,22	15			

Fit Statistics

Std. Dev.	0,2008	R²	0,7636
Mean	5,76	Adjusted R²	0,7272
C.V. %	3,48	Predicted R²	0,6366
		Adeq Precision	12,8122

Ecuación final en términos de componentes actuales

$$\begin{aligned} \text{Color} &= \\ &+8,72281 \text{ Pisco} \\ &+18,60382 \text{ Huevo} \\ &-180,48642 \text{ Xanthan} \end{aligned}$$

4.c) Olor

Análisis de varianza modelo lineal para variable olor

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor	
Model	0,6911	2	0,3455	12,18	0,0010	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,6911	2	0,3455	12,18	0,0010	
Residual	0,3689	13	0,0284			
Lack of Fit	0,2789	8	0,0349	1,94	0,2419	not significant
Pure Error	0,0900	5	0,0180			
Cor Total	1,06	15				

Fit Statistics

Std. Dev. 0,1685 **R²** 0,6520
Mean 5,85 **Adjusted R²** 0,5984
C.V. % 2,88 **Predicted R²** 0,5000
Adeq Precision 9,1277

Ecuación final en términos de componentes actuales

Olor =
+13,59313 Pisco
+7,19589 Huevo
+52,71207 Xanthan

4.d) Sabor

Análisis de varianza modelo lineal para variable sabor,

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor
Model	0,5802	2	0,2901	46,23	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,5802	2	0,2901	46,23	< 0,0001
Residual	0,0816	13	0,0063		
Lack of Fit	0,0699	8	0,0087	3,75	0,0811 not significant
Pure Error	0,0117	5	0,0023		
Cor Total	0,6618	15			

Fit Statistics

Std. Dev. 0,0792 **R²** 0,8767
Mean 5,73 **Adjusted R²** 0,8578
C.V. % 1,38 **Predicted R²** 0,8128
Adeq Precision 17,2989

Ecuación final en términos de componentes actuales

Sabor =
 +13,25074 Pisco
 +7,40519 Huevo
 -5,87112 Xanthan

4.e)

4.f) Estabilidad

Análisis de varianza modelo lineal para variable estabilidad

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor
Model	0,1925	2	0,0963	79,38	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,1925	2	0,0963	79,38	< 0,0001
Residual	0,0158	13	0,0012		
Lack of Fit	0,0099	8	0,0012	1,04	0,5051 not significant
Pure Error	0,0059	5	0,0012		
Cor Total	0,2083	15			

Fit Statistics

Std. Dev.	0,0348	R²	0,9243
Mean	0,8237	Adjusted R²	0,9127
C.V. %	4,23	Predicted R²	0,8888
		Adeq Precision	22,8316

Ecuación final en términos de componentes actuales

Estabilidad =

+0,637879 Pisco

+4,01509 Huevo

-9,17823 Xanthan

4.g) Índice de Fluido

Análisis de varianza modelo cuadrático para variable Índice de fluido

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor	
Model	3,30	5	0,6606	4,61	0,0193	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	1,55	2	0,7771	5,42	0,0255	
AB	0,9108	1	0,9108	6,35	0,0304	
AC	1,16	1	1,16	8,11	0,0173	
BC	1,16	1	1,16	8,07	0,0175	
Residual	1,43	10	0,1434			
Lack of Fit	0,6692	5	0,1338	0,8748	0,5566	not significant
Pure Error	0,7650	5	0,1530			
Cor Total	4,74	15				

Fit Statistics

Std. Dev.	0,3787	R²	0,6973
Mean	1,76	Adjusted R²	0,5459
C.V. %	21,52	Predicted R²	0,3133
		Adeq Precision	6,9474

Ecuación final en términos de componentes actuales

índice de Flujo =

$$\begin{aligned}
 & -9,55387 \text{ Pisco} \\
 & -42,23999 \text{ Huevo} \\
 & -1,28394\text{E}+06 \text{ Xanthan} \\
 & +220,43383 \text{ Pisco} * \text{ Huevo} \\
 & +2,57363\text{E}+06 \text{ Pisco} * \text{ Xanthan} \\
 & +2,56863\text{E}+06 \text{ Huevo} * \text{ Xanthan}
 \end{aligned}$$

4.h) Índice de consistencia

Análisis de varianza modelo cubico especial para índice de consistencia

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cudrados medios	F-value	p-value
Model	255,75	6	42,62	20,88	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	130,18	2	65,09	31,89	< 0,0001
AB	68,28	1	68,28	33,45	0,0003
AC	0,0002	1	0,0002	0,0001	0,9928
BC	0,0009	1	0,0009	0,0004	0,9837
ABC	21,13	1	21,13	10,35	0,0105
Residual	18,37	9	2,04		
Lack of Fit	13,49	4	3,37	3,46	0,1030 not significant
Pure Error	4,88	5	0,9754		
Cor Total	274,12	15			

Fit Statistics

Std. Dev.	1,43	R²	0,9330
Mean	2,28	Adjusted R²	0,8883
C.V. %	62,66	Predicted R²	-0,6326
		Adeq Precision	18,6670

Ecuación final en términos de componentes actuales

Coefficiente de consistencia =

$$\begin{aligned}
 &+201,99171 \text{ Pisco} \\
 &+760,20938 \text{ Huevo} \\
 &+1,15603\text{E}+05 \text{ Xanthan} \\
 &-3526,34000 \text{ Pisco} * \text{ Huevo} \\
 &-4,55611\text{E}+05 \text{ Pisco} * \text{ Xanthan} \\
 &-1,14006\text{E}+06 \text{ Huevo} * \text{ Xanthan} \\
 &+4,12475\text{E}+06 \text{ Pisco} * \text{ Huevo} * \text{ Xanthan}
 \end{aligned}$$

4.i) Viscosidad

Análisis de varianza modelo cubico para variable viscosidad,

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F-valor	p-valor
Model	1,063E+05	9	11809,70	905,07	< 0,0001 significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	1,004E+05	2	50199,33	3847,15	< 0,0001
AB	58,91	1	58,91	4,51	0,0778
AC	1842,36	1	1842,36	141,19	< 0,0001
BC	1843,67	1	1843,67	141,29	< 0,0001
ABC	1844,19	1	1844,19	141,33	< 0,0001
AB(A-B)	51,08	1	51,08	3,91	0,0952
AC(A-C)	1842,19	1	1842,19	141,18	< 0,0001
BC(B-C)	1846,04	1	1846,04	141,48	< 0,0001
Residual	78,29	6	13,05		
Lack of Fit	14,59	1	14,59	1,15	0,3335 not significant
Pure Error	63,70	5	12,74		
Cor Total	1,064E+05	15			

Fit Statistics

Std. Dev. 3,61 **R²** 0,9993
Mean 216,36 **Adjusted R²** 0,9982
C.V. % 1,67 **Predicted R²** 0,9813
Adeq Precision 89,0215

Ecuación final en términos de componentes actuales

Viscosidad =
+113,74031 Pisco
-5764,95947 Huevo
+2,44128E+11 Xanthan
+28094,92002 Pisco * Huevo
-7,32923E+11 Pisco * Xanthan
-7,33585E+11 Huevo * Xanthan
+9,79987E+11 Pisco * Huevo * Xanthan
-43291,86709 Pisco * Huevo * (Pisco-Huevo)
+4,89336E+11 Pisco * Xanthan * (Pisco-Xanthan)
+4,90673E+11 Huevo * Xanthan * (Huevo-Xanthan)

ANEXO 4: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSISTENCIA (K) Y EL INDICE REOLÓGICO (n) DEL LICOR “Leche de monja”

Para el cálculo de las características reológicas del licor de cedrón, se utilizó la ecuación para la viscosidad aparente.

$$\mu_a = (1/n)^n (4\pi N')^{n-1} k \quad (1)$$

Donde:

μ_a = Viscosidad aparente

π = 3,1416

N' = Velocidad de rotación en RPS

N = Velocidad de rotación en RPM

n y k = Características reológicas

Aplicamos logaritmo a la ecuación (1) a fin de linealizar.

$$\log \mu_a = n \log \frac{1}{n} + \log k + (n - 1) \log(4\pi N)$$

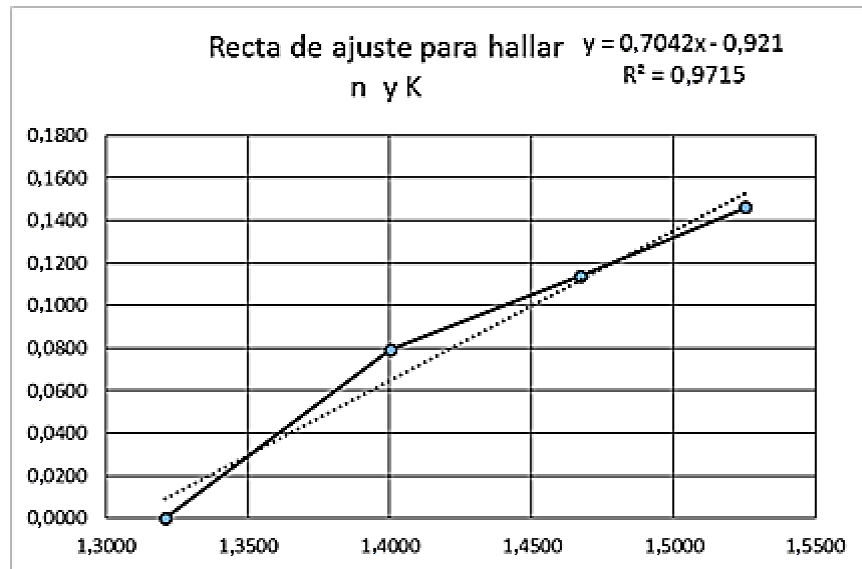
$$y = a + b x$$

La ecuación de la recta es $y = a + b x$ (2)

Entonces:

Para muestra 1 según tabla de datos:

x	y
$\log(4\pi \cdot N/60)$	$\log u$
1,321045805	0
1,400227051	0,0791812
1,467173841	0,1139434
1,525165788	0,146128



$$Y = - 0,921 + 0,7042 x$$

A. Cálculo del índice de fluido (n).

Como $(n-1) = b$ según ec. (1)

$n-1 = 0,7042$ entonces $n = 0,7042 + 1$ luego:
 $n = 1,7042$ → Índice de fluido → $n > 1$ fluido dilatante.

B. Cálculo de Índice de consistencia (k)

Haciendo $x = 0$ en la ecuación de la recta, entonces:

Si $X=0$; $Y = a$

Entonces: $Y = -0,921$

Luego reemplazando en la ecuación reducida.

$$a = n \log \frac{1}{n} + \log k$$

$$- 0,921 = 1,7042 \log \frac{1}{1,7042} + \log k$$

Despejando k y aplicando antilogaritmo:

$k = 0,297548 \text{ Pas}^n$ → Índice de consistencia

Tabla de valores para n y k.

Nro	N	TORQUE	f	cp	u	$\log(4\pi \cdot N/60)$	$\log u$	b	a	n	k	R ²
1	100	2,5	400	1000	1	1,3210	0,0000	0,7042	-0,9210	1,7042	0,2975	0,9715
	120	6	200	1200	1,2	1,4002	0,0792					
	140	13	100	1300	1,3	1,4672	0,1139					
	160	35	40	1400	1,4	1,5252	0,1461					
2	100	18	400	7200	7,2	1,3210	0,8573	0,1276	0,6853	1,1276	5,5477	0,9727
	120	36	200	7200	7,2	1,4002	0,8573					
	140	75	100	7500	7,5	1,4672	0,8751					
	160	190	40	7600	7,6	1,5252	0,8808					
3	100	2,6	400	1040	1,04	1,3210	0,0170	0,6791	-0,8729	1,6791	0,3199	0,9981
	120	6	200	1200	1,2	1,4002	0,0792					
	140	14	100	1400	1,4	1,4672	0,1461					
	160	35	40	1400	1,4	1,5252	0,1461					
4	100	2,3	400	920	0,92	1,3210	-0,0362	0,7071	-0,9493	1,7071	0,2800	0,9818
	120	6	200	1200	1,2	1,4002	0,0792					
	140	12	100	1200	1,2	1,4672	0,0792					
	160	33	40	1320	1,32	1,5252	0,1206					
5	100	20	400	8000	8	1,3210	0,9031	-0,3359	1,3393	0,6641	16,6435	0,9958
	120	36	200	7200	7,2	1,4002	0,8573					
	140	70	100	7000	7	1,4672	0,8451					
	160	170	40	6800	6,8	1,5252	0,8325					

6	100	2,1	400	840	0,84	1,3210	-0,0757	1,0853	-1,5337	2,0853	0,1355	0,9911
	120	4,5	200	900	0,9	1,4002	-0,0458					
	140	11	100	1100	1,1	1,4672	0,0414					
	160	35	40	1400	1,4	1,5252	0,1461					
7	100	2,1	400	840	0,84	1,3210	-0,0757	1,0326	-1,4476	2,0326	0,1509	0,9781
	120	4,6	200	920	0,92	1,4002	-0,0362					
	140	13	100	1300	1,3	1,4672	0,1139					
	160	32	40	1280	1,28	1,5252	0,1072					
8	100	9	400	3600	3,6	1,3210	0,5563	0,7212	-0,4599	1,7212	0,8831	0,9703
	120	15	200	3000	3	1,4002	0,4771					
	140	34	100	3400	3,4	1,4672	0,5315					
	160	130	40	5200	5,2	1,5252	0,7160					
9	100	2,2	400	880	0,88	1,3210	-0,0555	1,5774	-2,1689	2,5774	0,0778	0,9677
	120	4,9	200	980	0,98	1,4002	-0,0088					
	140	14	100	1400	1,4	1,4672	0,1461					
	160	45	40	1800	1,8	1,5252	0,2553					
10	100	2	400	800	0,8	1,3210	-0,0969	1,0360	-1,4527	2,0360	0,1500	0,9813
	120	5,1	200	1020	1,02	1,4002	0,0086					
	140	12,3	100	1230	1,23	1,4672	0,0899					
	160	32	40	1280	1,28	1,5252	0,1072					
11	100	7	400	2800	2,8	1,3210	0,4472	-0,0738	0,5665	0,9262	3,4329	0,9815

	120	15	200	3000	3	1,4002	0,4771						
	140	32	100	3200	3,2	1,4672	0,5051						
	160	65	40	2600	2,6	1,5252	0,4150						
12	100	18	400	7200	7,2	1,3210	0,8573	0,1276	0,6853	1,1276	5,5477	0,9948	
	120	36	200	7200	7,2	1,4002	0,8573						
	140	75	100	7500	7,5	1,4672	0,8751						
	160	190	40	7600	7,6	1,5252	0,8808						
13	100	2,2	400	880	0,88	1,3210	-0,0555	1,5260	-2,0958	2,5260	0,0833	0,9826	
	120	5	200	1000	1	1,4002	0,0000						
	140	14	100	1400	1,4	1,4672	0,1461						
	160	44	40	1760	1,76	1,5252	0,2455						
14	100	3	400	1200	1,2	1,3210	0,0792	0,8775	-1,0550	1,8775	0,2875	0,9866	
	120	8	200	1600	1,6	1,4002	0,2041						
	140	18	100	1800	1,8	1,4672	0,2553						
	160	45	40	1800	1,8	1,5252	0,2553						
15	100	3	400	1200	1,2	1,3210	0,0792	0,9065	-1,1171	1,9065	0,2613	0,9806	
	120	7	200	1400	1,4	1,4002	0,1461						
	140	17	100	1700	1,7	1,4672	0,2304						
	160	45	40	1800	1,8	1,5252	0,2553						
16	100	1,5	400	600	0,6	1,3210	-0,2218	1,4533	-0,5792	2,4533	2,3822	0,9806	
	120	3,1	200	620	0,62	1,4002	-0,2076						
	140	6,7	100	670	0,67	1,4672	-0,1739						

ANEXO 5: ANÁLISIS SENSORIAL COMPARATIVO ENTRE LA MUESTRA ÓPTIMA Y MUESTRA COMERCIAL.

Muestra	Consistencia		Apariencia		Color		Sabor	
	Óptimo	Comercial	Óptimo	Comercial	Óptimo	Comercial	Óptimo	Comercial
Observaciones	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	7,065	5,215	6,555	6,33	6,58	6,22	6,745	6,51
Desviación estándar	0,564078	0,720581	0,8994	0,91714	0,69781	1,0024	0,76946	0,95636
Índice de variación	7,984%	13,817%	13,72%	14,48%	10,60%	16,11%	11,40%	14,69
Mínimo	5,7	4,2	4,7	4,7	5,6	4,5	5,4	4,6
Máximo	8,1	7,2	7,9	7,8	7,8	8,2	8,1	8,2
Rango	2,4	3,0	3,2	3,1	2,2	3,7	2,7	3,6
Sesgo estandarizado	-0,63970	1,8294	-1,1441	0,1363	0,301416	0,317815	-0,26704	-0,20693
Curtosis estandarizada	0,41009	1,5072	-0,40613	-0,96267	-1,16283	-0,63456	-0,91318	-0,62296
Suma de cuadrados	1004,33	553,79	874,73	817,36	875,18	792,86	921,15	864,98
Prueba t Comparación de medias	t = -9,04097		t = 0,78333		t = 1,3181		t = 0,856186	
	Valor-P = 5,20E-11		Valor-P = 0,438288		Valor-P = 0,19534		valor-P = 0,397262	
Prueba W de Mann-Whitney Comparación de medianas	W = 187,5		W = -27		W = -47		W = -32,0	
	valor-P = 4.06997E-7		valor-P = 0,473021		Valor-P = 0,208026		Valor-P = 0,393102	
valor-P < 0,05	Existe diferencia significativa.		No existe diferencia significativa.		No existe diferencia significativa		No existe diferencia significativa	

O= Muestra óptima

C= Muestra comercial

ANEXO 6: NORMA TÉCNICA DE LICORES.

NORMA TÉCNICA	NTP 211.009
PERUANA	2012

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Licores. Requisitos

ALCOHOLIC BEVERAGES. Liquors. Requirements

2012-12-28
3ª Edición

R.0135-2012/CNB-INDECOPI.Publicada el 2013-01-17 Precio basado en 12 páginas
I.C.S.: 67.160.10; 71.080.60 ESTE NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Bebida, alcohólica, licor, requisito, especificación

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

ANEXO 7: ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS MEZCLAS DEL EXPERIMENTO

ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS																
	Muestras															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Análisis	und	856,13	869,01	868,29	867,91	875,02	860,23	867,99	867,95	864,37	869,84	867,35	858,97	867,62	870,67	871,33
Peso bruto	gr	517,69	530,57	529,85	529,47	536,58	521,79	529,55	529,51	525,93	531,4	528,91	520,53	529,18	532,23	532,89
Masa	gr	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Volumen	ml	1,03538	1,06114	1,0597	1,05894	1,07316	1,04358	1,0591	1,05902	1,05186	1,0628	1,05782	1,04106	1,05836	1,06446	1,06578
Densidad	gr/ml	1,112	1,096	1,101	1,103	1,085	1,110	1,105	1,095	1,115	1,095	1,091	1,103	1,110	1,110	1,093
Densidad (Desnsmetro)		250,50	90,09	219,90	253,80	72,70	314,50	329,80	154,80	223,50	307,70	81,69	243,60	285,60	32,90	114,30
Viscosidad Abs.		241,94	84,90	207,51	239,67	67,74	298,17	316,03	146,16	211,04	292,53	76,86	233,99	269,85	30,91	107,25
Viscosidad aparente		4,97	4,84	4,97	5,01	5,86	5,11	4,93	4,96	5,11	5,01	4,83	4,96	5,02	6,48	3,96
pH		5,1	5,9	5,4	5,1	5,6	5,2	5,5	5,5	7,6	5,4	5,9	5,1	5	0,9	5
Gasto NaOH 0.1N	ml	0,325747	0,37684	0,34491	0,32575	0,35768	0,33213	0,3513	0,3513	0,48543	0,34491	0,37684	0,32575	0,31936	0,05748	0,31936
Acidez Total	%															
% pisco de 48 %vol	%	0,349875	0,39933	0,3495	0,333	0,4	0,3	0,36667	0,34988	0,3	0,3495	0,39933	0,34988	0,32488	0,33333	0,37463
Grado alcohólico	% vol/v	17,49375	19,9667	17,475	16,65	20	15	18,3334	17,4938	15	17,475	19,9667	17,4938	16,2438	16,6667	18,7313
*Brix. S.S.	%	30,8	30,7	31,5	30,9	30,6	31,3	30,3	29,9	33	30,8	31,7	30,7	30,8	32	31,5
Azúcar gr/lit	gr/l	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Peso de placa	gr	31,43	41,94	41,99	37,56	47,81	34,9	29,65	35,15	42,34	45,71	29,45	39,45	43,4	36,07	38,02
placa +muestra	gr	41,47	51,5	53,76	47,15	57,01	45,12	42,03	44,41	44,61	53,5	37,84	49,58	53,33	46,61	48
Muestra fresca	gr	10,04	9,56	11,77	9,59	9,2	10,22	12,38	9,26	11,16	10,18	8,39	10,13	9,93	10,54	9,98
Placa +muestra seca	gr	34,51	44,79	45,6	40,46	50,46	38,13	33,59	37,91	38,02	45,8	31,95	42,58	46,8	39,27	41,09
Muestra seca	gr	3,08	2,85	3,61	2,9	2,65	3,23	3,94	2,76	2,87	3,46	2,5	3,13	3,4	3,2	3,07
EXTRACTO SECO	%	30,67729	29,8117	30,6712	30,2398	28,8043	31,6047	31,8255	29,8056	30,3383	31,0036	30,7466	29,7974	30,8983	34,2397	30,7615
Liquido sobrenadante	Cm	2	4,4	2,5	2	5	0,2	0,1	3,7	2,2	0	3,7	2,7	0,6	2,5	4
Precipitado	Cm	12	10	12	12,5	9,5	14	14,1	10,8	12,3	14,50	10,8	11,8	13,9	12	10,5
Total Altura	cm	14	14,4	14,5	14,5	14,5	14,2	14,2	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Estabilidad %	cm	D	69%	83%	86%	66%	99%	99%	74%	85%	100%	74%	81%	96%	83%	72%
% sobrenadante	cm	14%	31%	17%	14%	34%	1%	1%	26%	15%	0%	26%	19%	4%	17%	28%

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL Y REOLOGICOS											
Run	A:Pisco	B:Huevo	C:Xanthan	Viscosidad	Estabilidad %	Aspecto	Olor	Color	Sabor	Indice de Flujo	Coefficiente de consistencia
1	0,349875	0,149875	0,000250	250,500	0,857143	4,55	6,20	5,80	5,83	1,7042	0,297548
2	0,399333	0,100000	0,000667	90,090	0,694444	2,30	6,00	5,35	6,00	1,1276	5,547663
3	0,349500	0,149500	0,001000	219,900	0,827586	4,60	6,00	5,75	5,80	1,6791	0,319909
4	0,333000	0,166000	0,001000	253,800	0,862069	4,65	5,70	5,60	5,60	1,7071	0,280020
5	0,400000	0,100000	0,000000	72,700	0,655172	2,50	6,20	5,30	6,10	0,6641	16,643523
6	0,300000	0,199333	0,000667	324,400	0,985915	5,00	5,40	6,40	5,40	2,0853	0,135476
7	0,300000	0,199333	0,000667	329,800	0,992958	5,40	5,40	6,30	5,50	2,0326	0,150850
8	0,366667	0,133333	0,000000	154,800	0,744828	3,60	5,70	5,92	5,88	1,7212	0,883106
9	0,349875	0,149875	0,000250	247,700	0,848276	4,50	5,80	5,80	5,79	2,5774	0,077782
10	0,300000	0,200000	0,000000	307,700	1,000000	5,40	5,50	6,60	5,40	2,036	0,149959
11	0,349500	0,149500	0,001000	215,500	0,744828	4,00	6,10	5,70	5,84	0,9262	3,432906
12	0,399333	0,100000	0,000667	81,690	0,641379	3,10	6,10	5,30	5,90	1,1276	5,547663
13	0,349875	0,149875	0,000250	248,500	0,813793	4,50	6,00	5,70	5,82	2,526	0,083319
14	0,324875	0,174625	0,000500	285,600	0,958621	5,10	5,70	5,60	5,50	1,8775	0,287506
15	0,333333	0,166667	0,000000	235,000	0,827586	4,60	5,80	5,70	5,60	1,9065	0,261319
16	0,374625	0,124875	0,000500	144,000	0,724138	3,40	6,00	5,40	5,80	2,4533	2,382184

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL Y REOLOGICOS													
Run	A:Pisco	B:Huevo	C:Xanthan	Viscosidad	Densidad	% vol/vol	S.S. T.(Brix)	Precipitado %	pH	Acidez %	Extracto %	Azúcar %	Estabilidad ad %
1	0,349875	0,149875	0,000250	250,500	1,112	17,4938	30,80	14,3%	3,97	0,3257	30,6773	260	86%
2	0,399333	0,100000	0,000667	90,090	1,096	19,9667	30,70	30,6%	3,84	0,3768	29,8117	260	69%
3	0,349500	0,149500	0,001000	219,900	1,101	17,4750	31,50	17,2%	3,97	0,3449	30,6712	260	83%
4	0,333000	0,166000	0,001000	253,800	1,103	16,6500	30,90	13,8%	4,01	0,3257	30,2398	260	86%
5	0,400000	0,100000	0,000000	72,700	1,085	20,0000	30,60	34,5%	3,86	0,3577	28,8043	260	66%
6	0,300000	0,199333	0,000667	324,400	1,111	15,0000	30,90	1,4%	4,11	0,3577	31,6047	260	99%
7	0,300000	0,199333	0,000667	329,800	1,111	15,0000	31,30	0,7%	4,11	0,3321	31,8255	260	99%
8	0,366667	0,133333	0,000000	154,800	1,105	18,3334	30,30	25,5%	3,93	0,3513	29,8056	260	74%
9	0,349875	0,149875	0,000250	247,700	1,095	17,4938	29,90	15,2%	3,96	0,3513	30,3383	260	85%
10	0,300000	0,200000	0,000000	307,700	1,115	15,0000	33,00	0,0%	4,11	0,4854	31,0036	260	100%
11	0,349500	0,149500	0,001000	215,500	1,095	17,4750	30,80	25,5%	4,01	0,3449	30,7466	260	74%
12	0,399333	0,100000	0,000667	81,690	1,091	19,9667	31,70	35,9%	3,83	0,3768	29,7974	260	64%
13	0,349875	0,149875	0,000250	248,500	1,103	17,4938	30,70	18,6%	3,96	0,3257	30,8983	260	81%
14	0,324875	0,174625	0,000500	285,600	1,111	16,2438	30,80	4,1%	4,02	0,3194	34,2397	260	96%
15	0,333333	0,166667	0,000000	235,000	1,1095	16,6667	32,00	17,2%	5,48	0,0575	30,3605	260	83%
16	0,374625	0,124875	0,000500	144,000	1,093	18,7313	31,50	27,6%	3,96	0,3194	30,7615	260	72%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8: PANEL FOTOGRÁFICO

A. Materias primas



B. Obtención de cáscaras de huevo.



C. Mezcla de yema y claras



D) Maceración de cascara de huevo y zumo de limón.



E) Envasado en frescos de vidrio



F) Fotos de los tratamientos luego de 50 días de reposo a 25°C.





ANEXO 9: FUNGILAB™ EXPERT SERIES L MODEL ROTATIONAL



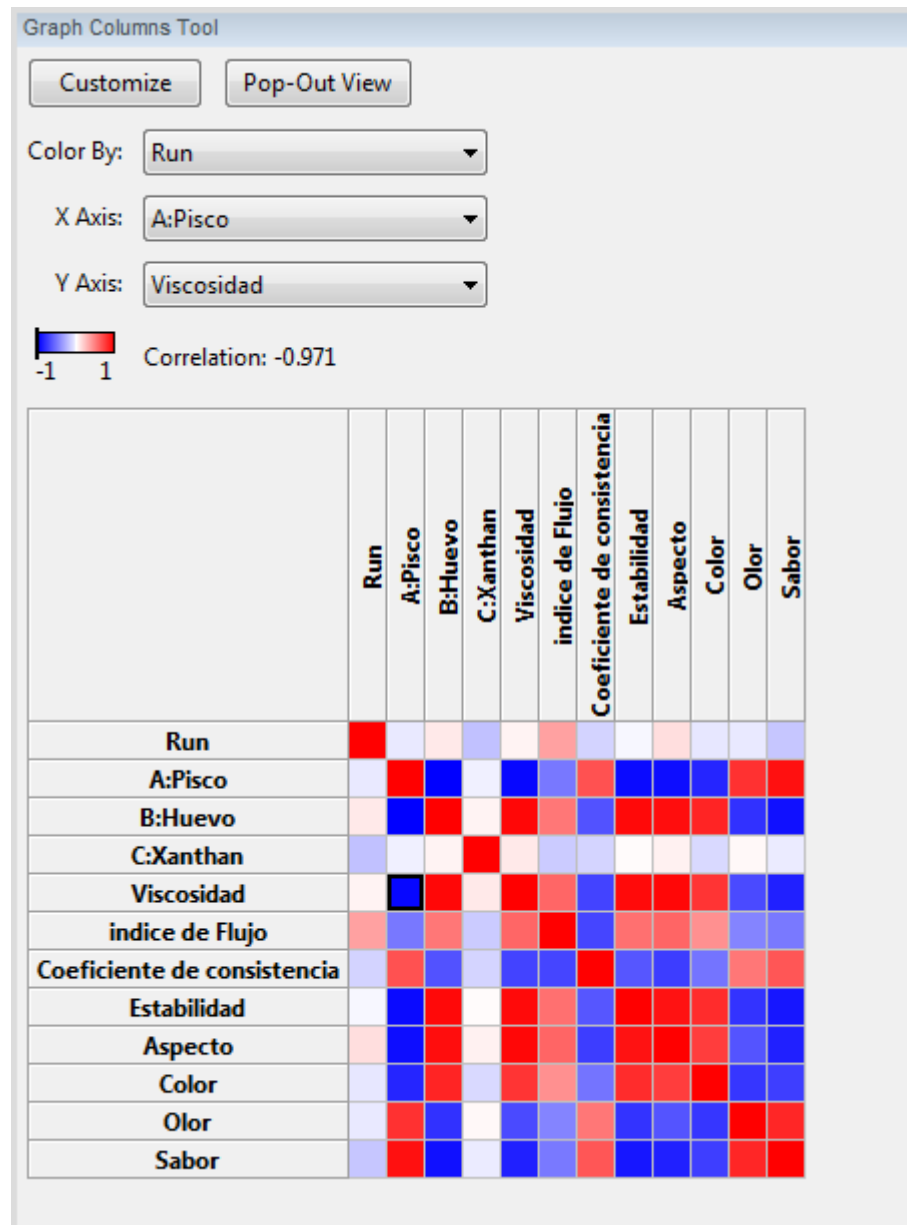
VISCOMETER

Fungilab™ Expert Series L Model Rotational Viscometer

Especificaciones

Tipos de alarma	Auto-test with sound and visual malfunction alarm
Tipo de pantalla	Graphic
Tipo de sonda	PT 100
Exactitud de medición	±1% of full scale
Repetibilidad	0.2%
Intervalo de viscosidad	1 - 2.000.000 cP
Certificaciones/conformidad	BS: 6075, 5350, ISO: 2555, 1652, ASTM: 115, 789, 1076, 1084, 1286, 1417, 1439, 1638, 1824, 2196, 2336, 2364, 2393, 2556, 2669, 2849, 2983, 2994, 3232, 3236, 3716
Recuento (ajuste de velocidad)	54
Incluye	Standard delivery: The equipment is supplied complete with standard spindles (4 spindles for L model, and 6 spindles for R and H models), viscometer stand and spindle protector, carrying case, USB cable and Datalogger Software.
Tipo de software	USB allows data transfer to a Excel format
Tipo de producto	Rotational Viscometer
Volumen de la muestra (métrico)	600mL
Rango de temperatura (métrico)	0°C to 100°C

ANEXO 10: GRÁFICO DE CORRELACIONES ENTRE COMPONENTES DE LA MEZCLA Y LAS RESPUESTAS



Este cuadro organiza en una matriz de las relaciones de correlación entre los componentes de la mezcla en estudio y las respuestas que permite visualizar en forma rápida las interacciones.

Los colores rojos indican buena correlación y los azules baja correlación.