



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TRES
GOMAS SOBRE EL INDICE DE CONSISTENCIA Y
LA SINÉRESIS DE LA SALSA DE AJI**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE
AGRONEGIOS**

AMPUERO BUENDIA, JAVIER JHONATAN

Asesor:

Ing. Carlos Elías Peñafiel

Lima - Perú

2016

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el 17 de octubre

Aprobado por:

.....
Graduando

Asesor de Tesis:

**UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA**

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Javier Jhonatan Ampuero Buendía, identificado con DNI N° 42325696 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: Efecto de la concentración de goma xantana, carragenina y goma de tara sobre el índice de consistencia y la sinéresis de las salsas de ají amarillo.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, octubre de 2016

.....
Javier Jhonatan Ampuero Buendía

DNI N° 42325696

EPÍGRAFE

Andar por el intrincado y fascinante rumbo de la evaluación es el paso necesario y facilitador para construir procesos de calidad.

(Darío Klar, 2005)

INDICE

CARATULA	0
INDICE	4
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE ANEXOS	11
DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTO	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCION	16
PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	17
Identificación de Problema	17
Formulación del Problema	18
Problema General.	18
Problemas Específicos.	18
MARCO REFERENCIAL	19
Antecedentes	19
Revisión de Tesis Nacionales	19
Revisión de Tesis Internacionales	21
Estado del Arte	25
Marco Teórico	26
Genero Capsicum.	26
Genero Passiflora.	29
Sinéresis.	30
Descripción de las Gomas.	31
Alginatos.	31
Goma Agar.	32
Goma Carragenina.	33
Goma arábica.	34
Goma Xantana.	34
Gomas Celulósicas.	35
Pectinas.	36
Muestra.	37
Unidad de Análisis.	38

Reología de Alimentos Líquidos.	38
Clasificación de los Fluidos.	40
<i>Fluidos Newtonianos.</i>	40
<i>Fluidos No Newtonianos.</i>	41
Fluidos independientes del tiempo.	41
<i>Fluidos Pseudoplásticos.</i>	41
Fluidos dependientes del tiempo.	43
Equipos que se utilizan en la medición de la viscosidad.	43
<i>Viscosímetro de Tubo o Capilar.</i>	43
<i>Viscosímetro Rotacional.</i>	44
Características Sensoriales.	44
Pruebas Orientadas al Consumidor.	44
Pruebas Hedónicas.	45
Técnicas.	46
Método de Superficie de Respuesta.	46
Método de Diseño de Mezclas.	47
Diseño de Retícula Simplex.	48
<i>Diseño Simplex con Centroide.</i>	49
<i>Diseño Simplex con Centroide Ampliado.</i>	49
Programación Lineal.	49
Métodos de Solución.	50
<i>Método Gráfico.</i>	50
<i>Método Analítico.</i>	50
<i>Método Computacional.</i>	51
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	51
Objetivo General	51
Objetivos Específicos	51
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	51
Justificación Teórica	51
Justificación Práctica.	52
Justificación Social.	52
HIPOTESIS	52
Hipótesis General	52
Hipótesis Específicas	52
MATRIZ DE CONSISTENCIA	53

MARCO METODOLOGICO	53
Metodología	53
Paradigma	54
Enfoque	54
Método	54
VARIABLES	55
Variable Independiente.	55
Variable Dependiente	55
POBLACION Y MUESTRA	55
Población	55
Genero Capsicum.	55
Genero Passiflora.	56
MATERIALES Y METODOS	56
Lugar de Ejecución	56
Materia Prima e Insumos	56
Materia Prima.	57
Insumos.	57
Materiales y Equipos	57
Medición del pH.	57
<i>Materiales.</i>	57
<i>Equipos.</i>	57
<i>Reactivos.</i>	57
Medición del índice de Consistencia.	58
<i>Materiales.</i>	58
<i>Equipos.</i>	58
<i>Reactivos.</i>	58
Medición de la Sinéresis.	58
<i>Materiales.</i>	58
<i>Equipos.</i>	58
<i>Reactivos.</i>	58
Métodos	58
Tecnología de Elaboración	60
Flujo de Elaboración	60
Procedimiento para la Elaboración de Salsa de Ají Amarillo.	60
Selección de la materia prima.	60

Lavado y Desinfectado.	61
Pesado de la materia prima e insumos.	61
Cortado.	61
Pulpeado.	61
Liculado.	61
Tamizado.	61
Tratamiento Térmico.	61
Envasado.	62
Enfriado.	62
Almacenado.	62
Analisis Estadístico	63
Tratamientos a Estudiar.	63
RESULTADOS Y DISCUSION	64
Evaluación del Índice Reológico	64
Evaluación de la Sinéresis	68
Evaluación del Índice de Consistencia “k”	72
Evaluación del Nivel de Agrado	76
Determinación del Costo	80
Determinación de la Zona de Formulación Óptima	84
CONCLUSIONES	85
REFERENCIAS	86
ANEXOS	94

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº1: Formulacion General	62
Tabla Nº2: Valores de pH para cada tratamiento	63
Tabla Nº3: Diseño de Tratamientos	63
Tabla Nº4: Valores observados para el índice reologico("n")	65
Tabla Nº5: Análisis de Varianza para Índice de Reológico "n"	66
Tabla Nº6: Valores observados para la sinéresis	68
Tabla Nº 8: Valores observados para el indice de consistencia	72
Tabla Nº 9: Análisis de Varianza(ANOVA) para el índice de consistencia	75
Tabla Nº10: Resultados de la Evaluación Sensorial	77
Tabla Nº11: Valores observados para el nivel de agrado	77
Tabla Nº12: Costo de las Gomas	80
Tabla Nº13: Determinación del Costo	81
Tabla Nº14: Análisis de Varianza(ANOVA) para el Costo	82
Tabla Nº15: Restricciones para la Optimización de la Mezcla de Gomas	84

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas del cultivo del genero Capsicum	27
Figura 2: <i>Capsicum. baccatum</i> L.(aji amarillo),	28
Figura 3: <i>Capsicum Chinense</i> (aji panca)	28
Figura 4.: <i>Capsicum frutescens</i> L.(ají mono)	28
Figura 5: <i>Capsicum pubescens</i> L. (rocoto)	29
Figura 6: <i>Capsicum annuum</i> L.(pimentón)	29
Figura 7: Genero Passiflora	30
Figura 8: Estructura Química de los Alginatos	32
Figura 9: Estructura Química de la Goma Agar	33
Figura 10: Estructura Química de la Goma Carragenina	34
Figura 11: Estructura Química de la Goma Xantana	35
Figura 12: Estructura Química de las Gomas Celulósicas	36
Figura 13: Estructura Química de las Pectinas	36
Figura 14: Formulacion de los Tratamientos	38
Figura 15: Representación Gráfica de un Fluido Newtoniano	41
Figura 16: Grafico del esfuerzo de corte frente a la velocidad de corte para fluido	41
Figura 17: Grafico de la viscosidad aparente frente a la velocidad de corte	42
Figura 18: Representación Gráfica del Índice de Flujo	43
Figura 19: Espacio de los factores restringidos para mezclas con $p=2$ componentes y $p=3$ componentes. Fuente: Montgomery (2002)	48
Figura 20: Sistema coordenado trilineal	48
Figura 21: Genero Capsicum	56
Figura 22: Genero Passiflora	56
Figura 23: Flujo de Elaboración	60
Figura N°24: Diseño de Cox para Índice Reológico	64
Figura 25: Superficie de Respuesta para Índice Reológico en 2 Dimensiones	67
Figura 26: Superficie de Respuesta para Índice Reológico en 3 Dimensiones	68
Figura 27: Trazos de Cox para Sinéresis	69
Figura 28: Superficie de Respuesta para Sinéresis en 2 Dimensiones	71
Figura 29: Superficie de Respuesta para Sinéresis en 3 Dimensiones	71
Figura 30: Trazo de Cox para Índice de Consistencia	72
Figura 31: Superficie de Respuesta para Índice de Consistencia” en 2 dimensiones	75
Figura 32: Superficie de Respuesta para Índice de Consistencia ”k” en 3 dimensiones	76

Figura 33 : Trazo de Cox para Nivel de Agrado	78
Figura 34: Superficie de Respuesta para el Nivel de Agrado	79
Figura 35: Superficie de Respuesta para el Nivel de Agrado en 3 dimensiones	79
Figura 36: Trazo de Cox para Costo	81
Figura 37: Superficie de Respuesta para el Costo	83
Figura 38: Superficie de Respuesta para el Costo en 3 Dimensiones	83
Figura 39: Determinación de la Zona Óptima	85
Figura 40: Muestras en Centrifuga	99
Figura 41: Muestras en Tubos de Ensayo	99
Figura 42: Presencia de Sinéresis	100
Figura 43: Viscosímetro Rotacional Brookfield	100
Figura 44: Tratamiento cuatro en tubo de ensayo	101
Figura 45: Tratamiento ocho en tubo de ensayo	101

INDICE DE ANEXOS

	Pagina
ANEXO 1: Matriz de Consistencia	94
ANEXO 2: Formato para el Nivel de Agrado	95
ANEXO 3: Cronograma de Actividades	96
ANEXO 4: Presupuesto.	97
ANEXO 5:Fotos	99

**DEDICO ESTE PRESENTE TRABAJO
A LA MEMORIA DE MI PADRE EL
ING.TEODOCIO AMPUERO POLO.**

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Carlos Cesar Augusto Elías Peñafiel, como asesor y amigo, por su paciencia, orientación y sabios consejos para el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación. A los miembros del jurado por sus acertadas observaciones en la evaluación de este trabajo de investigación. A la Dra. Yvonne Cruz Castañeda por proporcionarme valiosas pautas en el desarrollo de la investigación. A mi familia por su apoyo constante y ser inspiración permanente para el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

Se determinó la influencia de los porcentajes de incorporación de catorce mezclas de goma de tara, goma xantana y carragenina sobre el índice de consistencia, sinéresis, índice reológico, nivel de agrado y costos de la salsa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) con jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*). La sinéresis y el índice de reológico fueron las variables que no influyeron en forma significativa. Aplicando el método de diseño de mezclas se logró optimizar los porcentajes de incorporación de los hidrocoloides. Los porcentajes optimizados fueron 1,38% de goma de tara, 28,47% de carragenina y 70,16% de goma xantana. Con esta mezcla se obtuvo un coeficiente de consistencia de 199,52 Pa.sⁿ, un nivel de agrado de 5,51 sobre una escala hedónica de 9 puntos y un costo de 3,96 soles/kg sobre un máximo de 7,15 soles/kg.

Palabras Claves: Ají Amarillo, gomas, índice de consistencia, sinéresis, diseño de mezclas.

.

ABSTRACT

The influence of percentage of incorporation was determined in fourteen mixtures of tara gum, xanthan gum and carrageenan on the rate of consistency index, syneresis, rheological index, level of satisfaction and cost of yellow pepper sauce (*Capsicum baccatum var. pendulum*) with juice of passion fruit (*Passiflora edulis*). The syneresis and rheological index were the variables that did not influence significantly. Applying the method of mix design is managed to optimize the percentage of incorporation of hydrocolloids. The optimized percentages were 1.38% of tara gum, 28.47% carrageenan and 70,16% rubber xanthan gum. With this mixture is obtained an index of consistency of 199,52 Pa.sⁿ, a level of pleasure of 5.51 on a scale hedonic of 9 points and a cost of 3.96 soles/ kg on a maximum of 7.15 soles / kg.

Key words: yellow paper, gums, index of consistency, syneresis, mixture design.

INTRODUCCION

Actualmente los cambios en el estilo de vida moderno y las nuevas tecnologías de procesamiento han llevado a un rápido aumento en el consumo de comidas preparadas, alimentos novedosos y desarrollo de alimentos bajos en grasa. Por tanto, se han desarrollado numerosos hidrocoloides específicamente como sustitutos de grasa o mejoradores de características texturales; esto en consecuencia, ha dado lugar a un aumento en su demanda (Williams y Phillips, 2000).

Por lo que, es importante conocer la reología de los alimentos ya sean fluidos o semisólidos debido a que está relacionado con el diseño de flujo, almacenamiento y estabilidad durante el proceso de elaboración (Vercet y otros, 2002; Mazaheri y Ghandi, 2007). Las fallas o desviaciones en la consistencia de los alimentos pueden ser remediadas por la adición de diferentes hidrocoloides (Sahin y Ozdemir, 2004). Muchas investigaciones han encontrado que los hidrocoloides pueden ser usados para mejorar la textura de los alimentos y su capacidad de retención de agua, incrementando su calidad total durante el almacenamiento (Rosell y otros, 2001).

Como un producto fluido puede definirse a las salsas picantes que cuentan como ingredientes principales al ají y especias, estas a su vez sirven para condimentar, mejorar la apariencia y textura de los alimentos. Las salsas picantes acentúan el sabor ya que acompañan a las comidas o pueden ser parte de ellos.

Muchas salsas picantes son emulsiones tipo aceite en agua(o/w). La propia emulsión es en parte responsable de la textura, viscosidad y estabilidad de la salsa. Pero tanto las salsas emulsionadas como las que no la están pueden ver modificada su textura mediante la adición de diferentes ingredientes y aditivos. Generalmente se trata de hidrocoloides (Ingeniería de Alimentación, boletín 32, 2001).

Según la norma para salsa de ají (Codex Stan 306r-2011) el uso está permitido por no tratarse de productos tóxicos (sin límite de uso) aunque si debemos tener en cuenta las buenas prácticas de manufactura para su uso. Estos materiales se emplean, entre otras múltiples aplicaciones, como aditivos alimentarios, principalmente como espesantes y agentes estabilizadores de emulsiones y suspensiones. Por lo antes expuesto este trabajo de investigación en la que se le adiciona goma de tara, goma xantana y carragenina a una salsa de ají amarillo busca determinar la incidencia del índice reológico, índice de consistencia, sinéresis, nivel de agrado y costos en la calidad de las salsas y aderezos. Asimismo, va a ir acompañada de jugo de maracuyá.

Los objetivos de la presente investigación es evaluar el efecto de la concentración de goma xantana, goma de tara y carragenina sobre el índice reológico, índice de consistencia, sinéresis, nivel de agrado y costos de a salsa de ají amarillo con maracuyá.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

Identificación de Problema

Es importante desde el punto de vista de la calidad que la salsas y aderezos no pierdan consistencia o se acumulen en el fondo del envase (Revista Énfasis Alimentación, 2014).

Una de los factores para la aceptación de un producto es la calidad percibida por el cliente, para esto se debe elaborar un producto cuyas características sean agradables para el consumidor. La textura para las salsas y aderezos es un atributo muy importante. Por lo antes expuesto al elaborar una salsa picante se pueden obtener texturas tanto líquidas (no deseable) como consistentes (buena calidad). Además, se busca evitar la separación de fases, lo que se denomina sinéresis. La formación y la naturaleza de las interacciones que ocurren en la superficie de contacto se relacionan directamente con la sinéresis. La separación de fases se presenta como consecuencia de la diferencia de densidad con el tiempo. (Badui, 2006).

Al incrementar la viscosidad de la fase continua y reducir la movilidad de las gotas podemos mejorar la estabilidad de una emulsión. Para un sistema alimenticio el cual contiene carbohidratos, grasa y proteína la selección más adecuada de hidrocoloides está relacionado directamente de su capacidad emulsificante o

estabilizante y del sinergismo que pueda existir entre mezclas de ellos. (Franco et al 1997; Cabeza et al 2002), (Dolz et al, 2007).

Para que la formulación de una salsa o aderezo sea exitosa debemos seleccionar los hidrocoloides adecuados ya que juegan un rol fundamental en el desarrollo de la textura y estabilidad de estos productos.

Las propiedades reológicas de un solvente pueden modificarse utilizando hidrocoloides como agentes estabilizantes, espesante y gelificante. Los hidrocoloides cuando son disueltos o dispersados tienen como características principales un alto peso molecular, naturaleza polimérica e interacciones entre cadenas de polímero las cuales modifican la viscosidad, textura y sensación bucal de los sistemas alimentarios (Yacen et al, 2005).

El Perú es uno de los países que goza con una mayor cantidad de diversidad de climas y microclimas. Sin embargo, el uso de los ajíes no es suficiente para asegurar el éxito de un producto y su consumo en el mercado, por lo que la industrialización de tara y el ají amarillo que están disponibles en nuestro país es una alternativa para su aprovechamiento. El presente trabajo se realizará en la ciudad de Lima, distrito de La Molina. Utilizando los materiales e instrumentos del laboratorio de la facultad de ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola.

Formulación del Problema

Problema General.

¿Cuál es el efecto de la incorporación de gomas en el índice de consistencia y la sinéresis en la calidad de las salsas y aderezos?

Problemas Específicos.

¿En qué concentración de goma xantana, carragenina y goma de tara se llega al índice de consistencia recomendado para salsas de ají?

¿En qué concentración de goma xantana, carragenina y goma de tara se llega a la menor presencia de sinéresis de las salsas de ají?

¿En qué concentraciones de goma xantana, carragenina y goma de tara se llega al mejor nivel de agrado?

¿En qué concentraciones de goma xantana, carragenina y goma de tara se llega al menor costo?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

En esta sección se menciona y describe sucintamente las investigaciones científicas previas llevadas a cabo en el Perú como en el extranjero y que son relevantes a la presente investigación.

Revisión de Tesis Nacionales

Gutierrez Alcantara, Paolo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, realizó una tesis titulada “Evaluación de una mezcla de estabilizantes conteniendo goma de tara en la elaboración de helados” publicada en el año 2007, donde el objetivo fue determinar los niveles óptimos de una mezcla conteniendo goma de tara, goma guar y carragenina empleando el método de Diseño de Mezclas. Se determinó la zona de formulación factible y partir de esta se procedió a ubicar la mezcla óptima de estabilizantes. Los criterios utilizados fueron maximizar goma de tara, minimizar goma guar, minimizar carragenina y minimizar costo. Se obtuvo los siguientes valores: 343,13 cP, overrun de 38.35%, dureza 1565.33 g, tiempo medio de fusión de 40.37 min y costos 5,51 \$/kg para la mezcla tara (60.31%); guar (23.28%) y carragenina (16.41%).

Mora Barandiarán, Francisco J. de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, realizó una tesis titulada “Efecto de la concentración de cmc, goma guar y goma xantana sobre la sinéresis, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) variedad imperial star” publicada en julio del 2013, donde el objetivo fue determinar el efecto de la concentración de tres hidrocoloides: CMC, goma guar y goma xantana, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) variedad Imperial Star donde la sinéresis se determinó por centrifugación mediante la pérdida de agua;

utilizando un viscosímetro marca Brookfield modelo RVDV – III se hallaron las características reológicas y mediante una escala hedónica de nueve puntos, la consistencia sensorial. Se tuvo como conclusiones que en todos los tratamientos tuvieron un comportamiento “no newtoniano” de tipo “plástico general” con un valor “n” menor a uno ya que la viscosidad aparente disminuyó con la velocidad de cizalla y un esfuerzo de corte inicial que estuvo en el rango de 82,8792 y 182,5201 Pa. Además, se pudo visualizar que el índice reológico “n” estuvo en el rango de 0,5932 y 0,7594 ($n < 1$) y el índice de consistencia “k” en el rango de 7,8505 y 36,1660 Pa.sⁿ y que la consistencia sensorial estuvo en el rango de cinco a siete representado por “ni me gusta ni me disgusta” hasta “me gusta ligeramente”. Finalmente se determinó una mezcla óptima, correspondiente a 0,68% goma xantana, 0,25% goma guar y 0,07% CMC; y con la cual se obtuvo 0,08% de sinéresis, 133,1420 Pa de esfuerzo de corte inicial y un valor de seis en la consistencia sensorial, correspondiente a la calificación “me gusta”.

Cárdenas A, Alvites H, Valladares G, Obregón J, Vásquez-Villalobos V de la Universidad Nacional de Trujillo realizaron una tesis titulada “efecto de la combinación de tres proporciones de hidrocoloides (carboximetilcelulosa, gelatina y pectina), sobre la sinéresis y textura sensorial del yogurt natural batido, utilizando un Diseño de Mezclas Simplex con Centroides Ampliado”. Se determinó las combinaciones óptimas para obtener valor bajo de sinéresis (24.29%) y mayor calificación en textura sensorial de 3.7 (aproximado a 4 de calificación = “me gusta moderadamente”), se obtuvieron valores de mezcla óptima de carboximetilcelulosa, gelatina y pectina de 0.24%, 0.005% y 0.004%, respectivamente. El modelo más adecuado para representar el comportamiento de cada variable respuesta fue el modelo cuadrático con valores de R^2 de 0.951 y 0.932 para sinéresis y textura sensorial respectivamente. Para validar los resultados de la investigación, los valores obtenidos mediante la optimización fueron comparados con valores reales, para lo cual se elaboró una muestra de yogurt natural con las proporciones óptimas de hidrocoloides, efectuándose nuevamente un análisis de sinéresis y textura sensorial, lo que proporcionó valores de 24.3% y 4.2 (calificación de “me gusta moderadamente”) respectivamente.

Martínez R. de la Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas realizó una tesis titulada “Evaluación de la viscosidad y color del yogurt batido con

adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones (0 %, 0.02 %, 0.04 % y 0.06 %), al inicio se determinó las características físico químicas de la leche, como la acidez titulable, pH y densidad. Del mismo modo se evaluó las características físico-químicas del yogurt batido con la adición de goma de tara, como la acidez titulable, pH, densidad, viscosidad y color. La evaluación de la viscosidad se efectuó en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, se utilizó el viscosímetro rotacional modelo: ST – 2001, a 60 rpm como resultado se obtuvo viscosidades de 0.978, 1.178, 2.040 y 1.019 Pa.s, entonces la viscosidad es directamente proporcional hasta la concentración de 0.04 %, a partir de 0.06 % la viscosidad disminuye considerablemente, por lo tanto el mejor tratamiento fue el T3 con concentración de 0.04 % de goma de tara, por presentar mayor viscosidad, cuando se realizó el análisis estadístico de medias de las viscosidades se observa que hay diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al patrón. Para ello se utilizó la prueba de rangos múltiples de Dunnett. La evaluación del color se realizó con un colorímetro de marca kónica minolta modelo R-400, donde los datos obtenidos del color fueron 57.490, 57.207, 58.567 y 51.937 de luminosidad, se realizó ANOVA obteniéndose así valores de $p < 0.05$ por lo tanto se rechazó la hipótesis nula, se evaluó para verificar la diferencia significativa entre tratamientos con la prueba de rangos múltiples de Dunnett en donde se obtuvo que los valores son iguales estadísticamente con el tratamiento patrón, no hubo diferencias significativas. En los resultados de la prueba de Friedman, dan un valor de $p < 0.05$ por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en todas las características organolépticas indicando que hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos de yogurt con adición de goma de tara, el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad fue el que tuvo concentración de 0.04 % de goma de tara indicando la tendencia del “me gusta moderado” a “me gusta mucho”.

Revisión de Tesis Internacionales

Benucci C., de la Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas realizó una tesis titulada “Elaboración de un aderezo tipo salsa utilizando diferentes agentes espesantes” publicada en agosto del 2001 donde su objetivo fue evaluar la utilización de dos gomas en la elaboración de un aderezo tipo salsa, determinar la concentración óptima para cada goma y caracterizar física, química y sensorialmente la salsa elaborada para la cual se elaboró una salsa tipo, con goma xantana que fue el control

y salsas con diferentes concentraciones de goma xantana, gleditsia y algarrobo cuyos tratamientos fueron 100% algarrobo (TA); 100% gleditsia (TG); 75% algarrobo 25% xantana (TAX); 75% gleditsia 25% xantana (TAG) con 4 repeticiones en cada tratamiento. Se tuvo como conclusiones tanto instrumentalmente como sensorialmente una mayor consistencia en los tratamientos 75% gleditsia y 25% xantana y 100% xantana y con respecto a la aceptabilidad se presentaron diferencias significativas, siendo los tratamientos 100% xantana y 75% gleditsia 25% xantana los mejores evaluados. El tratamiento mejor evaluado de todos fue el que contenía 75% gleditsia y 25% xantana.

Juank G; de la Universidad Amazónica de Ecuador realizó una tesis titulada “Obtención de salsa picante de tabasco (*Capsicum frutescens*) utilizando almidón de yuca (*Manihot esculenta*) y de chontaduro (*Bactris gasipaes*)” como espesante publicada en marzo del 2016 donde su objetivo fue evaluar la utilización de diferentes niveles de almidón de yuca y chontaduro para el cual se utilizó un diseño experimental con un modelo completamente aleatorizado en arreglo factorial 3x2, donde los factores a estudiar fueron factor uno : almidón de yuca y almidón de chontaduro y el segundo son los niveles de estos espesantes: 0,5, 0,75 y 1%, con tres repeticiones cada uno, los análisis estadísticos que se utilizaron fueron Fischer al 5% para las variables físico-químicas y pruebas de tukey al 5%. Se obtuvo como conclusiones que las variables pH, °Brix, humedad, sólidos totales, fibra y análisis microbiológicas en tratamiento con almidón de yuca y chontaduro no presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tres niveles, mientras que en la variable tiempo de gelificación el tratamiento con almidón de chontaduro y yuca, el tiempo fue menor cuando se aumentaron los niveles de almidón. El análisis económico reveló que el tratamiento con adición de almidón de chontaduro y almidón de yuca al 0,5% ofrece un mayor beneficio. Los tratamientos con almidón de yuca y almidón de chontaduro al 0,75% es el más viable, los valores están dentro del intervalo de las normativas legales, el tiempo de gelificación es intermedio y el grado de aceptabilidad es muy bueno

Tormo Llopis, José de la Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural realizó una tesis titulada “Desarrollo de salsas con microalgas” publicada en julio del 2015 en el cual se realizaron dos tratamientos, una mayonesa con la *Spirulina máxima* y otra con la

Tetraselmis chuii. Se tuvo como conclusión que al añadir los microalgas, aumenta la viscosidad y la textura de las muestras respecto a la mayonesa base, además dependiendo de la concentración de microalga utilizada obtenemos tonalidades más o menos intensas de color verde para *Tetraselmis* y azul para *Spirulina*, también de aromas marinos en mayor apreciación para la *Tetraselmis*.

Aguirre M., Víctor H. Tesis Ingeniero en Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador realizó una tesis titulada “Desarrollo de una salsa dip de tamarindo” publicada en agosto del 2009., donde su objetivo engloba la descripción del desarrollo de una nueva salsa dip hecha a base de tamarindo llamada “Chiwolla” la cual se inició indagando los actuales gustos y preferencias de los consumidores y se construyó un concepto del producto acorde a estas tendencias del mercado. Como conclusión se obtuvo que los consumidores prefieren la salsa Chiwolla con un color intenso, nivel medio de trozos de vegetales y un sabor frutal suave.

Trigueros R., Juan K., Valladares, Blanca, Núñez, Flor. de la Escuela Agrícola de Zamorano, Honduras realizaron una tesis titulada “Efecto de la concentración de goma xantana y de la miel de fruta en las características físico-químicas de la miel cremada saborizada” publicada en el año 2010 donde el objetivo fue evaluar los sabores de miel de fruta (guayaba y mora) y dos concentraciones de goma xantana (0.25 y 0.5%). Como conclusiones se obtuvieron que para el análisis físico de viscosidad existieron diferencias significativas el tratamiento sabor guayaba 0.5% goma xantana, esto podría estar relacionado con la concentración de goma xantana y los metoxilos de la guayaba.

Moreno Cisneros, Ana de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador realizó una tesis titulada “Comparación de las gomas xantana y arábica en las propiedades reológicas de la mayonesa” publicada en el año 2013 donde su objetivo se basó en el estudio del comportamiento reológico (índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo y consistencia de Bostwick de una mayonesa a las que se incorporaron, goma xantana y goma arábica a diferentes concentraciones: 0,0; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 g/kg . Como conclusiones obtuvieron que la adición de las gomas mejoró el comportamiento reológico de las formulaciones aunque en diferente proporción una de la otra y la adición de la goma xantana mostro un evidente aumento

en el índice de consistencia el cual es mayor con respecto a la goma arábica., a mayor concentración mayor será el índice de consistencia de la mayonesa, La goma xantana resulto una versátil alternativa en el alimento, porque apporto una excelente estabilidad y se requiere en menores cantidades. Además, se la podría mezclar con otros estabilizantes que muestren compatibilidad, ocurriendo un aumento en su viscosidad provocado de una forma sinérgica.

Mena López, Pamela; Rón Yandún, Sara de la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador realizaron una tesis titulada “Efecto de la cantidad de goma xantana y el tamaño de partícula de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* S.) en la estabilidad física de una salsa agridulce a base de mango y maracuyá” publicada en el año 2012 donde el objetivo fue evaluar dos tratamientos teniendo como variables el tamaño de partícula de harina de chocho y la concentración de goma xantana. Para el primer tratamiento se determinó el tratamiento térmico para procesar harina de chocho. Para el segundo tratamiento se midió su estabilidad física (densidad, viscosidad y tiempo de sedimentación) al combinar la cantidad de goma xantana y tamaño de partícula de harina de chocho. Como conclusiones se obtuvieron para el primer tratamiento el cual fue sometido a 60°C (bulbo seco) durante 5 horas en un secador de bandejas, cuya velocidad del aire fue 3 m/s. Se obtuvo una humedad de 7%. Para segundo tratamiento dos la salsa con 0.6% goma xantana y 165 µm tamaño de partícula de la harina de chocho se obtuvo un mayor tiempo de sedimentación y como regla general puede generalizarse que a mayores cantidades de goma xantana y menores tamaños de partícula de harina de chocho dan como resultado mayor estabilidad física en una salsa, es decir, mayor viscosidad, densidad de fluido cercana a la de partícula y mayor tiempo de sedimentación.

Medina Morales, Flor Elizabet de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador realizó una tesis titulada “Elaboración de una salsa de fresa (*Fragaria chiloensis*) a partir de *Stevia Rebaudina* bertonii y goma xantana para el consumo de personas diabéticas” .publicada en el año 2012. donde el objetivo fue desarrollar una salsa de fresa para diabéticos utilizando goma xantana y *Stevia rebaudina* bertonii con la finalidad de obtener un producto natural bajo en calorías, dirigido a todo tipo de personas, en especial a quienes padecen de diabetes. Como conclusiones tenemos que se ha logrado desarrollar una tecnología para la fabricación de una salsa de fresa

utilizando materia prima de quinta categoría o fruta pequeña que tenemos a disponibilidad en la provincia y no es muy industrializada.

Leonidas de J. Millán Cardona, Blanca Lucía Cardona Salazar, Jairo A. Herrera M., Danny Arbeláez R., Diego E. Gutiérrez M. de la Universidad Nacional de Medellín, Colombia realizaron una tesis titulada “Análisis sensorial e instrumental (textura) a una salsa agridulce de borojón” publicada en el año 2010 donde el objetivo fue evaluar la relación entre la aceptación y textura con la concentración de papaya y almidón modificado en salsa agridulce de borojón. Como conclusión se tuvo que la formulación con contenido de 25% de papaya presentó la más alta calificación respecto al análisis textural y viscosidad en la prueba sensorial y es más estable por mantener relacionados directamente los parámetros sensoriales y de textura.

Benavides Morales, Juan Pablo de la Universidad de Concepción, Chile realizó una tesis titulada “Formulación de una base de salsa de palta (*Persea americana* Mill. var. Hass) procesada con alta presión hidrostática” publicada en el año 2014. Este estudio tuvo por objetivo desarrollar una base para salsa de palta var. Hass procesada con alta presión hidrostática (APH) (550 MPa, 3 minutos) de parámetros reológicos semejantes a una salsa patrón comercial, manteniendo sus propiedades físicas y químicas durante almacenamiento refrigerado. Como conclusiones se obtuvieron que la salsa patrón obtuvo una viscosidad dinámica de 0,99 Pa.s, mientras que las bases de 40 y 50% de agua lo hicieron en un rango de 0,76 – 1,19 y 0,50 - 0,95 Pa.s, respectivamente además se observó una disminución gradual en el pH de la base de salsa de palta seleccionada, mientras que la acidez y el parámetro de color aumentaron en el tiempo.

Estado del Arte

Mora Barandiarán, Francisco J. de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, realizó una tesis titulada “Efecto de la concentración de cmc, goma guar y goma xantana sobre la sinéresis, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynarascolymus* L.) variedad imperial star” publicada en julio del 2013, donde el objetivo fue determinar el efecto de la concentración de tres hidrocoloides: CMC, goma guar y goma xantana, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) variedad Imperial

Star donde la sinéresis se determinó por centrifugación mediante la pérdida de agua; utilizando un viscosímetro marca Brookfield modelo RVDV – III se hallaron las características reológicas y mediante una escala hedónica de nueve puntos, la consistencia sensorial. Se tuvo como conclusiones que en todos los tratamientos tuvieron un comportamiento “no newtoniano” de tipo “plástico general” con un valor “n” menor a uno ya que la viscosidad aparente disminuyó con la velocidad de cizalla y un esfuerzo de corte inicial que estuvo en el rango de 82,8792 y 182,5201 Pa. Además, se pudo visualizar que el índice reológico “n” estuvo en el rango de 0,5932 y 0,7594 ($n < 1$) y el índice de consistencia “k” en el rango de 7,8505 y 36,1660 Pa.sⁿ y que la consistencia sensorial estuvo en el rango de cinco a siete representado por “ni me gusta ni me disgusta” hasta “me gusta ligeramente”. Finalmente se determinó una mezcla óptima, correspondiente a 0,68% goma xantana, 0,25% goma guar y 0,07% CMC; y con la cual se obtuvo 0,08% de sinéresis, 133,1420 Pa de esfuerzo de corte inicial y un valor de seis en la consistencia sensorial, correspondiente a la calificación “me gusta”.

Marco Teórico

Genero Capsicum.

El género Capsicum, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América. En nuestro país las zonas de producción más importantes son Lima, Huaral, Barranca, Tacna, Lambayeque, Trujillo, Virú (Delgado de la Flor, 1982).

Algunas variedades y/o cultivares que podemos clasificar según su taxonomía son identificables las siguientes: *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* L., *Capsicum pubescens* L., *Capsicum annuum* L. La germinación varía entre 8 a 12 días. De esta manera, el cultivo de ají dulce El periodo de recolección pueden ser semanales o bisemanales durante un período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo agronómico que se le dé al cultivo. Durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días se produce el mayor número de frutos y los de mayor tamaño, posteriormente como resultado del deterioro y agotamiento de la planta y debido a la susceptibilidad al

ataque de plagas y enfermedades hay una tendencia a producir progresivamente

menos
frutos
o
frutos
de
menor
tamañ
o".
(Nuez
et al,
2006).

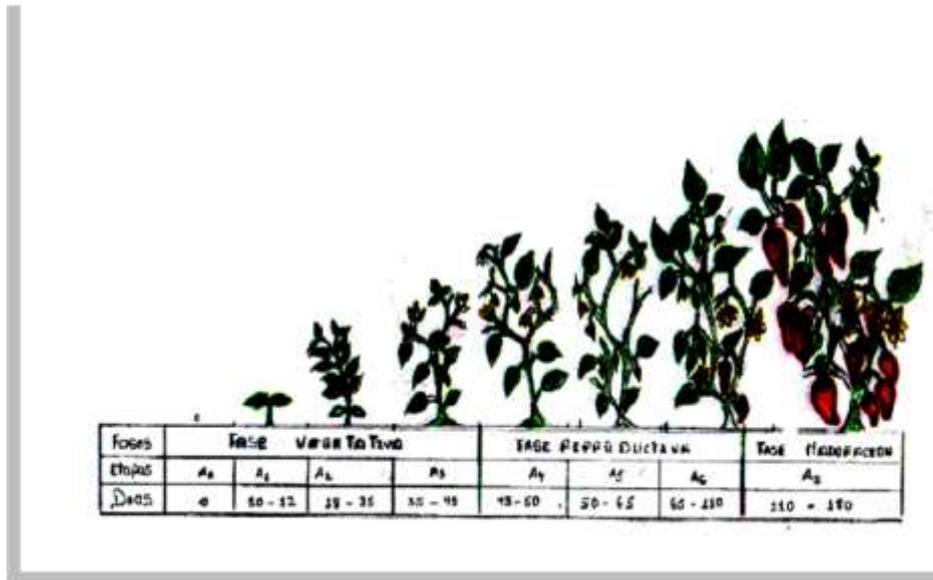


Figura 1: Etapas del cultivo del genero Capsicum



Figura 2: *C. baccatum* L- (aji amarillo),



Figura 3: *C. Chinense* (aji panca)



Figura 4.: *C. frutescens* L.(ají mono)



Figura 5: *C. pubescens* L. (rocoto)



Figura 6: *Capsicum annuum* L.(pimentón)

Genero Passiflora.

En el caso del genero Passiflora se reconoce a cada especie según la forma de las hojas. Taxonómicamente podemos identificar.

Passiflora tarminiana : Tumbo

Passiflora lugularis :Granadilla

Passiflora edulis :Maracuyá

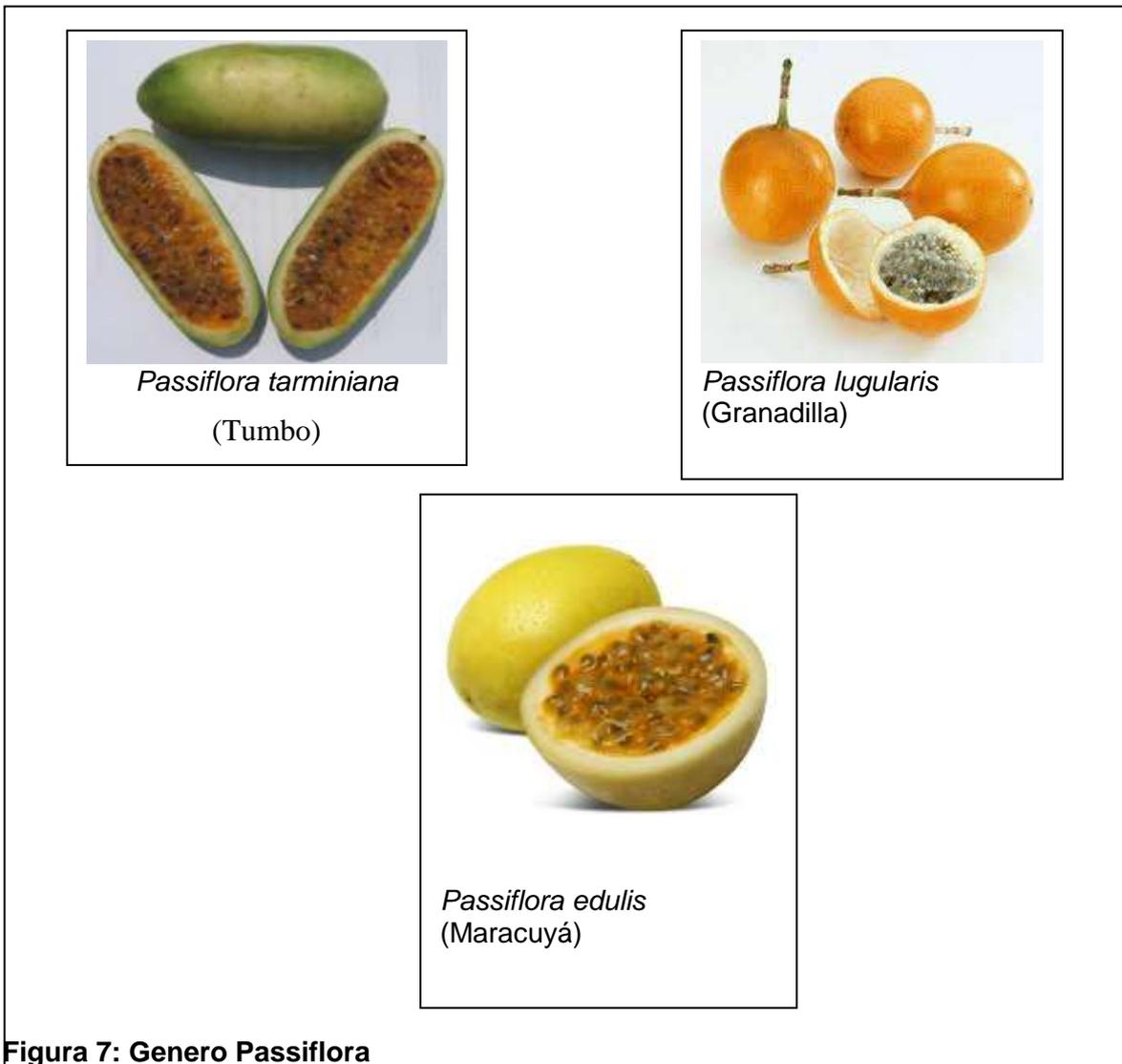


Figura 7: Genero Passiflora

Sinéresis.

La sinéresis o capacidad de liberación de agua es un fenómeno que varía dependiendo del tipo de alimento. Un factor que influye en el aumento de sinéresis es el desarrollo de la alta acidez, al igual que la agitación, sobre todo a temperaturas relativamente altas y se ve afectada por la presencia de aditivos alimentarios como pueden ser hidrocoloides y por la adición de minerales (Tamine y Robinson, 1991).

La aparición de sinéresis o separación de una fase acuosa en las salsas es un factor negativo en su calidad. En este tipo de sistemas es común observar la separación de agua debido a la tendencia de las moléculas a reasociarse formando agregados insolubles (White y otros, 1989).

La sinéresis se calcula mediante el volumen de líquido que exuda de la salsa (sobrenadante), esto se evaluó directamente por centrifugación. Se pesó 10g de salsa de cada tratamiento en tubos centrifuga a temperatura ambiente y se centrifugo a 3000 rpm por 10 minutos (Downey, 2003). El porcentaje de sinéresis se calculó mediante la ecuación:

$$S = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

Donde.

M1: Peso muestra

M2: Pérdida de peso después de centrifuga.

S: Porcentaje de sinéresis

La goma tara tiene una gran capacidad de absorción de agua, sin permitir sinéresis. La goma tara actúa sinérgicamente con k-carragenina y goma xantana para aumentar la fuerza de gelificación y hacer que el gel ayude a que no se presente la sinéresis (Aloida y Cepero, 2003).

Descripción de las Gomas.

A continuación, describiremos algunas gomas.

Alginatos.

Constituidos por los ácidos D-manurónico y L-gulurónico y que son extraídos de algas marrones conocidas como *Phaeophyceae*, siendo que las más importantes para la producción comercial de los alginatos incluye *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria*

hyperborea, *Laminaria digitata* y *Ascophillum nodosum* las cuales tienen como característica principal la capacidad para producir geles irreversibles en agua fría en presencia de iones calcio a diferencia a los alginatos de las gomas derivadas de las algas rojas que no poseen dicha característica. Muchos alginatos son usados como formadores de mouthfeel, estabilizantes en emulsiones, espesantes, inhibidores de sinéresis y gelificantes. Estructuralmente están constituidos por enlaces glucosídicos β (1-4) del ácido β -D-manurónico (M) y el ácido α -L-gulurónico (G) que se agrupan en bloques de secuencias MM, MG, y bloques GG, GM, (Dziezak, 1991).

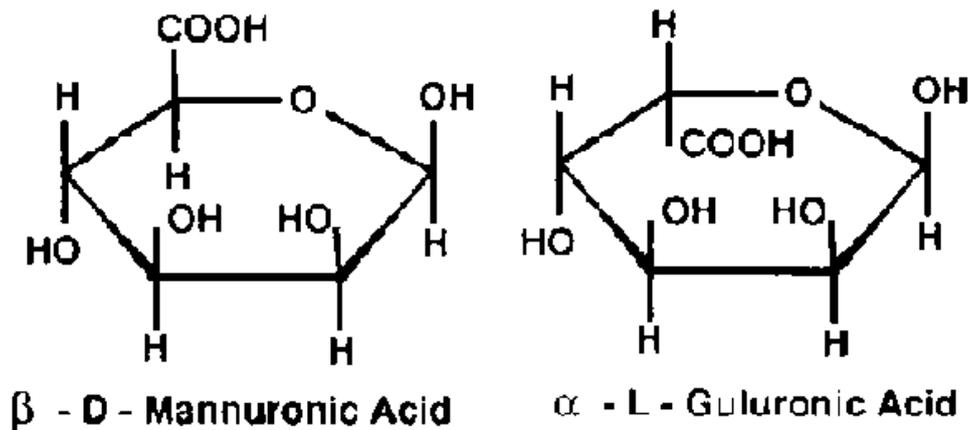


Figura 8: Estructura Química de los Alginatos

Goma Agar.

Constituida por enlaces alfa 1,4- y beta-1,6 de unidades alternas de galactosa y de anhidro galactosa y es obtenida a partir de algas rojas de la clase *Rhodophyta* de los generos *Gelidium cartilagineum*, *Gracilaria confervoides* y *Pterocladia capillace*. Produce geles en concentraciones tan bajas como 0.04% por lo que es considerada como uno de los agentes gelificantes más importantes, parcialmente esterificada con ácido sulfúrico, Es soluble en agua caliente, y la gelificación se inicia a temperaturas de 35 a 40°C, resultando un gel fuerte, claro y termorreversible. Su uso en concentraciones de 0.12% mejora la suavidad de helados y su uso en la fabricación del queso mejora la textura y calidad de los cortes (Dziezak, 1991).

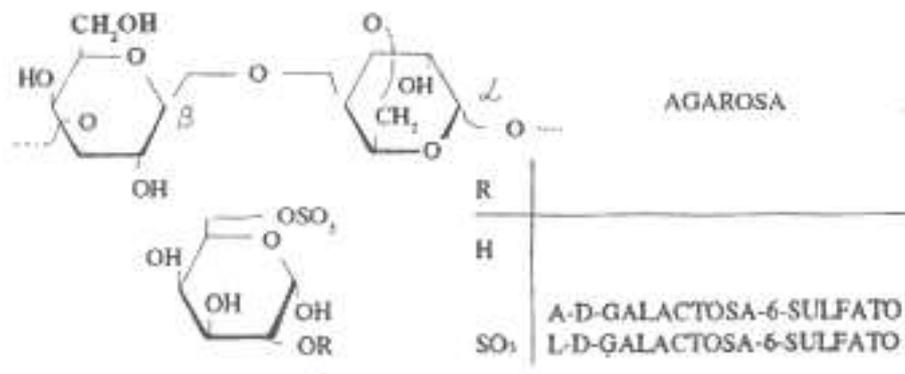


Figura 9: Estructura Química de la Goma Agar

Goma Carragenina.

Es usada como gelificante, espesante, estabilizante, y emulsionan, teniendo como característica principal su capacidad de reacción con ciertas proteínas en pequeñas concentraciones de 0.01 a 0.03% en la industria de los lácteos. También conocida como musgo irlandés. Es un polímero sulfatado, constituido de unidades de galactosa y anhidro galactosa, extraída de algas rojas donde destaca las algas del genero *Chondruscrispus*, indica que el extracto del musgo irlandés, es usado en la elaboración de alimentos, remedios y fertilizantes hace 600 años. Existen tres grupos principales: iota, kappa y lambda. La carragenina que se diferencian por su contenido y distribución de los grupos de ésteres sulfatados Towle (1973) citado por (Dziezak, 1991)

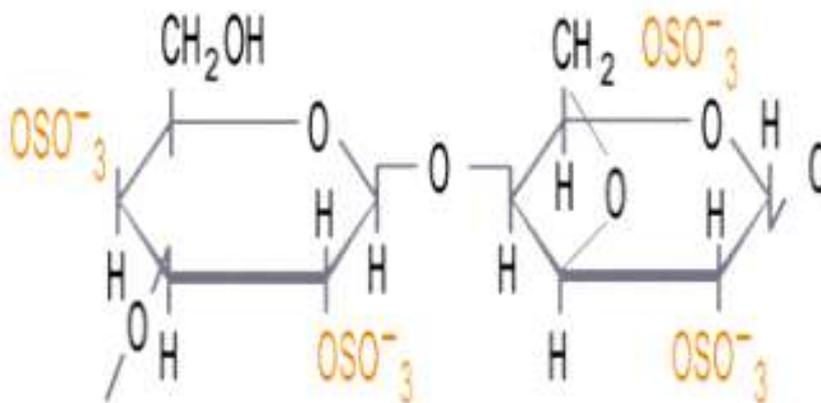


Figura 10: Estructura Química de la Goma Carragenina

Goma arábica.

Es usada como emulsionante y estabilizante en emulsiones de bebidas no alcohólicas y es la menos viscosa y más soluble de los hidrocoloides. Es utilizada como retardante de la cristalización del azúcar, emulsificante, fijador, encapsulante e inhibidor de la oxidación y volatilización de los componentes del flavor y en la estabilización de espumas en la elaboración de la cerveza. Es un material heterogéneo que generalmente consiste en una fracción que representa cerca del 70% de la goma compuesta de cadenas de polisacáridos con poco o ningún material nitrogenado (proteína) y una segunda fracción que contiene proteínas como parte de su estructura integral y moléculas de elevado peso molecular. La goma arábica se disuelve tanto en agua fría o en agua caliente y más de la mitad de la goma arábica es utilizada en la preparación de dulces y confites. (Dziezak ,1991),(Fogarty 1988) citado por (Dziezak 1991)

Goma Xantana.

Está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos y es producida por la fermentación de carbohidratos con la bacteria *Xantomonas campestris*, y puede formar geles elásticos y termorreversibles en combinación con la goma locuste. Es completamente soluble tanto en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente

estabilidad a temperaturas entre 0 y 100°C y pH de 1 a 13, y es utilizada en alimentos como espesante, estabilizante y agente de suspensión (Sanderson, 1981; Glicksman, 1983).

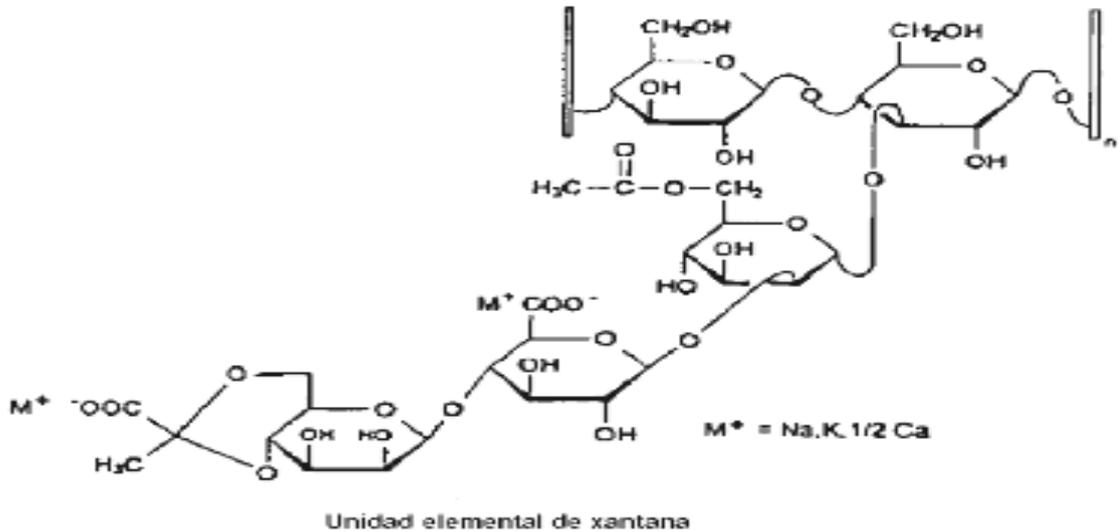
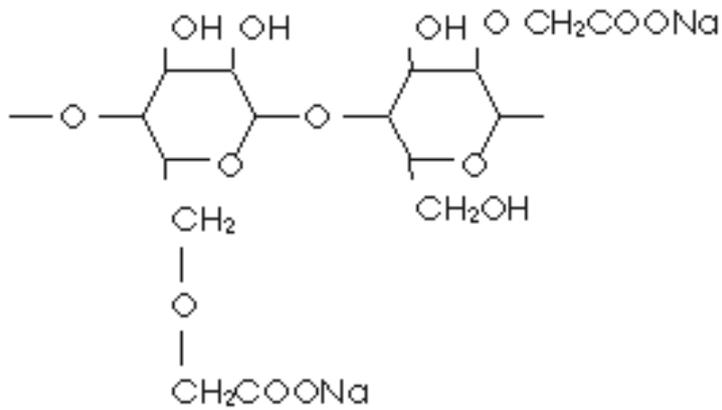


Figura 11: Estructura Química de la Goma Xantana

Gomas Celulósicas.

Son las más usadas y es utilizada como espesante, estabilizante, gel, y modificador de las características de suspensiones. La metilcelulosa (MC) y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) además de ser las únicas gomas que gelifican con el calor y después, al enfriarse, retornan a su viscosidad original líquida, lo que las hace muy importante para ser utilizadas con alimentos fritos (Dziezak, 1991).



Carboximetilcelulosa

Figura 12: Estructura Química de las Gomas Celulósicas

Pectinas.

Funcionan como agentes gelificantes y espesantes. Existen dos tipos de pectinas que dependen de su grado de metilación: LM y HM. Las soluciones de pectinas HM melifican en presencia de cantidades suficientes de ácido y azúcar, pero las soluciones de pectinas LM gelifican sólo en presencia de calcio en aplicaciones alimenticias. El aumento de la concentración de cationes incrementa la temperatura de gelificación y la fuerza del gel (BeMiller & Whistler, 1996).

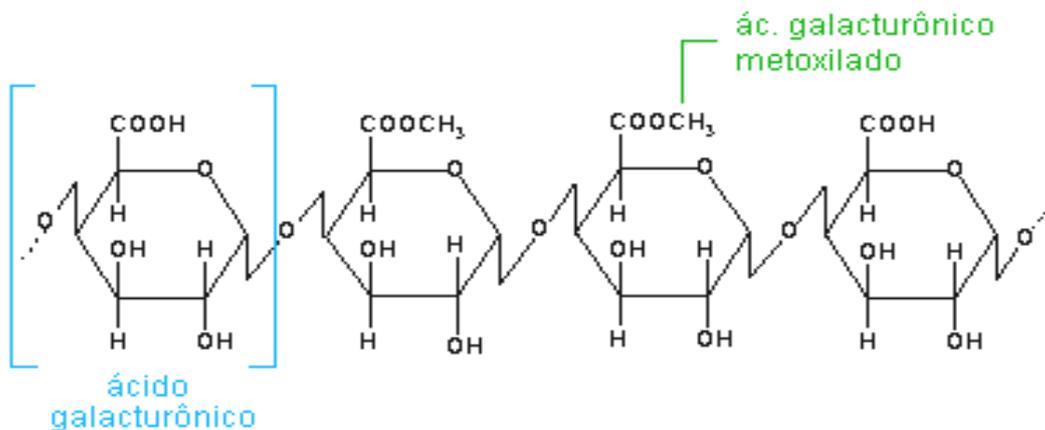


Figura 13: Estructura Química de las Pectinas

Muestra.

Para los estudios cuantitativos, no es más que un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población. Para las investigaciones cualitativas, son la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre el (la) cual se recolectan los datos sin que necesariamente sean representativo (a) del universo (Cerde, 1991).

El muestreo probabilístico los procedimientos de selección probabilística, los cuales aseguran a cada una de las unidades que componen el universo, una probabilidad conocida distinta de cero de ser incluida en la muestra. El término probabilísticos es inseparable de los conceptos aleatorios o azar, los cuales se consideran una supuesta causa de los acontecimientos no debidos a una necesidad natural ni a una intervención intencionada. Aquí el azar correspondería a un hecho casual, una contingencia o una eventualidad no prevista o contemplada. De ello se infiere que el muestreo probabilístico se caracteriza y se destaca por dos aspectos básicos. Primero que todos los elementos muestrales de la población tienen la misma posibilidad de elegirse, y segundo que se deben usar unos instrumentos de aleatoriedad para seleccionar al sujeto en estudio. El segundo aspecto básico del muestreo probabilístico tiene relación con la selección, la cual tiene que hacerse totalmente al azar. Pero ello no significa que las unidades se elijan libremente y sin ningún orden (Cerde, 1991).

Hay que seguir ciertos procedimientos para satisfacer este aspecto y garantizar una selección aleatoria, para lo cual se utilizan numerosas tablas y escalas de números aleatorios. Estos dos principios juntos constituyen las condiciones básicas para extraer una muestra aleatoria. Para algunos investigadores se puede establecer distinción entre muestreo de probabilidades y muestreo aleatorio, independientemente de los estrechos vínculos que existen entre estas dos modalidades, y ello, según que conozcamos o no conozcamos el tamaño de la población. Por ejemplo, podría realizar una muestra aleatoria de individuos de una población sin saber cuántas personas hay en la población. Esta sería una muestra aleatoria, pero una muestra de probabilidades, ya que sin saber cuál es el tamaño total de población, es imposible estimar la

probabilidad. Se podría decir que el muestreo de probabilidades es una forma superior del muestreo aleatorio. El primero aporta información: el tamaño de la población y la razón del muestreo, es decir, la probabilidad de selección de las unidades. Así como existen muestreos probabilísticos y aleatorios, también hay muestreos no probabilísticos y no aleatorios. En el primero no hay modo de estimar la probabilidad que cada unidad tiene que ser incluida en la muestra, y por consiguiente, no se pueden calcular los márgenes de error que tome en cuenta la razón del muestreo. Esto se aplica a ciertas formas de muestreo aleatorio, si no se conoce el tamaño de la población (Cerdeña, 1991).

Unidad de Análisis.

Es el sobre qué o quienes se van a recolectar datos, dependiendo del enfoque elegido, del planteamiento del problema a investigar y de los alcances del estudio (Hernández, et al., 2003, p.300-302). Son las formulaciones que nos da el programa.

Run	Block	Component 1 A:Goma de tar %	Component 2 B:Goma xantana %	Component 3 C:Carragenina %	Response 1 Viscosidad Cp	Response 2 Sinéresis %	Response 3 Sensorial puntaje
1	Block 1	16.667	16.667	66.667			
2	Block 1	100.000	0.000	0.000			
3	Block 1	0.000	50.000	50.000			
4	Block 1	0.000	0.000	100.000			
5	Block 1	0.000	0.000	100.000			
6	Block 1	0.000	100.000	0.000			
7	Block 1	0.000	100.000	0.000			
8	Block 1	33.333	33.333	33.333			
9	Block 1	50.000	0.000	50.000			
10	Block 1	66.667	16.667	16.667			
11	Block 1	50.000	50.000	0.000			
12	Block 1	16.667	66.667	16.667			
13	Block 1	50.000	50.000	0.000			
14	Block 1	100.000	0.000	0.000			

Figura 14: Formulación de los Tratamiento

Reología de Alimentos Líquidos.

La reología, también llamada ciencia de la deformación de la materia, se ocupa de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes, pero con

frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, del flujo de polvos e incluso de la reducción a partículas o molturación (Badui,2006).

Existen cuatro razones fundamentales para justificar el estudio del comportamiento reológico de los cuerpos los cuales contribuyen al conocimiento de su estructura (Muller ,1973).

Por ejemplo, existe cierta relación entre el tamaño y forma molecular de las sustancias en disolución y su viscosidad, son de gran utilidad para el control de los procesos. Por ejemplo, cabe citar el control reológico de la masa durante la fabricación del pan (Muller ,1973).

Presta una valiosa ayuda al diseño de las maquinas, es preciso que las tolvas, tuberías y bombas se adecuen a las características de los productos con los que van a ser utilizados (Muller ,1973).

Las características reológicas influyen de un modo considerable en la aceptación de un producto. Por ejemplo, la extensibilidad de la margarina, la viscosidad de los batidos y la dureza de la carne (Muller ,1973).

Por otro lado, existen dos obstáculos esenciales para la clasificación reológica. El primero está constituido por la enorme diversidad de materiales existentes: sólidos, líquidos, gaseosos y con propiedades reológicas intermedias. El segundo deriva del distinto comportamiento que cualquier producto ofrece al variar las condiciones en el que se observa. Un cuerpo puede comportarse como sólido o líquido dependiendo de la magnitud de la fuerza que se le aplique (Badui,2006).

Para resolver la dificultad que supone la casi infinita diversidad de productos; el reologo toma puntos de referencia, también llamados patrones, constituidos por sustancias ideales. En el caso de los líquidos se trata del líquido "par excellence", que carece de cualquiera de las propiedades típicas de los sólidos. El líquido ideal deriva del nombre de Sir Isaac Newton (1642-1726) eminente matemático. El líquido newtoniano constituye un auténtico límite del comportamiento reológico, ningún líquido real puede ser más líquido que un líquido newtoniano. Entre sus características tenemos que carecen de estructura, no tienen átomos, es isotrópico, es decir exhibe

propiedades idénticas en todas las direcciones y sigue con precisión todas sus leyes; en otras palabras, es el líquido perfecto.

Un fluido se define como una sustancia que se deforma continuamente bajo la aplicación de esfuerzos cortantes. Las propiedades reológicas se definen a partir de la relación existente entre fuerzas o sistemas de fuerzas externas y su respuesta, ya sea como deformación o flujo. Todo fluido se va a deformar en mayor o menor medida al someterse a un sistema de fuerzas externas. Dichos temas de fuerzas se representan matemáticamente mediante el esfuerzo de corte " τ " y la velocidad de corte " γ " por la cual se cuantifica la dinámica del fluido (Badui,2006).

La viscosidad " μ " es la propiedad del líquido que da lugar a las fuerzas que se oponen al desplazamiento relativo de unas capas adyacentes respecto a otras. La viscosidad de un líquido se denomina como la fricción o rozamiento interno del líquido, es decir, su resistencia interna al flujo.

Clasificación de los Fluidos.

Fluidos Newtonianos.

Un fluido newtoniano cumple con la ley de newton "fluido ideal", es decir que existe una relación lineal entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte. Se basa en la siguiente ecuación.

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

Donde:

τ = esfuerzo de corte (mPa)

μ = viscosidad dinámica del fluido (mPa.s) o (cP)

γ = velocidad de corte (s^{-1})

Debido a que la viscosidad es constante para los fluidos newtonianos, no depende del esfuerzo de corte ni del tiempo que se aplique. Aunque, si se puede depender de la temperatura y de la presión. Existe una relación directa entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte (Ramírez J, 2006).

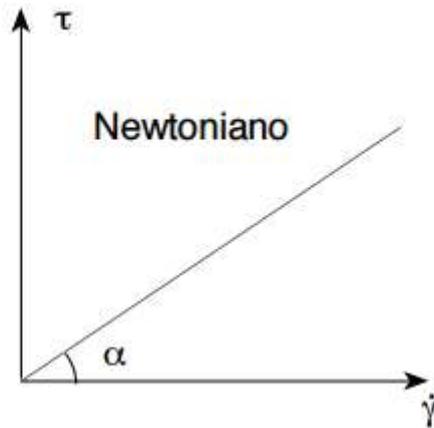


Figura 15: Representación Gráfica de un Fluido Newtoniano

Fluidos No Newtonianos.

Los fluidos no newtonianos tienen una relación no lineal entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte. Asimismo, son fluidos que dependen del tiempo e independientes del tiempo (Ramírez J, 2006).

Fluidos independientes del tiempo.

Fluidos Pseudoplásticos.

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

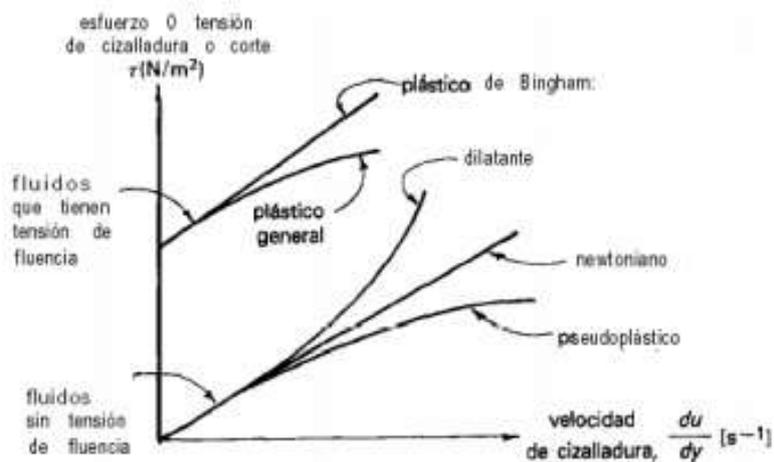


Figura 16: Grafico del esfuerzo de corte frente a la velocidad de corte

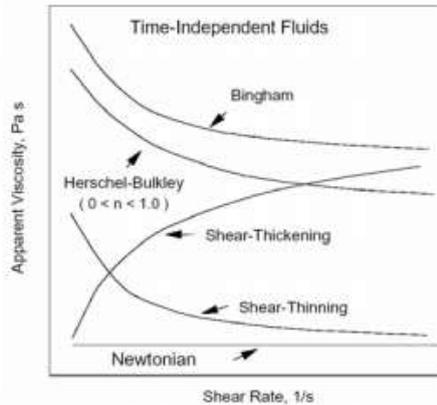


Figura 17: Grafico del esfuerzo de la viscosidad aparente frente a la velocidad de corte para fluido independiente del tiempo.

Ley de La Potencia.

Pueden representarse de manera adecuada para muchas aplicaciones de la ingeniería mediante el modelo de la ley de la potencia, el cual se convierte para un flujo unidimensional en:

$$\tau = k \cdot \gamma^n$$

Donde:

- τ = esfuerzo de corte (mPa)
- k = Coeficiente de consistencia (mPa.s) o (cP)
- γ = velocidad de corte (s^{-1})
- n = índice de flujo

$$\tau = k * \gamma^n = k[\gamma^{n-1}] * \gamma$$

De la ecuación anterior, tenemos:

$$n_a = k[\gamma^{n-1}]$$

Donde:

n_a : Viscosidad aparente

Reemplazamos en la ley de la potencia:

$$\tau = n_a \cdot \gamma^n$$

Si $n < 1$, la viscosidad aparente disminuye con el aumento de la velocidad de corte, se llama pseudoplástico.

Si $n > 1$, la viscosidad aparente aumenta con el incremento de la velocidad de corte, se llaman dilatantes. (Levenspiel, 1993).

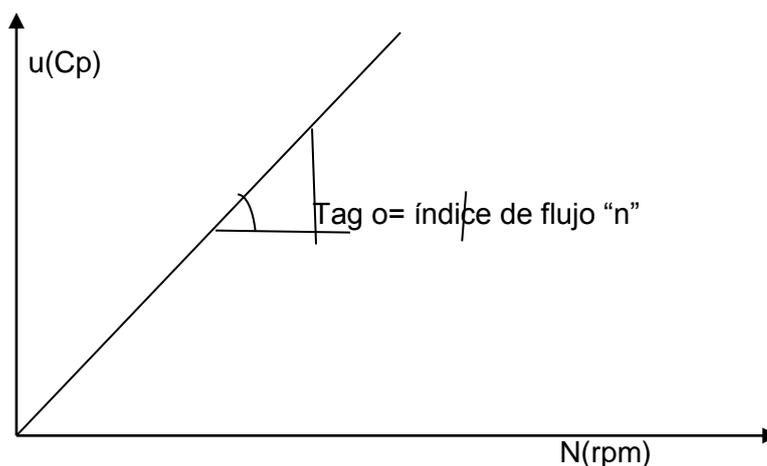


Figura18: Representación Gráfica del Índice de Flujo

Para hallar la velocidad de corte usamos la siguiente ecuación

$$\text{Velocidad de Corte: } \frac{4 \pi N}{n}$$

Donde $N(rpm)$ es la velocidad de rotación

"n" es el índice de flujo

Con los datos obtenidos reemplazamos en la ecuación de potencia hallamos el índice de consistencia "k"

Fluidos dependientes del tiempo.

Se caracterizan por recuperar su estado inicial luego de un reposo prolongado. Se clasifican en fluidos tixotrópicos, en los que su viscosidad disminuye al aumentar el esfuerzo cortante, y los fluidos reopécticos, en los cuales su viscosidad aumenta si se incrementa el esfuerzo cortante (Badui,2006).

Equipos que se utilizan en la medición de la viscosidad.

Viscosímetro de Tubo o Capilar.

Se basa en el flujo a través de un capilar estandarizado en el que se mide la caída de presión en ciertos tipos de viscosímetros o la velocidad del fluido en otros tipos (Ej.Cannon-Fenske). Este tipo de viscosímetro solamente nos permite obtener

viscosidades a una sola velocidad de corte, por eso es más apropiado para fluido Newtonianos.

Viscosímetro Rotacional.

Se basa en la resistencia a la rotación de un elemento giratorio ofrecida por un fluido que ocupa el espacio entre la superficie en movimiento (del elemento giratorio) y una superficie estática. El instrumento mide el torque necesario para hacer girar el elemento rotatorio a una velocidad de giro determinada (Ejm. Brookfield). Este tipo de viscosímetro nos permite obtener diferentes velocidades de corte y por lo tanto es apropiado tanto para fluidos Newtonianos como no Newtonianos.

Características Sensoriales.

La aceptabilidad sensorial es una valiosa técnica para resolver los problemas relativos a la aceptación de los alimentos. Es útil para mejorar el producto, en mantener la calidad, en la elaboración de nuevos productos y en la investigación de mercados. Es importante considerar las propiedades organolépticas de los alimentos y su evaluación desde el punto de vista de los sentidos humanos (Desrosier, 1999). Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia de lanzamiento de los mismos al comercio, la hace, sin duda alguna, copartícipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación (Ureña y otros, 2000). El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo al caso con diferentes pruebas, según la finalidad para la que se efectúe (Anzaldúa-Morales, 1994). Hay dos categorías principales de pruebas sensoriales para consumidores: pruebas de diferencia y pruebas de aceptación/preferencia. Para esto, se deben usar las pruebas apropiadas, bajo condiciones adecuadas, para que los resultados se interpreten correctamente. Todas las evaluaciones se deben llevar a cabo bajo condiciones controladas, preferiblemente en cabinas individuales, con luz, sin ruido y temperaturas controladas para minimizar las distracciones y otros factores psicológicos adversos (Vaclavik, 2002).

Pruebas Orientadas al Consumidor.

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas. Estas pruebas se consideran pruebas del

consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad (Watts y otros, 1992).

Pruebas Hedónicas.

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasado por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada o desagrade cada muestra, escogiendo la categoría apropiada (Watts y otros, 1992). Para este tipo de pruebas el consumidor habitual o potencial es el juez más idóneo. Basta entonces con encuestar a un grupo de individuos de una misma zona, con costumbres de consumo generales comunes.

Por lo general son personas tomadas al azar, ya sean en una calle, en una tienda, escuela, universidad, etc. (Vaclavik, 2002). El juez expresa su reacción ante el producto, indicando su nivel de agrado o desagrado, y son pruebas difíciles de interpretar ya que se tratan de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone. El jurado puede estar conformado por un mínimo de 30 jueces catadores no entrenados y de preferencia ser consumidores potenciales o habituales del producto y compradores de este tipo de producto (Rosenthal, 1999).

A continuación, se describen algunos atributos de la Norma NTP ISO 5492:2008

Color: Es el efecto resultante producido por ondas o rayos luminosos al cual es sometida la retina ocular ante un objeto o alimento que origine la sensación de color.

Olor: Calidad organoléptica que es receptada por el órgano olfativo ante la emanación de sustancias susceptibles o de olor fuerte que produzca la estimulación.

Picor o Pungencia: Sensación captada por el sentido del gusto al contacto con algunas sustancias que producen ardor o quemazón aguda.

Consistencia: En alimentos es el efecto resultante ante el estímulo de los receptores mecánicos y táctiles albergados en la zona bucal, que varía con la textura, firmeza, estabilidad del producto.

Técnicas.

Método de Superficie de Respuesta.

El esquema experimental empleado para la elaboración de salsa de ají amarillo correspondió a la aplicación del método de superficie de respuesta (MSR) que es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas útiles para modelar y analizar problemas en los cuales una respuesta de interés es influenciada por diferentes variables, y el objetivo es optimizar esta respuesta (Montgomery, 1991).

Los experimentos son llevados a cabo mediante un diseño predeterminado (diseño de experimentos), el cual es un plan organizado de experimentos que permite evaluar la fuerza de interacción entre las variables y reducir el número de experimentos a llevarse a cabo (Ayala y Pardo, 1995). La MSR tiene varias ventajas comparada con los experimentos clásicos y métodos de optimización, ya que nos permite obtener una gran cantidad de información a partir de un número pequeño de experimentos. Con el uso de los métodos clásicos, se consume mayor cantidad de tiempo y son necesarios mayor número de experimentos para explicar el comportamiento del sistema (Bas y Boyaci, 2007). Además, se puede observar el efecto de la interacción de los parámetros que podrían ser más críticos, así como: el sinergismo, antagonismo y adición. La ecuación del modelo fácilmente aclara estos efectos por combinación binaria de las variables independientes; además, el modelo empírico que relaciona la respuesta de variables independientes, es usado para obtener la información del proceso (Bas y Boyaci, 2007).

El método de superficie de respuesta de repuesta tiene 2 diseños. El primer diseño llamado superficie de respuesta, el cual considera que los niveles de cada factor son independientes de los niveles de otros factores y el segundo diseño de superficie de respuesta "Diseño de Mezclas". Considera que los niveles de los factores no son independientes de los niveles de los otros. En los experimentos de Diseño de Mezclas, los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla y, en consecuencia, sus niveles son dependientes. Si baja el nivel de uno de los

componentes el nivel de otro(s) tendrá que subir para que la suma total de los componentes sea igual a uno o al cien por ciento(Montgomery,1991).

Método de Diseño de Mezclas.

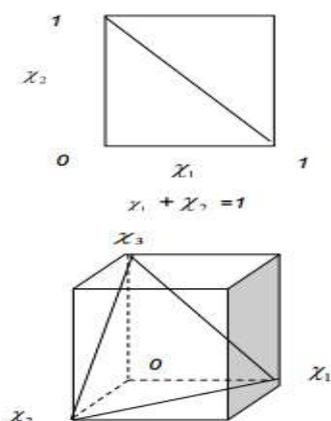
Es un diseño experimental que se utiliza cuando los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla, no son independientes. Por ejemplo, si X_1, X_2, \dots, X_p denota las proporciones de “p” componentes de una mezcla, entonces:

$$0 \leq x_i \leq 1; \text{ donde } i = 1, 2, \dots, p$$

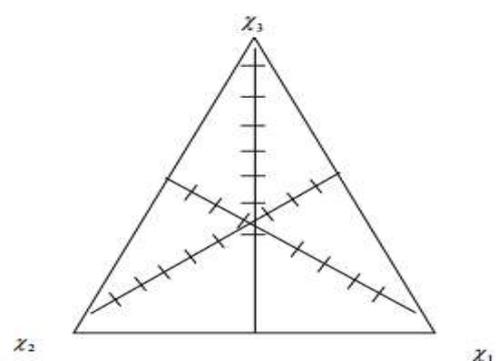
$$X_1 + X_2 + \dots + X_p = 1 \text{ (es decir 100\%)}$$

Muchos diseños de productos y desarrollo de actividades en situaciones industriales envuelven formulaciones o mezclas donde la variable respuesta es una función de las proporciones de los diferentes ingredientes de un producto; por ejemplo, si se está desarrollando un panqueque en el que se tiene que utilizar una mezcla de harina, polvo de hornear, leche, huevos y aceite. En el experimento de mezclas más simple, la respuesta (la calidad o desempeño del producto basado en algún criterio) depende de las proporciones relativas de los componentes (variables independientes o factores). Los experimentos de mezclas son una clase especial de experimentos de superficie de respuesta en el cual el producto bajo investigación es hecho de varios componentes o ingredientes (Minitab User’s Guide 2, 1998).

Estas restricciones se ilustran gráficamente para $p = 2$ y $p = 3$ componentes. Para dos componentes, el espacio de los factores del diseño incluye los valores que están sobre el segmento de la recta $X_1 + X_2 = 1$, cada componente acotado por 0 y 1. Con tres componentes, el espacio de la mezcla es un triángulo con vértices correspondientes a las formulaciones que son mezclas puras (100% de un solo componente). Con tres componentes el espacio muestral es un triángulo cuyos vértices corresponden a formulaciones que son componentes puros (mezclas consistentes en 100% de un solo componente).



Cuando hay tres componentes de una mezcla,



la región experimental restringida puede ser representada en papel de coordenadas trilineales. Cada uno de los tres lados del gráfico de la figura representa una mezcla que carece en absoluto de uno de los tres componentes (el componente indicado en el vértice opuesto). Las nueve líneas de la malla en cada dirección indican incrementos del 10% en los componentes respectivos. También menciona que los niveles de los componentes no son independientes entre si, por ejemplo, si: X_1 , X_2 y X_3 denotan las proporciones de 3 componentes de una mezcla, en la que la suma de los tres componentes es igual a 1 o al 100%, la variación de la proporción de un componente influye sobre la proporción de otros (Montgomery, 1991).

Figura 19:Espacio de los factores restringidos trilineal para mezclas con $p=2$ componentes y $p = 3$ componentes.

Figura 20:Sistema coordenado trilineal.

Diseño de Retícula Simplex.

El arreglo formado por una distribución uniforme de coordenadas de diseño en un sistema simplex, se conoce como retícula. Los diseños de retícula simples se componen de una malla de coordenadas de diseño construidas de manera que permiten estimar ecuaciones polinomiales de la superficie de respuesta. La designación(k,m) se usa en un diseño de retícula simples con k componentes para estimar una ecuación polinomial de superficie de respuesta de grado m. Por ejemplo, del diseño de retícula simples tiene 3 componentes en la mezcla para estimar una ecuación de superficie de respuesta cuadrática (Montgomery, 1991).

Diseño Simplex con Centroide.

El diseño simplex con centroide es un diseño en el sistema de coordenadas simples que se compone de mezclas que contienen 1,2,3 o k componentes iguales.

Diseño Simplex con Centroide Ampliado.

Es posible obtener mezclas más completas si se aumentan los diseños centroides simplex con mezclas sobre los ejes del espacio de factores. Los puntos del diseño se colocan en cada eje, equidistantes al centro o centroide hacia los vértices. Un diseño de k componentes tendrá k puntos de diseño adicionales con coordenadas” (Montgomery, 1991).

Los puntos axiales adicionales proporcionarán una mejor distribución de la información a lo largo de la zona del experimento. Los tres puntos de diseño adicionales al aumentar el diseño simplex con centroide, para tres componentes son (4/6, 1/6, 1/6), (1/6, 4/6, 1/6) y (1/6, 1/6 y 4/6) (Montgomery, 1991).

Programación Lineal.

La Programación Lineal(PL) es una técnica de modelado matemático, diseñada para optimizar el empleo de recursos limitados. La programación lineal se aplica exitosamente en el ejército, agricultura, industria, transporte, economía, salud e incluso en las ciencias sociales. La utilidad de la técnica se incrementa mediante la disponibilidad de programas de computadora, El modelo PL incluye tres elementos básicos (Taha,1998)

Variable (decisión que tratamos de determinar)

Objetivo (meta que tratamos de optimizar)

Restricciones (que necesitamos satisfacer)

Ayala y Pardo (1995) señalan que la programación lineal se aplica para minimizar costos, maximizar ganancias, minimizar el consumo de materia prima, maximizar la productividad, para la selección del tamaño óptimo de planta, etc. Asimismo, señala que la programación lineal se define como un procedimiento

matemático usado para resolver problemas de optimización, los cuales involucran una combinación adecuada de factores y variables para producir un resultado máximo o mínimo. Para poder aplicar la programación lineal los siguientes criterios deben establecerse:

Una función objetivo a ser maximizada o minimizada

Variedad de soluciones cada una de las cuales deben estar sujetas a un conjunto de restricciones expresadas como desigualdades o igualdades.

La relación entre variables debe ser lineal o aproximarse a ella.

Métodos de Solución.

Para resolver problemas adecuadamente de programación lineal se utilizan diferentes métodos dependiendo de la complejidad del problema. Estos métodos son: Métodos gráfico, analítico y computacional.

Método Grafico.

Tiene la ventaja de ser ilustrativo, pero la gran desventaja que se puede trabajar sólo hasta con tres variables como máximo, en este caso la región óptima es representada por un poliedro, limitado por planos correspondientes a las restricciones del problema, como en el caso de dos dimensiones en que la solución óptima ocurrirá en un vértice de poliedro y la función costo definirá una familia de planos. Para problemas con más de dos variables es recomendable utilizar el método analítico o computacional.

Método Analítico.

A medida que el número de variables aumenta la visualización de la geometría del problema llega a ser más dificultosa y compleja, por eso es conveniente recurrir a alguna aproximación algebraica tal como la técnica SIMPLEX, que es el procedimiento más general y conocido para la resolución de este tipo de problemas (Montgomery, 1991).

Método Computacional.

Cuando el número de variables es mayor que 5, generalmente el procedimiento analítico se hace más engorroso y aumenta la probabilidad de cometer errores en el cálculo, por tal motivo el problema es resuelto haciendo uso de las microcomputadoras. Para ello se utiliza algoritmos como el Método Simplex, que, programados bajo cualquier lenguaje de programación, por ejemplo, Visual Basic de una solución rápida al problema.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Determinar el efecto de la incorporación de gomas en la viscosidad y la sinéresis de las salsas y aderezos.

Objetivos Específicos

Definir a qué concentraciones de goma xantana, goma de tara y carragenina se llega al índice de consistencia recomendada de la salsa de ají amarillo.

Determinar a qué concentraciones de goma xantana, goma de tara y carragenina se llega a la menor presencia de sinéresis de salsas de ají amarillo.

Determinar a qué concentraciones de goma xantana, goma de tara y carragenina se llega al mejor nivel de agrado.

Definir a que concentraciones de goma xantana, goma de tara y carragenina se llega al menor costo de formulación.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación Teórica

Como una fuente de consulta para posteriores estudios ya que en la industria alimentaria son de gran utilidad las medidas reológicas para el control de los parámetros de procesos. En base a los datos obtenidos se pueden realizar cambios en la industria como utilidad práctica y también tiene utilidad teórica ya que la goma

tara tiene una gran capacidad de absorción de agua, sin permitir sinéresis y actúa sinérgicamente con k-carragenina y goma xantana para aumentar la fuerza de gelificación y hacer que el gel ayude a que no se presente la sinéresis (Alويدا y Cepero, 2003).

Justificación Práctica.

Estandarizar el proceso de elaboración de salsa de ají, definiendo los porcentajes de las gomas xantana, goma de tara y carragenina para elaborar un producto estable respecto a la sinéresis y llegar al índice de consistencia recomendado para minimizar la separación de fases.

Justificación Social.

Actualmente no se utiliza la tecnología del uso de hidrocoloides en la elaboración de salsa de ají se requiere determinar los porcentajes de mezcla de hidrocoloides que se comporten mejor en el proceso de elaboración.

HIPOTESIS

Hipótesis General

Ho: Por el método de diseño de mezclas se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis y se alcance un índice de consistencia, índice reológico, costos y nivel de agrado recomendado para salsas y aderezos.

H1: Por el método de diseño de mezclas no se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis y se alcance un índice de consistencia, índice reológico, costos y nivel de agrado recomendado para salsas y aderezos.

Hipótesis Específicas

Ho: Por el método de diseño de mezclas se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis y se alcance un índice de

consistencia, índice reológico, nivel de agrado y costos recomendada para la salsa de ají

H1: Por el método de diseño de mezclas no se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis y se alcance un índice de consistencia, índice reológico, nivel de agrado y costos recomendado para la salsa de ají

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Ver anexo 1

MARCO METODOLOGICO

Metodología

Para la presente investigación se aplica la metodología cuantitativa que es una estrategia de investigación que conceptualmente delimita propiedades de sus sujetos de estudio con el fin de asignarles números a las magnitudes, grados o tipos en que estos las poseen y que utiliza procedimientos estadísticos para resumir, manipular y asociar dichos número con el fin de obtener la información (Asún , 2006)

La metodología cuantitativa consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Por lo tanto, para realizar estudios cuantitativos es indispensable contar con una teoría ya construida, dado que el método científico utilizado en la misma es el deductivo; mientras que la metodología cualitativa consiste en la construcción o generación de una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico que servirá de punto de partida al investigador, para lo cual no es necesario extraer una muestra representativa, sino una muestra teórica conformada por uno o más casos, y es por ello que utiliza el método inductivo, según el cual se debe partir de un estado nulo de teoría.

Las características que destacan en la metodología cuantitativa, en términos generales es que esta elige una idea, que transforma en una o varias preguntas de investigación relevantes; luego de esta deriva las hipótesis y variables; desarrolla un plan para

probarlas; mide las variables en un determinado contexto; analiza las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y establece una serie de conclusiones respecto de las hipótesis (Tamayo, 2007).

Paradigma

El método cuantitativo base en el enfoque positivista, que busca las causas mediante métodos tales como el cuestionario y producen datos susceptibles de análisis estadístico, por ello es deductivo. Para el positivismo, la objetividad es muy importante, el investigador observa, mide y manipula variables; además de que se desprende de sus propias tendencias y es que la relación entre éste y el fenómeno de estudio es independiente. Lo que no puede medirse u observarse con precisión se descarta como objeto de estudio (Hernández, 2007).

Enfoque

Se ha elegido el enfoque cuantitativo porque usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base a una medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento (Hernández, 2007).

Presentamos las cuatro reglas fundamentales que conviene seguir, según la doctrina positivista, a fin de separar lo fundamental de lo accesorio (Kolakowski ,1988). La primera regla del fenomenalismo, que expresa que no existe diferencia real entre esencia y fenómeno. La segunda regla del nominalismo, por la cual afirman que estamos obligados a reconocer la existencia de una cosa cuando la experiencia nos obliga a ello. La tercera regla que niega todo valor cognoscitivo a los juicios de valor y a los enunciados normativos. La cuarta regla que tiene fe en la unidad fundamental del método de la ciencia. Se trata de la certeza de que los modos de la adquisición de un saber válido son fundamentalmente los mismos en todos los campos de la experiencia, como son igualmente idénticas las principales etapas de la elaboración de la experiencia a través de la reflexión teórica (Kolakowski, L. ,1966).

Método

El método elegido es el experimental que es un proceso sistemático y con enfoque científico en la que el investigador manipula variables independientes para ver sus

efectos sobre las variables dependientes en una situación de control (Hernández, 2007).

VARIABLES

Las variables dependientes varían en función de otras variables. La variable dependiente es el efecto medido en el experimento. Las variables independientes son la causa de la variación observada en las variables dependientes. La variable independiente no se mide, es la variable que se manipula para observar los efectos causados en las variables dependientes (Sampieri, 2007). Para la presente investigación la viscosidad final obtenida depende del tipo de hidrocoloide utilizado, de su concentración, y del sistema alimentario en el que se utiliza y la sinéresis también se ve afectada por la presencia de estos aditivos alimentarios (Tamine y Robinson, 1991).

Por lo antes mencionado definimos las siguientes variables:

Variable Independiente.

Concentración de goma o hidrocoloides(%)

Variable Dependiente

Sinéresis (%), Índice reológico, coeficiente de consistencia, nivel de agrado y costos.

POBLACION Y MUESTRA

Población

A continuación, describiremos la población. Primero comenzaremos describiendo el género capsicum y luego el género passiflora.

Genero Capsicum.

Como describe Nuez(2006) tenemos los géneros y especies como son *Capsicum baccatum* L, *Capsicum chinense* jacq, *Capsicum frutescens* L, *Capsicum pubescens* L *Capsicum annuum* L.

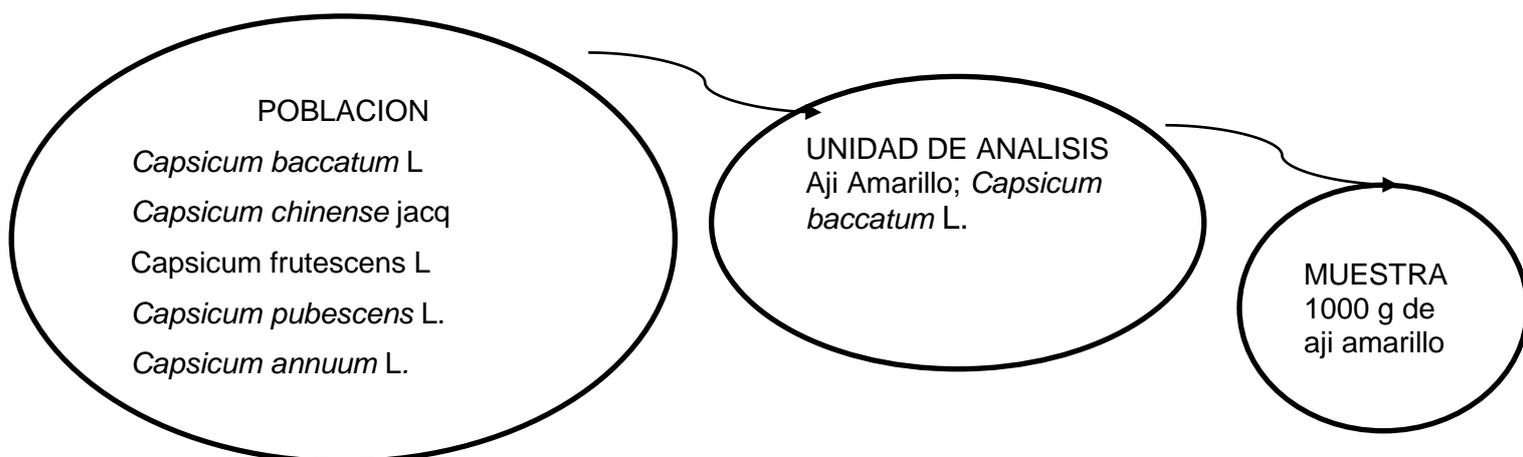


Figura 21: Genero Capsicum

Genero Passiflora.

Como describe (Arias, et al, 2014) en el caso del genero Passiflora se reconoce a cada especie según la forma de las hojas. Taxonomicamente podemos identificar *Passiflora tarminiana*, *Passiflora lugularis*, *Passiflora edulis*.

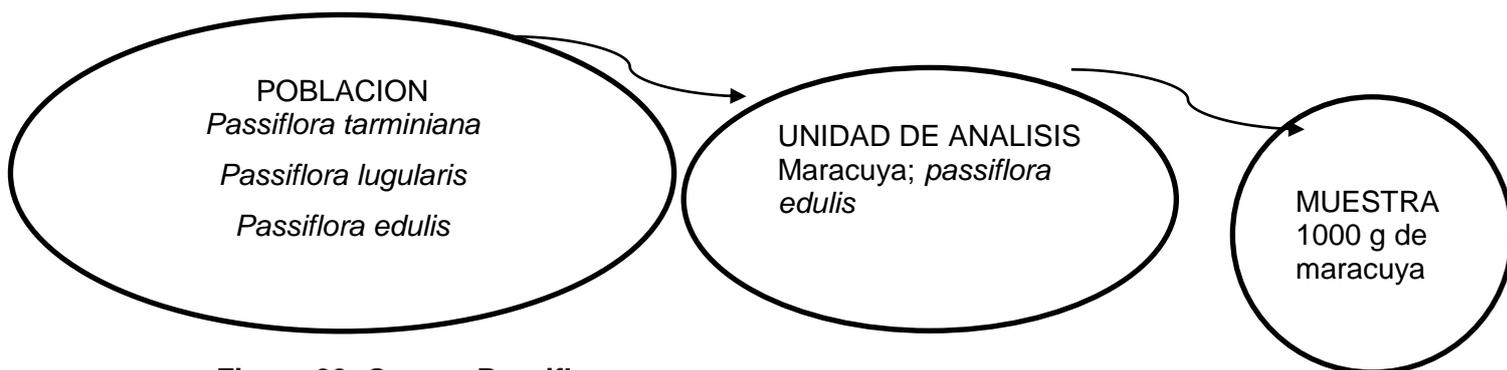


Figura 22: Genero Passiflora

MATERIALES Y METODOS

Lugar de Ejecución

Se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de la facultad de Ingeniería ubicadas en la Universidad San Ignacio de Loyola(USIL).

Materia Prima e Insumos

Materia Prima.

Las materias primas para la elaboración de la salsa fueron adquiridas en el mercado de verduras de caquetá. Cada una debe cumplir las normas de la Tabla 2, de tal manera que sean aptas para el consumo anexo salsa de ají amarillo (CODEX STAN 306R-2011).

Insumos.

A continuación, se hace un listado de los insumos a usarse en la elaboración de salsa de ají amarillo:

Sal común marca “Emsal” .

Agua potable.

Dientes de ajo fresco.

Sorbato de potasio.

Ácido ascórbico.

Ácido cítrico.

Aceite de cocina.

Goma xantana(Frutarom).

Goma de tara(Frutarom).

Carragenina(Frutarom).

Materiales y Equipos

Medición del pH.

Materiales.

Vaso de precipitación de 250 ml.

Equipos.

Balanza.

Potenciómetro.

Reactivos.

Agua destilada.

Medición del índice de Consistencia.

Materiales.

Vaso de precipitación de 250 ml.

Espátula.

Algodón.

Equipos.

Viscosímetro "Brookfield" Spindle N°34.

Reactivos.

Agua destilada.

Medición de la Sinéresis.

Materiales.

Vaso de precipitación de 250 ml.

Tubos de ensayo.

Algodón.

Equipos.

Centrifuga eléctrica.

Reactivos.

Agua destilada.

Métodos

Para la obtención de la salsa de ají amarillo, se evaluaron la combinación en distintas proporciones de goma xantana, goma de tara y carragenina obtenidos, la muestra obtenida para cada tratamiento fue de 140 gramos de salsa de ají amarillo con maracuyá.

Para el análisis del pH, se preparó 10 cm³ de muestra en un vaso de precipitación, se mezcla y se deja reposar, se introdujeron los electrodos del

potenciómetro en el vaso con la muestra y se registraron los valores de acuerdo a la norma Codex Stan 306R -2011.

Para la medición del índice de consistencia se usó un Viscosímetro “Brookfield” de lectura digital usando un Spindle (aguja) # 34, en un vaso de precipitación de 250 ml se colocó la muestra y fue sometida a la rotación de la aguja, las lecturas de la viscosidad fueron dadas en unidades centipoise (cP) según A.S.T.M. D1439 – 03. Medición de la Viscosidad por Viscosímetro Brookfield, por la que cada muestra fue sometida a un ciclo de deformación (curva ascendente o ida y descendente o vuelta) incrementando la velocidad cada 10 segundos. Las medidas se llevaron a cabo por duplicado. Se midió el torque para cada gradiente de velocidad. La viscosidad aparente se calculó a partir del modelo Herschel Bulkely (Ley de la Potencia). El umbral de fluencia se estimó a partir de la curva de flujo (esfuerzo vs. velocidad de corte) Se mide durante 5 minutos cada 10 segundos (Cevoli et al., 2013) y hacemos una gráfica velocidad de rotación(N) vs viscosidad (cP) y hallamos la pendiente que es igual al índice reológico utilizando la ley de potencia, asimismo hallamos el índice de consistencia “k”.

La sinéresis se calculó mediante el volumen de líquido que exuda de la salsa (sobrenadante), esto se evaluó directamente por centrifugación. Se pesó 10 g de salsa de cada tratamiento en tubos centrifuga a temperatura ambiente y se centrifugo a 3000 rpm por 10 minutos, según lo indicado por Downey.

Para evaluar la consistencia sensorial de las muestras se utilizó una prueba de medición del grado de aceptación en función a la consistencia con escala hedónica estructurada de nueve puntos (me gusta – me disgusta), como lo menciona Anzaldúa.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño de bloques completamente al azar con el arreglo factorial A*B*C, los tratamientos incluyen tres niveles en porcentaje de gomas y sus combinaciones. Se calcularon las medias utilizando el programa estadístico Desing Expert 7.0 como lo mencionado por Montgomery.

Tecnología de Elaboración

Flujo de Elaboración

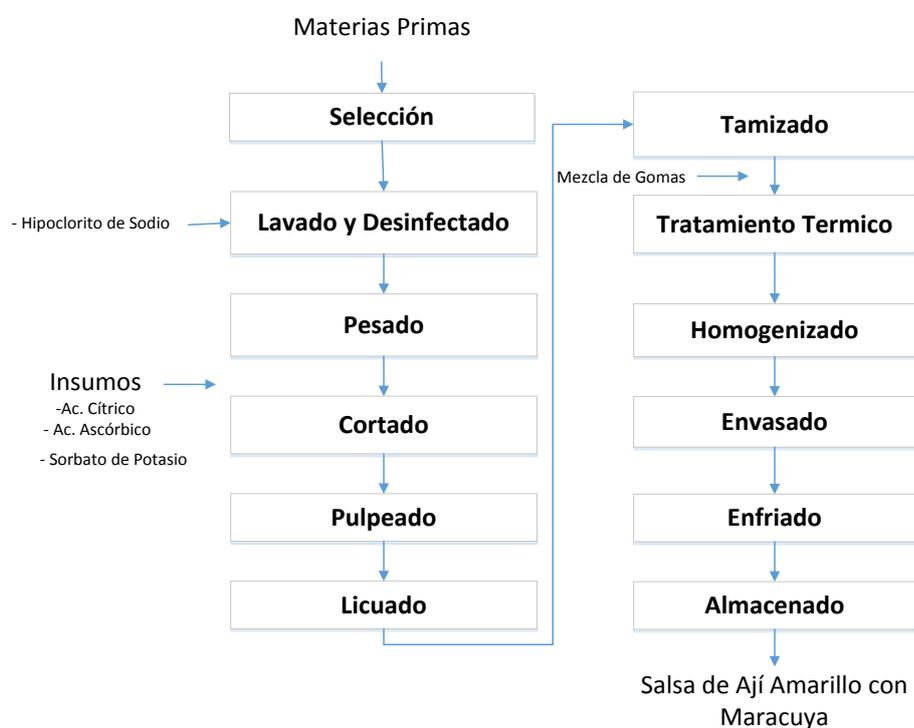


Figura 23: Flujo de Elaboración

Procedimiento para la Elaboración de Salsa de Ají Amarillo.

El proceso para la elaboración de salsa de ají amarillo se muestra a continuación. Se describen las operaciones realizadas.

Selección de la materia prima.

Se dispuso de los frutos de maracuyá y de ají amarillo en bandejas separadas y se observó que ambos productos no tengan magulladuras, podredumbres, restos de ataques de plagas o cualquier otra condición que las haga no aptas para su procesamiento. Se seleccionó los ajíes de color amarillo-naranja y los frutos de maracuyá de color amarillo.

Lavado y Desinfectado.

Se colocó los frutos de maracuyá y los ajíes en bandejas separadas cada una llena de agua, se frotó suavemente con el fin de desprender la suciedad (heces de insectos, aves o con restos de tierra) para luego depositar los frutos de maracuyá y los ajíes en tinas separadas con solución de 100 ppm de hipoclorito de sodio (2 ml de por litro de agua) y mantener en inmersión por 10 minutos para que pueda actuar el desinfectante y enjuagar con agua potable posteriormente.

Pesado de la materia prima e insumos.

Se calculó la cantidad de materia prima e insumos que se utiliza en la elaboración de la salsa de ají amarillo con maracuyá para el cual se pesa cada uno de los insumos y materia prima de acuerdo a la formulación.

Cortado.

En el caso del ají se cortó en mitades y se retiró las venas y las pepas y en el caso del maracuyá se cortó en mitades y se retiró la pulpa gelatinosa que incluye las semillas.

Pulpeado

La pulpa de maracuyá fue obtenida por colado ejerciendo presión y movimientos circulares en un colador.

Liculado.

La pulpa de ají amarillo y de maracuyá se colocó en una licuadora junto con agua, ácido cítrico y ascórbico, sorbato de potasio y se licuo hasta obtener una masa uniforme.

Tamizado.

La mezcla fue tamizada inmediatamente con la ayuda de un colador para eliminar residuos sólidos.

Tratamiento Térmico.

La mezcla tamizada se calentó lentamente y con la ayuda de un termómetro se controló la temperatura hasta que llegue a 85°C y permanezca a esta temperatura por 15 minutos con la finalidad de reducir la carga microbiana.

Homogenizado

La mezcla de gomas junto al producto es sometida a agitación constante en caliente para evitar la formación de grumos en la superficie del producto.

Envasado.

Después del tratamiento térmico el producto se envasó en caliente (aproximadamente 90°C) en envases de vidrio previamente esterilizados dejando un espacio de un centímetro por debajo de la tapa del envase.

Enfriado.

El producto envasado se enfrió inmediatamente en depósito de con agua a fría en corriente de agua. El enfriado junto con el envasado tuvo la finalidad de generar el vacío.

Almacenado.

El producto terminado se almacenó en refrigeración a 4°C, evitando la exposición directa de la luz solar, manteniendo la cadena de frío para evitar el desarrollo de microorganismos.

Tabla N°1: Formulación General

Componentes	%
Ají amarillo sin pepas	48,2
Ajos	5,5
Sal	1,7
Jugo de Maracuyá	22,2
Agua	22,2

Mezcla de gomas	0,3
-----------------	-----

Tabla N°2: Valores de pH para Cada Tratamiento

Tratamiento	Carragenina	Goma Xantana	Goma de Tara	pH
T1	16,667	16,667	66,667	3,47
T2	100,000	0,000	0,000	3,49
T3	0,000	50,000	50,000	3,48
T4	0,000	0,000	100,000	3,49
T5	0,000	0,000	100,000	3,49
T6	0,000	100,000	0,000	3,49
T7	0,000	100,000	0,000	3,52
T8	33,333	33,333	33,333	3,37
T9	50,000	0,000	50,000	3,30
T10	66,667	16,667	16,667	3,31
T11	50,000	50,000	0,000	3,49
T12	16,667	66,667	16,667	3,49
T13	50,000	50,000	0,000	3,52
T14	100,000	0,000	0,000	3,48

Análisis Estadístico

Tratamientos a Estudiar.

Para el análisis estadístico se elaborarán 14 tratamientos para los resultados correspondientes a viscosidad y sinéresis según el método de superficie de respuesta propuesto por (Montgomery, 1991).

Tabla N°3: Diseño de Tratamientos

Tratamiento	Concentracion de Goma tara(%)	Concentracion de Goma de Xantán (%)	Concentracion de Carragenina(%)
1	0.000	100.000	0,000
2	50.000	0.000	50.000
3	50.000	50.000	0.000
4	33.333	33.333	33,333
5	66.666	16,667	16.667
6	16.667	66.666	16.667
7	16.667	16.667	66.666

8	100.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	100.000
10	0.000	100.000	0.000
11	0.000	100.000	0.000
12	0.000	100.000	0.000
13	0.000	0.000	100.000
14	0.000	50.000	50.000

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación del Índice Reológico

En la tabla N°4 se muestran los valores observados para el índice reológico “n” en los catorce tratamientos que están comprendidos entre 0,211 y 0,753. Se puede observar que los valores son menores a uno, lo que indica un comportamiento reológico no newtoniano de tipo plástico general para todos los tratamientos evaluados (Levenspiel, 1993).

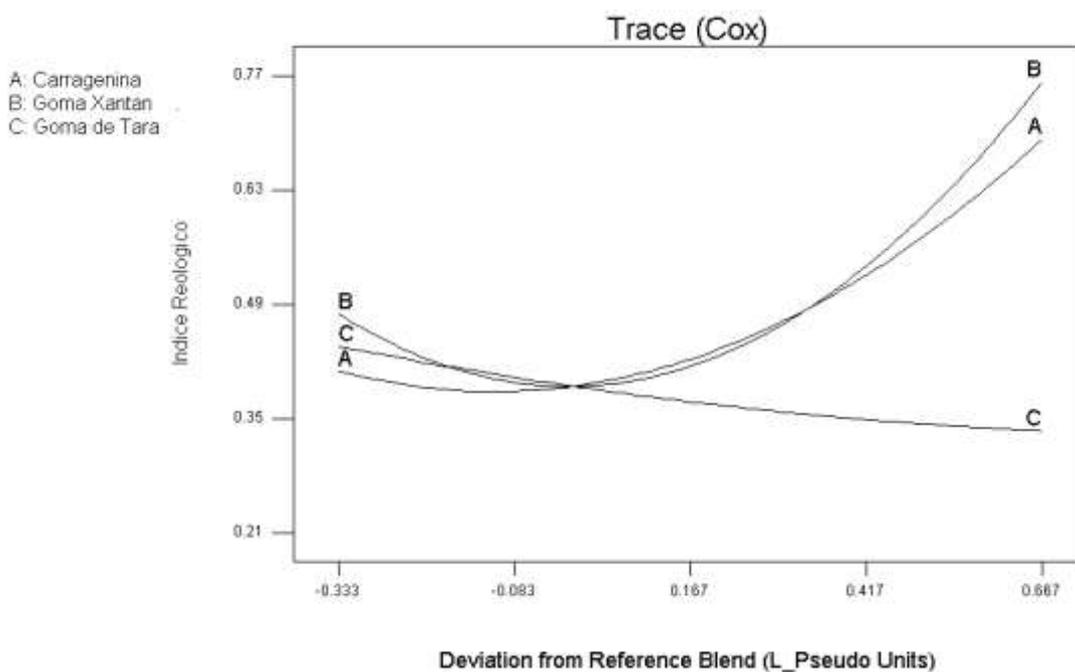


Figura N°24: Diseño de Cox para Índice Reológico

En la figura N°22 se observa que la goma xantana tiene mayor influencia en el índice reológico seguida de la carragenina y la goma de tara, respectivamente.

Tabla N°4: Valores observados para el índice reológico “n” de las salsas de ají amarillo

Tratamiento	Carragenina(%)	Xantana(%)	Tara (%)	Índice Reológico(n)
1	16.667	16.667	66.667	0.570
2	100.000	0.000	0.000	0.725
3	0.000	50.000	50.000	0.340
4	0.000	0.000	100.000	0.384
5	0.000	0.000	100.000	0.211
6	0.000	100.000	0.000	0.753
7	0.000	100.000	0.000	0.753
8	33.333	33.333	33.333	0.346
9	50.000	0.000	50.000	0.509
10	66.667	16.667	16.667	0.232
11	50.000	50.000	0.000	0.483
12	16.667	66.667	16.667	0.528
13	50.000	50.000	0.000	0.481
14	100.000	0.000	0.000	0.740

Para saber si existen diferencias significativas en los índices reológicos “n” de los catorce tratamientos se realizó el análisis de varianza.

La hipótesis para el análisis de varianza serían las siguientes:

Hipótesis planteada (Ho): No hay diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable índice reológico “n”.

Hipótesis alternante(H1): Existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable índice reológico “n”.

El ANOVA realizado a los datos de la variable índice reológico “n” con 5% de probabilidad de error se detalla a continuación:

Tabla N°5: Análisis de Varianza para Índice de Reológico “n”

Indice Reologico
ANOVA for Mixture Quadratic Model
***** Mixture Component Coding is L_Pseudo. *****
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	0.32	5	0.063	3.50	0.0566	not significant
<i>Linear Mixture</i>	<i>0.17</i>	<i>2</i>	<i>0.084</i>	<i>4.67</i>	<i>0.0453</i>	
<i>AB</i>	<i>0.12</i>	<i>1</i>	<i>0.12</i>	<i>6.87</i>	<i>0.0306</i>	
<i>AC</i>	<i>1.359E-003</i>	<i>1</i>	<i>1.359E-003</i>	<i>0.075</i>	<i>0.7909</i>	
<i>BC</i>	<i>0.020</i>	<i>1</i>	<i>0.020</i>	<i>1.13</i>	<i>0.3181</i>	

En la tabla N°5 se puede observar que el p- valué es mayor a 0.05 por lo que al no haber diferencias significativas se acepta la hipótesis planteada. Se puede concluir que la adición de hidrocoloides en la salsa de ají amarillo no tuvo efecto significativo sobre el índice reológico.

Design-Expert® Software

Indice Reologico
● Design Points
0.7531
0.2106

X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara

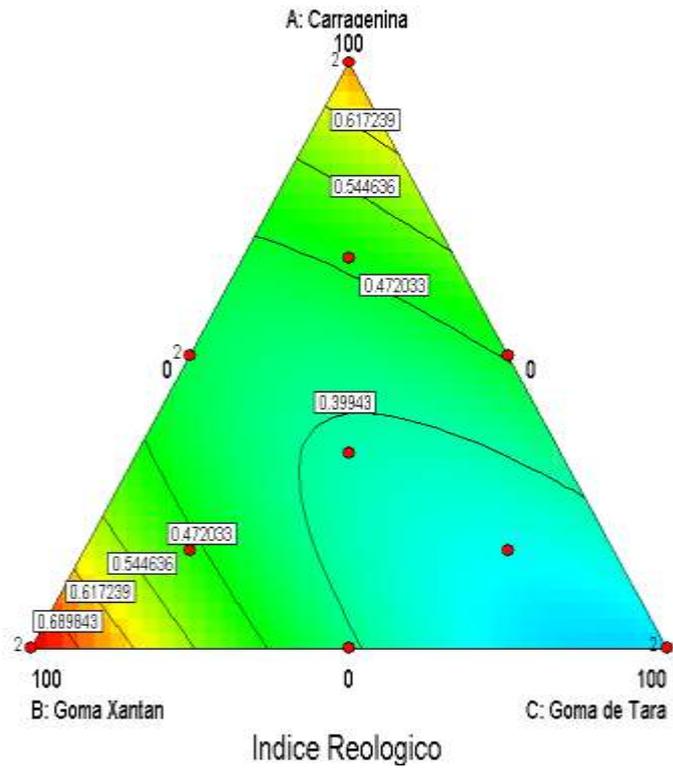


Figura 25: Superficie de Respuesta para Índice Reológico en 2 Dimensiones

Design-Expert® Software

Indice Reologico:
0.7531
0.2106

X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara

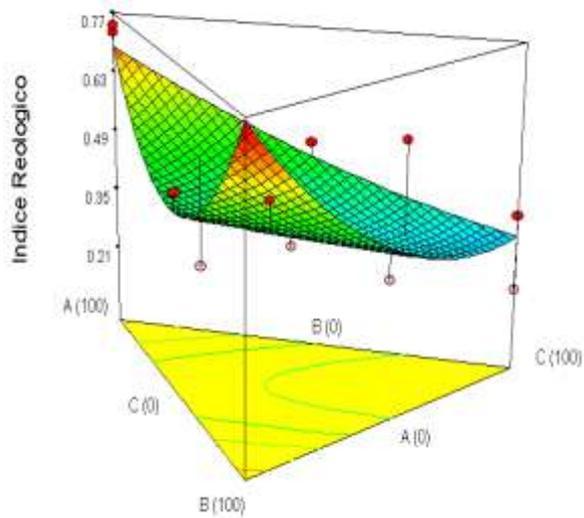


Figura 26: Superficie de Respuesta para Índice Reológico en 3 Dimensiones

En las figuras N°25 y N°26 se observa que el mayor índice reológico se obtiene empleando el mayor porcentaje de goma xantana seguida de carragenina y goma de tara, respectivamente, corroborándose lo deducido en los trazos de Cox.

Evaluación de la Sinéresis

En la tabla N° 6 se muestran los valores observados para la sinéresis en los catorce tratamientos que están comprendidos entre 0,04% y 0,28%.

TABLA N°6: Valores observados para la sinéresis de las salsas de ají amarillo

Tratamiento	Carragenina	Goma Xantana	Goma de Tara	Sineresis (%)
T1	16,667	16,667	66,667	0,300%
T2	100,000	0,000	0,000	0,040%
T3	0,000	50,000	50,000	0,220%
T4	0,000	0,000	100,000	0,130%
T5	0,000	0,000	100,000	0,150%
T6	0,000	100,000	0,000	0,040%
T7	0,000	100,000	0,000	0,040%
T8	33,333	33,333	33,333	0,070%
T9	50,000	0,000	50,000	0,090%
T10	66,667	16,667	16,667	0,040%
T11	50,000	50,000	0,000	0,080%
T12	16,667	66,667	16,667	0,070%
T13	50,000	50,000	0,000	0,060%
T14	100,000	0,000	0,000	0,280%

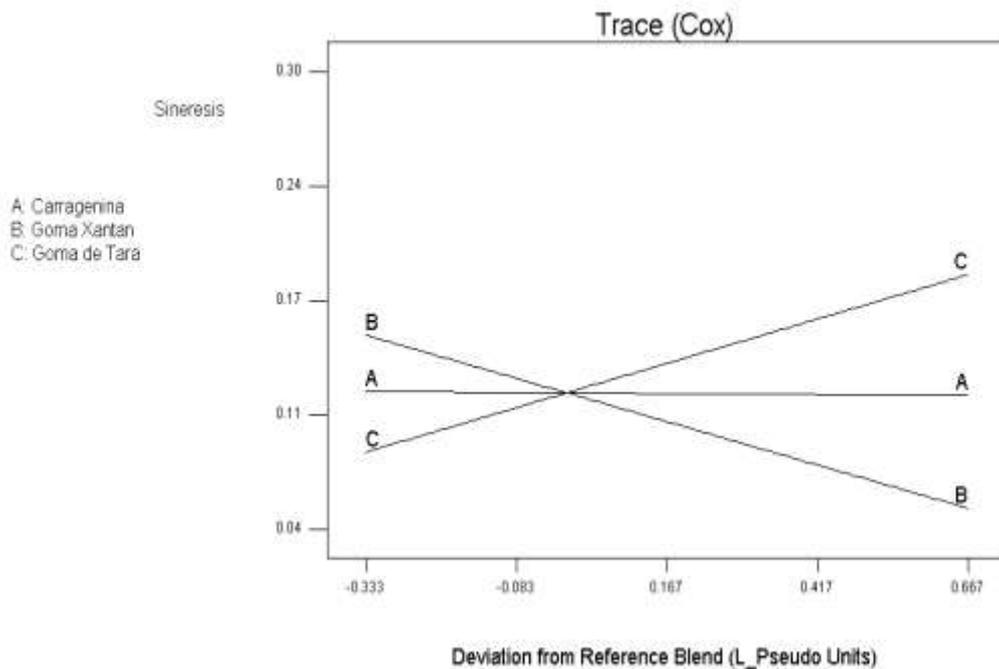


Figura 27: Trazos de Cox para Sinéresis

En la figura N° 27 se observa que la goma xantana tiene menor presencia de sinéresis seguida de la carragenina y la goma de tara, respectivamente. Con respecto a la goma xantana(B) y carragenina(A) el efecto observado es positivo (trazos de Cox inclinados a la izquierda), siendo mayor el efecto con esta última (pendiente negativa). Esto debido a que una propiedad distintiva de estos compuestos, estrechamente relacionados a los carbohidratos en estructura, es su habilidad para ligar toda el agua restante en soluciones acuosas, donde los niveles de concentración del hidrocoloide pueden ser tan bajos como un 1% y un 3%, lo que es equivalente al 97 – 99% de porción de agua (Mendoza y otros, 1998) y que estos son importantes por su capacidad de controlar la reología de los sistemas acuosos ya que estabilizan las emulsiones y suspensiones de partículas, controlan la cristalización e inhiben la sinéresis (Pechón, 2005).

Como puede observarse, el efecto ejercido por la goma de tara(C) es negativo (trazo de Cox inclinado a la derecha). La importancia de la goma xantana se basa en la capacidad de controlar la reología de los sistemas base de agua. Aún a bajas concentraciones, las soluciones de goma xantana muestran una viscosidad alta en comparación con otras soluciones de polisacáridos. Esta

propiedad la convierte en un espesante y estabilizante muy efectivo. (Food Promotion Chronicle, 2006).

Para saber si existen diferencias significativas en la sinéresis de los catorce tratamientos se realizó el análisis de varianza.

La hipótesis para el análisis de varianza serían las siguientes:

Hipótesis planteada (Ho): No hay diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable sinéresis.

Hipótesis alternante(H1): Existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable sinéresis.

El ANOVA realizado a los datos de la variable sinéresis con 5% de probabilidad de error se detalla a continuación:

Tabla N°7: Análisis de Varianza(ANOVA) para la sinéresis

Sineresis

ANOVA for Mixture Linear Model

*** Mixture Component Coding is Real. ***

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	0.023	2	0.012	1.54	0.2565	not significant
<i>Linear Mixture</i>	<i>0.023</i>	<i>2</i>	<i>0.012</i>	<i>1.54</i>	<i>0.2565</i>	

|

En la tabla N°7 se puede observar que el p- value es mayor a 0.05 por lo que al no haber diferencias significativas se acepta la hipótesis planteada. Se puede concluir que la adición de hidrocoloides en la salsa de ají amarillo no tuvo efecto significativo sobre el índice reológico.

Design-Expert® Software

Sineresis
● Design Points
0.3
0.04

X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara

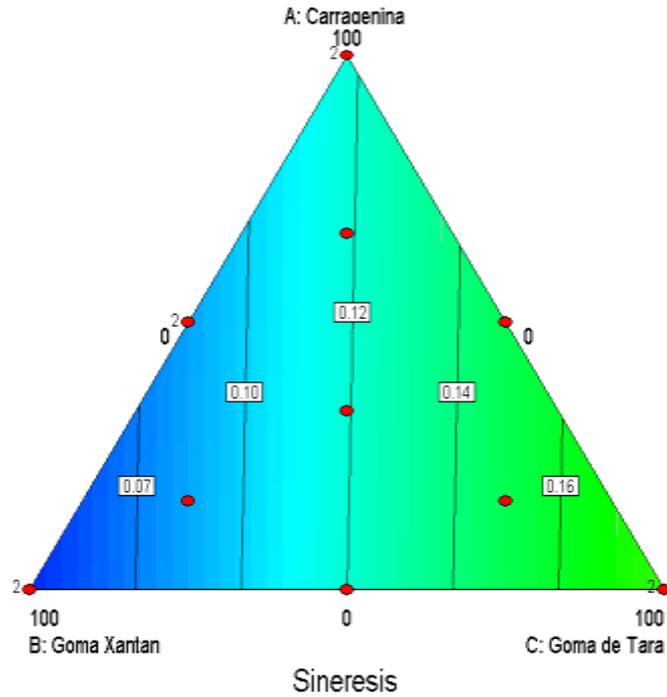


Figura 28: Superficie de Respuesta para Sinéresis en 2 Dimensiones

Sineresis
0.3
0.04
X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara

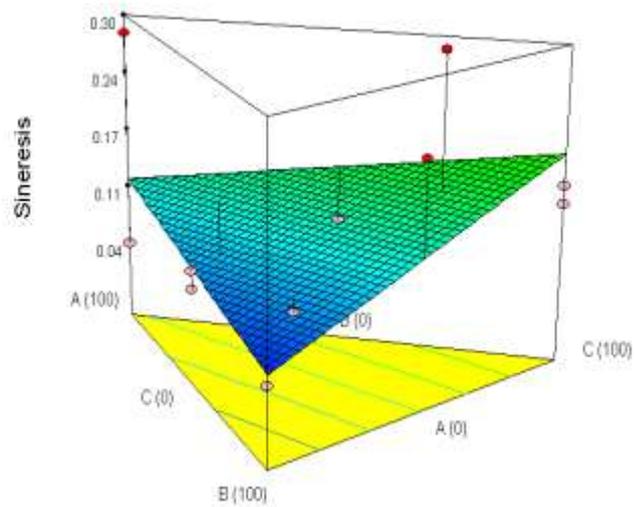


Figura 29: Superficie de Respuesta para Sinéresis en 3 Dimensiones

En las figuras N°28 y N°29 se observa que la menor presencia de sinéresis se obtiene empleando el mayor porcentaje de goma xantana seguida de carragenina y goma de tara, respectivamente, corroborándose lo deducido en los trazos de Cox.

Evaluación del Índice de Consistencia “k”

En la tabla N°8 se muestran los valores observados para el índice de consistencia en los catorce tratamientos que están comprendidos entre 47,976 y 227,876 Pa.sⁿ.

Tabla N° 8: Valores observados para el índice de consistencia “k” de las salsas de ají amarillo

Tratamiento	Carragenina	Goma Xantana	Goma de Tara	K(Pa.s ⁿ)
T1	16,667	16,667	66,667	153,976
T2	100,000	0,000	0,000	57,280
T3	0,000	50,000	50,000	169,307
T4	0,000	0,000	100,000	145,533
T5	0,000	0,000	100,000	161,353
T6	0,000	100,000	0,000	95,307
T7	0,000	100,000	0,000	82,284
T8	33,333	33,333	33,333	175,110
T9	50,000	0,000	50,000	227,876
T10	66,667	16,667	16,667	210,714
T11	50,000	50,000	0,000	225,225
T12	16,667	66,667	16,667	125,751
T13	50,000	50,000	0,000	222,272
T14	100,000	0,000	0,000	47,976

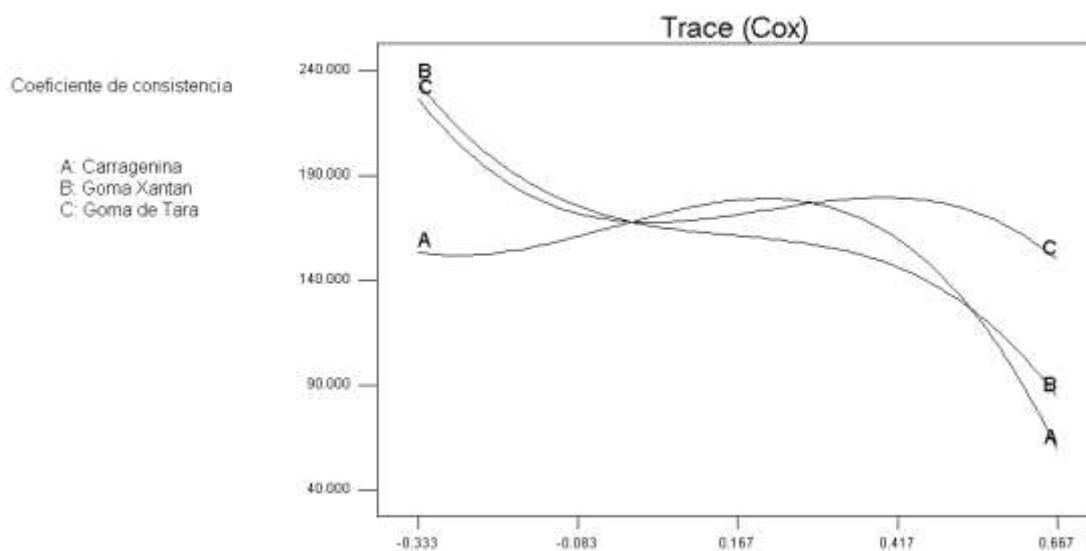


Figura 30: Trazo de Cox para Índice de Consistencia

En la figura N° 30 se muestra superficie de respuesta para el índice de consistencia “k” en función de las concentraciones de goma de carragenina(A), goma xantana(B) y goma de tara(C). Se puede observar que los valores de índice de consistencia “k” más altos corresponden a la goma de tara(C), seguido de la goma xantana(B), siendo el valor más bajo el de la carragenina(A).

La propiedad básica de todos los hidrocoloides es la función espesante e impartición de viscosidad, propiedad clave de su comportamiento y funcionalidad, pueden actuar como: emulsificantes, espesantes, estabilizantes; dependiendo de la viscosidad de cada uno. El aumento de la viscosidad se debe a la presencia de grupos hidroxilos con enlaces de hidrógeno propios de las moléculas de agua. Una segunda propiedad es la gelación, pero no todos los hidrocoloides la presentan (Badui, 2006).

La existencia de interacciones entre las carrageninas y la goma de tara se ha aprovechado en beneficio industrial. El mismo fenómeno se ha observado entre la agarosa y la goma de tara. Los geles obtenidos tienen las características reológicas netamente modificadas por la presencia de la goma de tara; es posible obtener un gel con una mezcla de k-carragenina-galactomanano a una concentración, en carrageninas, inferior a la concentración en que gelifican solas (ALNICOLSA del Perú S.A.C.)

La naturaleza de las interacciones que se establecen entre las carrageninas y los galactomananos se explica por la existencia de zonas exentas de galactosa a lo largo de la cadena manano. Estas zonas "listas" pueden asociarse, gracias a los enlaces hidrógeno, a las dobles hélices de las carrageninas. Cada macromolécula de galactomanano participa así en un gel tridimensional y refuerza la cohesión del gel. Esta sinergia es más marcada con las k-carrageninas que con las i-carrageninas por el hecho de la ausencia de grupos cargados (Alnicolsa del Perú S.A.C.)

Utilizando goma de tara junto con xantana se consigue una mejora de la estabilidad de las emulsiones. La goma xantana, como la tara, no gelifican por sí mismo; no poseen grandes propiedades espesantes. Pero una mezcla de estas dos gomias produce por calefacción y enfriamiento un gel muy elástico. El mecanismo propuesto se basa en una transición de la conformación de la Xantana que le permite asociarse con las zonas "listas" de los galactomananos. El mismo esquema permite explicar la sinergia

entre xantana y goma guar. En éste caso, no se produce gelificación pero se comprueba un aumento muy marcado de la viscosidad (Alnicolsa del Perú S.A.C.).

La goma de Tara presenta sinergismo con la goma xantana en solución acuosa y geles puede ser formado. La porción libre de moléculas de galactosa la goma de tara son capaces de formar puentes de hidrógeno con la molécula de xantana debido a la distribución irregular de las moléculas de galactosa (Exportadora el Sol S.A.C.).

La goma de tara exhibe interacción sinérgica con carragenina, lo cual puede resultar en un aumento de fuerza de gel significativa. Debido a su estructura molecular, galactomanano, polvo de goma de Tara, puede formar interacciones intermoleculares. Vinculación del hidrógeno puede ocurrir entre áreas libres de la galactosa de la galactomanano y la estructura de doble hélice de la molécula de carragenina. Por lo tanto se fortalece la red de gel (Exportadora el Sol S.A.C.).

En muchas ocasiones la eficacia de los hidrocoloides está directamente relacionada con su capacidad de aumentar la viscosidad (Fennema, 2000).

Para saber si existen diferencias significativas en la sinéresis de los catorce tratamientos se realizó el análisis de varianza.

La hipótesis para el análisis de varianza serían las siguientes:

Hipótesis planteada (Ho): No existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable coeficiente de consistencia "k".

Hipótesis alternante(H1): Existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable coeficiente de consistencia "k".

Tabla N° 9: Análisis de Varianza (ANOVA) para el índice de consistencia “k”

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	45346.51	6	7557.75	14.59	0.0012	significant
Linear Mixture	2977.09	2	1488.54	2.87	0.1227	
AB	31959.75	1	31959.75	61.72	0.0001	
AC	13932.95	1	13932.95	26.90	0.0013	
BC	1090.01	1	1090.01	2.10	0.1901	
ABC	4125.41	1	4125.41	7.97	0.0257	

En la tabla N°9 se puede observar que el p- value es menor a 0.05 por lo que al haber diferencias significativas se rechaza la hipótesis planteada. Se puede concluir que la adición de hidrocoloides en la salsa de aji amarillo tuvo efecto significativo sobre el índice de consistencia.

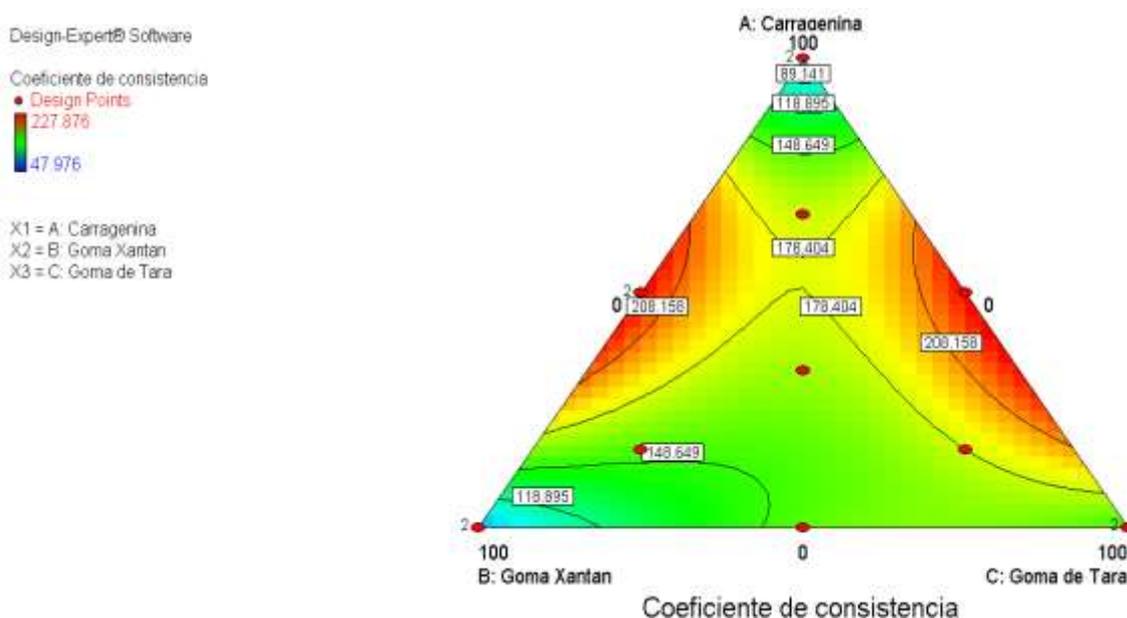


Figura 31: Superficie de Respuesta para Índice de Consistencia en 2 dimensiones

Coefficiente de consistencia
 227.876
 47.976
 X1 = A: Carragenina
 X2 = B: Goma Kantan
 X3 = C: Goma de Tara

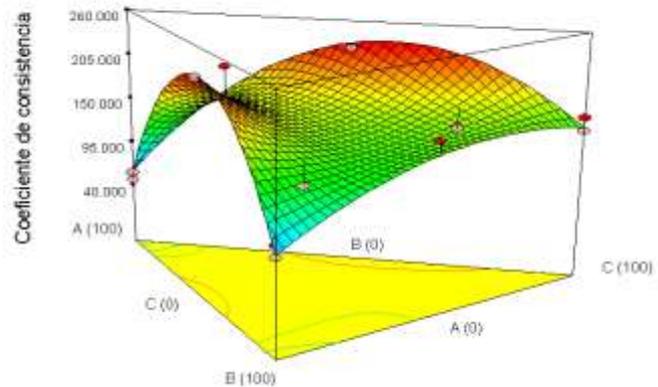


Figura 32: Superficie de Respuesta para Índice de Consistencia "k" en 3 dimensiones

En las figuras N°31 y N°32 se observa que el mayor índice de consistencia se obtiene empleando el mayor porcentaje de goma tara seguida de goma de tara y carragenina, respectivamente, corroborándose lo deducido en los trazos de Cox.

La ecuación sugerida es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Coeficiente de consistencia} = & \\
 & +59.39 * A \\
 & +84.48 * B \\
 & +149.77 * C \\
 & +617.04 * A * B \\
 & +517.89 * A * C \\
 & +144.85 * B * C \\
 & -1952.40 * A * B * C
 \end{aligned}$$

Evaluación del Nivel de Agrado

En el tabla N°10 se muestran los valores observados para el nivel de agrado de los catorce tratamientos que están comprendidos entre la calificación uno "me disgusta muchísimo" y nueve "me gusta muchísimo".

Tabla N°10: Resultados del Nivel de Agrado

Tratamiento	Carragenina	Goma Xantana	Goma de Tara	Evaluación Sensorial
T1	16,667	16,667	66,667	7
T2	100,000	0,000	0,000	7
T3	0,000	50,000	50,000	6
T4	0,000	0,000	100,000	7
T5	0,000	0,000	100,000	7
T6	0,000	100,000	0,000	6
T7	0,000	100,000	0,000	7
T8	33,333	33,333	33,333	7
T9	50,000	0,000	50,000	5
T10	66,667	16,667	16,667	6
T11	50,000	50,000	0,000	6
T12	16,667	66,667	16,667	5
T13	50,000	50,000	0,000	5
T14	100,000	0,000	0,000	7

Para saber si existen diferencias significativas en la sinéresis de los catorce tratamientos se realizó la prueba de chi cuadrado.

La hipótesis para a prueba chi cuadrado serían las siguientes:

Hipótesis planteada (Ho): La aceptación de la salsa de ají amarillo con jugo de maracuyá está en función del sabor.

Hipótesis alternante(H1): La aceptación de la salsa de ají amarillo con jugo de maracuyá está en función del sabor.

Tabla N°11: Valores observados para el nivel de agrado

CATEGORIAS		GUSTA	NO GUSTA	TOTAL
Me gusta muchísimo	Me disgusta muchísimo	46	0	46
Me gusta mucho	Me disgusta mucho	111	0	111
Me gusta	Me disgusta	160	6	166
Me gusta ligeramente	Me disgusta ligeramente	107	62	169
Ni me gusta ni me disgusta		96	0	96

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

$$X^2 = 141.83$$

$$X^2_{4;0.95} = 9.49 \text{ (según tabla)}$$

Como el estadístico de prueba $X^2 = 141.83$ cae en la región de rechazo de H_0 , entonces existe evidencia estadística para afirmar que la aceptación de la salsa de ají amarillo con maracuyá a un nivel de significancia del 5%.

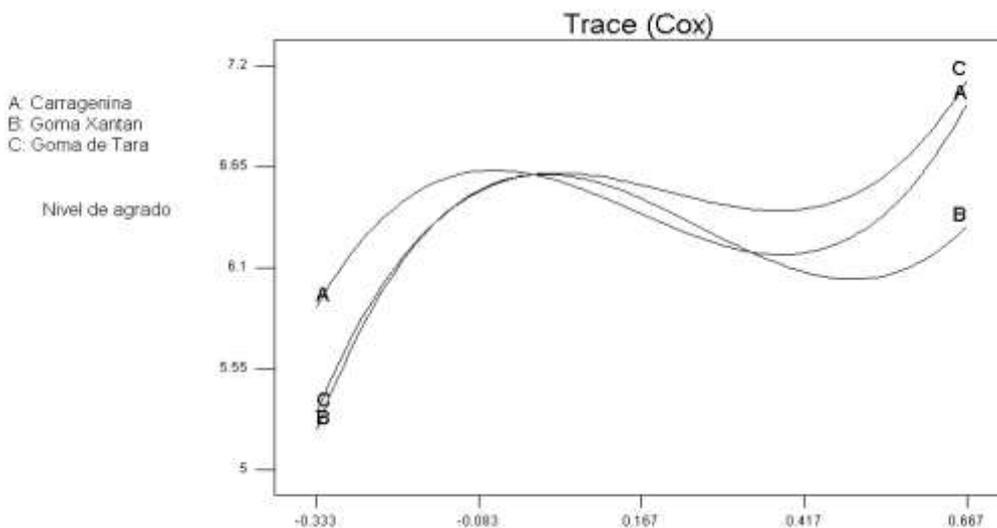


Figura 33 : Trazo de Cox para Nivel de Agrado

Con respecto a la goma de tara (A), carragenina(C) y goma xantana(B) el efecto observado es positivo(trazos de Cox inclinados a la izquierda).

Design-Expert® Software

Nivel de agrado
● Design Points
7
5

X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara



Figura 34: Superficie de Respuesta para el Nivel de Agrado

Design-Expert® Software

Nivel de agrado
7
5

X1 = A: Carragenina
X2 = B: Goma Xantán
X3 = C: Goma de Tara

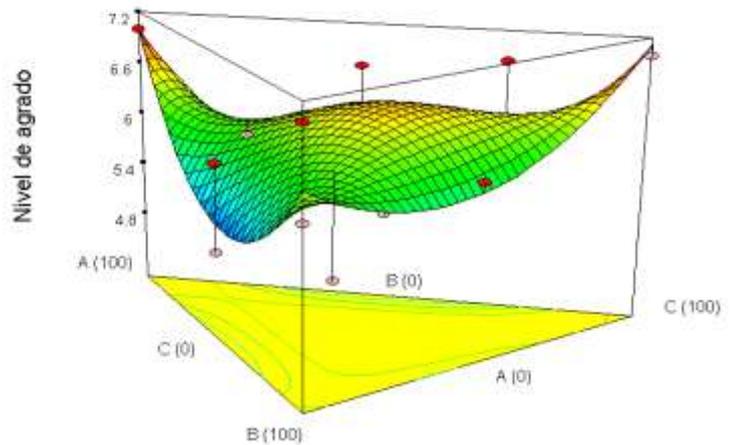


Figura 35: Superficie de Respuesta para el Nivel de Agrado en 3 dimensiones

En las figuras N°34 y N°35 se observa que el mayor puntaje de nivel de agrado se obtiene empleando el mayor porcentaje de goma tara seguida de carragenina y goma xantana, respectivamente, corroborándose lo deducido en los trazos de Cox.

La ecuación sugerida es la siguiente:

Nivel de agrado =

- +6.99 * A
- +6.32 * B
- +7.12 * C
- 5.37 * A * B
- 7.34 * A * C
- 3.34 * B * C
- +42.60 * A * B * C

Determinación del Costo

En la tabla N°12 se muestra el costo de las gomas

Tabla N°12: Costo de las Gomas

Goma	Soles/g
Carragenina	0.0715
Xantana	0.0269
Tara	0.0250

En el tabla N°13 se muestran los valores observados para el costo en los catorce tratamientos que están comprendidos entre 2,50 soles/kg y 7,15 soles/kg.

Tabla N°13: Determinación del Costo

Tratamiento	Carragenina	Xantana	Tara	Costos
1	16,667	16,667	66,667	3,31
2	100,000	0,000	0,000	7,15
3	0,000	50,000	50,000	2,60
4	0,000	0,000	100,000	2,50
5	0,000	0,000	100,000	2,50
6	0,000	100,000	0,000	2,69
7	0,000	100,000	0,000	2,69
8	33,333	33,333	33,333	4,11
9	50,000	0,000	50,000	4,83
10	66,667	16,667	16,667	5,63
11	50,000	50,000	0,000	4,92

12	16,667	66,667	16,667	3,40
13	50,000	50,000	0,000	4,92
14	100,000	0,000	0,000	7,15

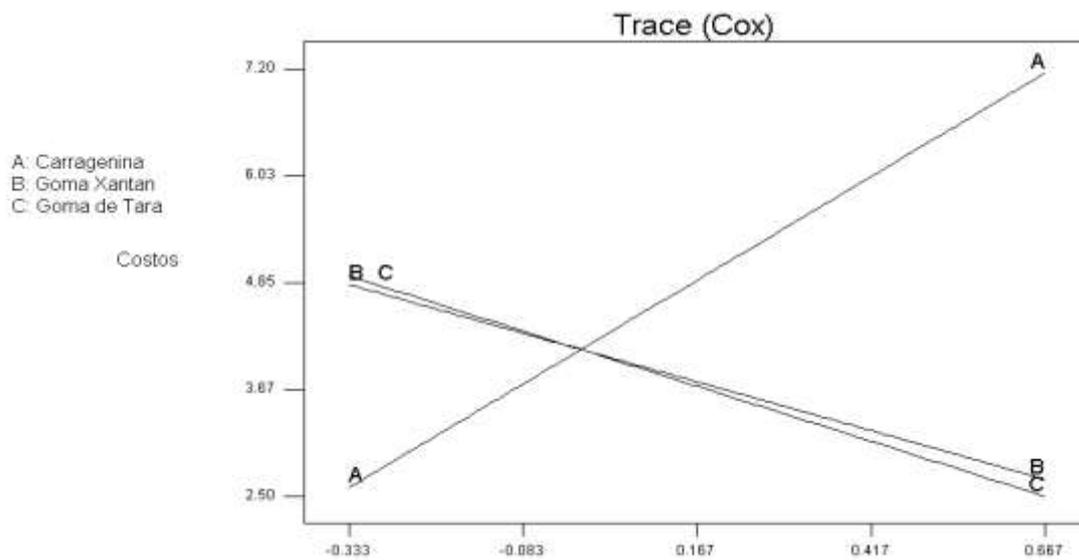


Figura 36: Trazo de Cox para Costo

Con respecto a la goma de tara (A) y goma xantana(B) el efecto observado es positivo(trazos de Cox inclinados a la izquierda), siendo mayor el efecto con esta última(pendiente negativa). Como puede observarse, el efecto ejercido por la carragenina es negativo (trazo de Cox inclinado a la derecha).

El costo disminuye notablemente al aumentar las proporciones de goma xantana y goma de tara, aumentando con el incremento de carragenina dentro de la mezcla de estabilizantes.

El costo óptimo de una mezcla de estabilizantes no puede determinarse en función del precio de cada uno de sus componentes, porque dependerá de las características que se deseen al aplicar dicha mezcla en una salsa determinada. En consecuencia, esta respuesta se utilizó para minimizar el costo de una mezcla de hidrocoloides dentro de la zona de formulación factible, donde se tienen otras características como coeficiente de consistencia y aceptación general definidas

Para saber si existen diferencias significativas en el costo de los catorce tratamientos se realizó el análisis de varianza.

La hipótesis para el análisis de varianza serían las siguientes:

Hipótesis planteada (Ho): No existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable costos

Hipótesis alternante(H1): Existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento en cuanto a la variable costos.

Tabla N°14: Análisis de Varianza(ANOVA) para el Costo

Costos

ANOVA for Mixture Linear Model

***** Mixture Component Coding is L_Pseudo. *****

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	35.23	2	17.61	2.934E+010	< 0.0001	significant
<i>Linear Mixture</i>	35.23	2	17.61	2.934E+010	< 0.0001	

Al analizar los resultados se tuvo que el modelo matemático se ajustó a los valores de los costos, ya que el valor de p es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada. Es decir las medias del costo tienen diferencias significativas para todos los tratamientos.

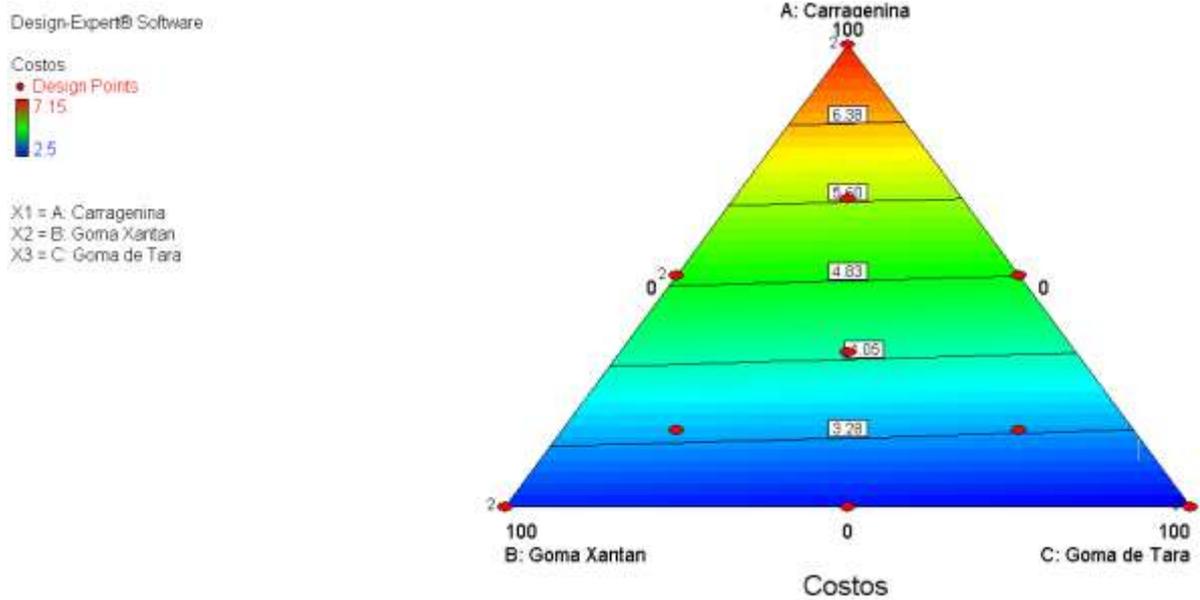


Figura 37: Superficie de Respuesta para el Costo

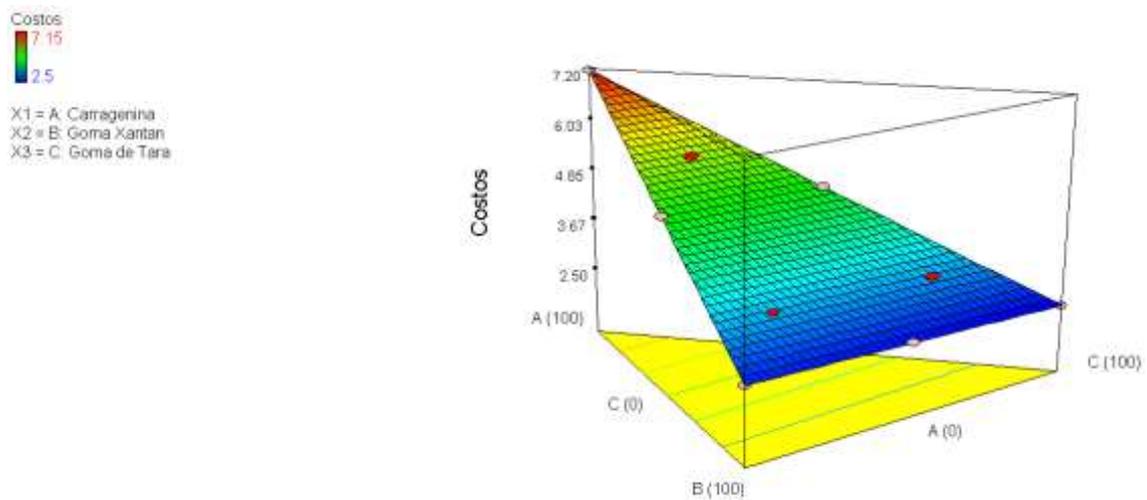


Figura 38: Superficie de Respuesta para el Costo en 3 Dimensiones

En las figuras N°37 y N°38 se observa que el menor costo se obtiene empleando el mayor porcentaje de goma xantana seguida de la goma de tara y carragenina, respectivamente, corroborándose lo deducido en los trazos de Cox.

La ecuación sería la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Costos} = & \\ & +7.15 * A \\ & +2.69 * B \\ & +2.50 * C \end{aligned}$$

Determinación de la Zona de Formulación Óptima

La optimización de la mezcla de estabilizantes o hidrocoloides fue realizada sobre la zona de formulación factible, la cual se determinó mediante el método de superposición (Montgomery, 2002) a fin de obtener el área determinada por los valores aproximados a los deseados para las variables respuesta.

Sin embargo, en la superposición de graficas de contorno no se consideró el índice reológico ni la sinéresis ya que las concentraciones de hidrocoloides empleadas no tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) es decir se realizó mediante la superposición de las gráficas de contorno con el índice de consistencia, aceptación sensorial y costos.

En la figura N° 39, se observa la zona de formulación óptima determinada asignando restricciones a las variables respuesta con la finalidad de encontrar la mezcla óptima de hidrocoloides que brinden el menor valor de sinéresis y el mayor valor el coeficiente de consistencia “k” y aceptación sensorial

Las combinaciones óptimas para tener menor costo, mayor nivel de agrado y mayor calificación en cuanto al coeficiente de consistencia “k”, se obtuvo con la mezcla óptima de carragenina (28,47%), goma xantana (70,16%) y goma de tara (6,89%).

Tabla N°15: Restricciones para la Optimización de la Mezcla de Gomas

Variable	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Índice de	200	227.876

Consistencia(Pa.sⁿ)		
Nivel de Agrado	5	7
Costo(S./.)	2.5	5.0

En la tabla N°15 se observa los valores asignados a las variables respuesta afectadas significativamente ($p < 0,05$) por las concentraciones de hidrocoloides empleadas y en las cuales se ajusta algún modelo matemático.

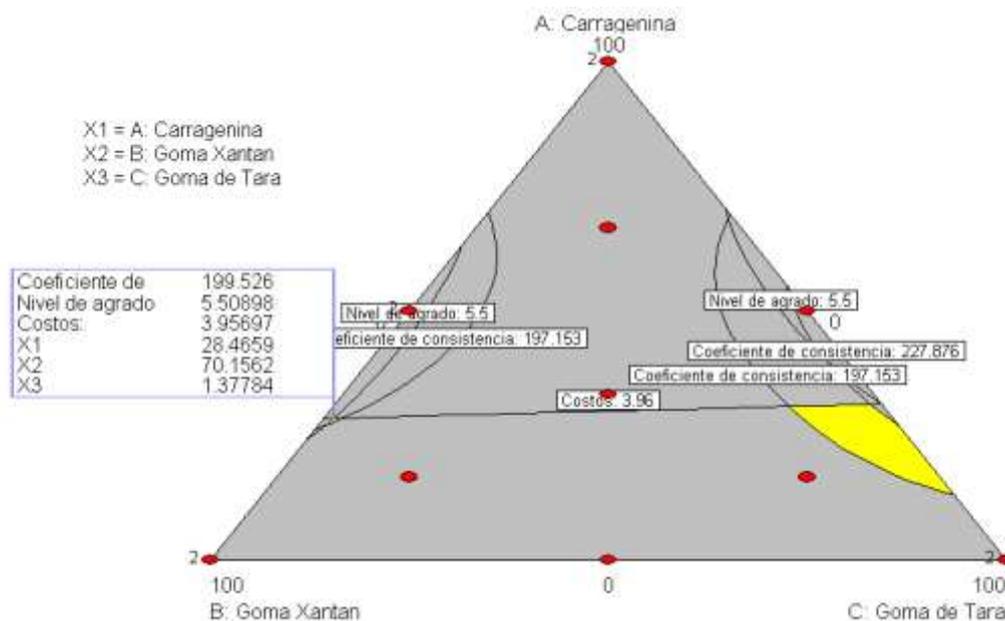


Figura 39: Determinación de la Zona Óptima

CONCLUSIONES

La optimización se realizó con las variables que presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$): Índice de consistencia, nivel de agrado y costos.

Los porcentajes optimizados fueron 1,38% de goma de tara, 28,47% de carragenina y 70,16% de goma xantana.

Con esta mezcla se obtuvo un coeficiente de consistencia de 199,52 Pa.sⁿ, un nivel de agrado de 5,51 sobre una escala hedónica de 9 puntos y un costo de 3,96 soles/kg sobre un máximo de 7,15 soles/kg.

REFERENCIAS

- Aguirre M.,.Desarrollo de producto: salsa dip de tamarindo. Año 2009. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición.
- Alnicolsa del Perú S.A.C. disponible en <http://taninos.tripod.com/goma.htm>
- Aloida, M. y Y. Cepero. Reseña sobre el uso de almidones y gomas en productos cárnicos. Trabajo de grado. Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Año 2003.
- Ayala, J. y Pardo, R. 1995. Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería . CONCYTEC. Perú.
- Arias J , Ocampo J , Urrea-Gómez R. “La Polinización Natural en el Maracuyá” (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Año 2014.
- A.S.T.M. D1439 – 03 . Medición de la Viscosidad por Viscosímetro Brookfield. American Society For Testing Materials. F.E.U.M 8va. Edición, 2005
- Asùn R. El proceso de Información cuantitativa. Universidad de Chile. Año 2006
- Badui S. Química de los Alimentos. Pearson Educación. México. Año 2006.
- Bas, D. y Boyaci, H. 2007. Modelling and optimization II: Comparison of estimation capabilities of response surface methodology with artificial neural networks in a biochemical reaction. Journal of Food Engineering, 78, 846-854. Disponible en: <http://scialert.net/fulltext/?doi=ja.2011.99.104&org=11> (2012, 10 de Mayo).
- Benavides Morales, Juan Pablo. Formulación de una base de salsa de palta (*Persea americana* Mill. var. Hass) procesada con alta presión hidrostática. Universidad de Concepción, Chile. Año 2014

- Benucci S, C..Elaboración de un aderezo tipo salsa utilizando diferentes agentes espesantes. Año 2001. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Bemiller, J. & Whistler Carbohydrates. In: O.R. Fennema (Ed.), Food Chemistry, 3rd edn., 158- 223. Marcel Dekker Inc., New York
- Cabeza, C., Addition of gellan gum on the rheology of low calorie mayonnaise stabilized with modified starch. Progress in rheology. theory and applications 2002. (pp. 477–480).
- Cárdenas A, Alvites H, Valladares G , Obregón J, Vásquez-Villalobos V. Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. Universidad Nacional de Trujillo. Escuela de ingeniería Agroindustrial. Año 2013.
- Cerda, H. (1991). Los elementos de la Investigación. Bogotá: El Búho.
- Cevoli, C; Balestra F; Ragni L; Fabbri A. 2013. Rheological characterisation of selected food hydrocolloids by traditional and simplified techniques. Food hydrocolloids.
- Charley . Helen, 2004, "Tecnología de los alimentos (procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos)", Editorial Lamusa S.A, México, Pág. 4;38;186, 187; 354-365.
- Codex Stan 306r-2011. Norma para salsa de ají.
- Crandall, P. y Nelson, P. 1975. Effects of preparation and milling on consistency of tomato juice and puree. Journal of Food Science. 40, 710 – 713. Disponible en: <http://researchonline.ballarat.edu.au:8080/vital/access/services/Download/vital:1706/SOURCE1?view=true> (2010, 01 de Julio).
- Delgado de la Flor F, Ugas R, Casas A. Datos Básicos de los Cultivos Hortícolas. Facultad de Agronomía. Universidad Agraria La Molina. Año 1982.

- Dziezak, J.D. 1991. A focus on gums. *Food Technology*. 45 (3), 115. Disponible en: <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v1/1.pdf> (2012, 01 de Junio).
- Dolz, M.,. Influence of xanthan gum and locust bean gum upon flow and thixotropic behaviour of food emulsions containing modified starch. *Journal of Food Engineering*. 2007. no. 81, p. 179–186
- Downey, G. 2003. Effects of cryoprotectant mixtures on physical properties of frozen and thawed pureed cooked potatoes: some introductory studies. *International Journal of Food Science and Technology*. 38, 857 – 868.
- Exportadora El Sol S.A.C. disponible en <http://www.exportadora-el-sol.com/es/goma-de-tara.html>.
- Food Promotion Chronicle, 2006. La goma xantana en la industria alimentaria. India Volumen 1, año 2006.
- Franco, J. Linear viscoelasticity of salad dressing emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997. vol. 45 no. 3, p. 713–719.
- Glicksman M. 1983. Gum Arabic (Gum acacia). In: Glicksman M. (Ed.). *Food Hydrocolloids*. Volumen 2.
- Gomez, J; Mendez, I; Castillo A., O`Reilly, F, 1978. Aplicaciones agronómicas de la metodología de superficie de respuesta . *Agrociencias* N°32. México.
- Gutiérrez A. Evaluación del uso de una mezcla de estabilizantes conteniendo goma de tara en la elaboración de helados. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Agraria La Molina. Año2007.
- Hernández S. *Fundamentos de la metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana de España, 2007.

- Juank G. Obtención de salsa picante de tabasco (*Capsicum frutescens*) utilizando almidón de yuca (*Manihot esculenta*) y de chontaduro (*Bactris gasipaes*). Universidad Amazónica de Ecuador. Año 2016.
- Kolakowski, L. La filosofía positiva. Madrid: Ediciones Cátedra. Año 1996.
- Kuehl, R, 2001. Diseño de Experimentos. Thompson Editores S.A. México,
- Leónidas de J. M ; Cardona, Jairo A. Herrera M., Danny Arbeláez R., Diego E. Gutiérrez. Análisis sensorial e instrumental (textura) a una salsa agrídulce de borjón. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Año 2010
- Levenspiel, O. Flujo de fluidos e intercambio de calor. Editorial Reverte, 1993.
- Martínez R. Evaluación de la viscosidad y color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones. de la Universidad Nacional Jose María Arguedas de Andahuaylas. Año 2016
- Mazaheri, M. y Ghandi, A. 2007. Modification of Bostwick method to determine tomato concentrate consistency. Journal of Food Engineering, 79, 1483–1486.
Disponible en:
<http://researchonline.ballarat.edu.au:8080/vital/access/services/Download/vital:1706/SOURCE1?view=true> (2012, 10 de Mayo)
- Elizabeth. Elaboración de una salsa de fresa (*Fragaria chiloensis*, L. Duchesne) a partir de *Stevia rebaudina* Bertoni y Goma Xanthan para el consumo de personas diabéticas. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Año 2012.
- Mena Lopez Pamela. Efecto de la cantidad de goma xantán y el tamaño de partícula de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* S.) en la estabilidad física de una salsa agrídulce a base de mango y maracuyá. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. Año 2012.

- Mendoza, E.; García, M.; Casas, C.; Fernández, M. y Selgas, M. 1998. Utilización de hidratos de carbono como sustitutos de grasa en productos cárnicos. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. 17 (7), 55-61.
- Minitab User's Guide 2. 1998. Minitab INC
- Müller. H, 1973, "Introducción a la reología de alimentos". Editorial Acribia. Primera edición. Zaragoza –España. Pág. 7, 13, 14, 20, 21 ,22.
- Mora F. Efecto de la concentración de cmc.goma guar y goma xantana sobre la sinéresis, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) variedad imperial star. Año 2013.Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO.
- Soledad M. La comparación de las gomas xantan y en las propiedades reológicas de la mayonesa. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Año 2013.
- Moreno, AS. 2013. Comparación de las gomas xantan y arábica en las propiedades reológicas de la mayonesa. Tesis para optar el Título de Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador
- Norma Técnica Peruana NTP ISO 5492:2008. Vocabulario del Análisis sensorial
- Nuez, F. Gil Ortega, R. Costa, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi Prensa Madrid-España. 586 p.
- Pechón, C. 2005. Efecto de la sustitución de grasa de cerdo por el hidrocálico Nutricol Gp 624, Konjac Flour 1283 y agua en las características fisicoquímicas y sensoriales de salchicha tipo Viena. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.
- Ramírez J. Fundamentos de la Reología de Alimentos. JSR e books. Cali, Colombia, 2006.

- Revista Alimentación. Buenos Aires Argentina. Junio, 2014. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/69810-presentan-soluciones-salsas-y-aderezos>
- Revista Ingeniería de Alimentación. Boletín N°32. Barcelona – España. Septiembre, 2001.
- Rosell, C.; Rojas, J. y Benedito, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids. 15, 75 – 81. Disponible en: http://www.food.actapol.net/pub/4_2_2008.pdf
- Sahin, H. y Ozdemir, F. 2004. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. Food Hydrocolloids. Department of Food Engineering – Faculty of Agriculture. Akdeniz University. Antalya - Turquía.
- Salas, S. 2001. Producción de crema acida pasteurizada para condiciones artesanales en Honduras. Proyecto Especial de Programa Agroindustrial, Zamorano, Honduras.
- Sanderson, G. 1981. Polysaccharides in foods. Food Technology. 35 (7), 50.
- .Sikora, E. (2008) The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aqua thermal processing. Food Chem., 107, 55–59
- Silva, C. 2010. Caracterización reológica de hidrocoloides alimentarios: goma guar, goma tragacanto, metilcelulosa y sus mezclas. Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos por la Universidad de Santiago de Compostela. Galicia. España.
- Stoforos, N. y Reid, D. 1992. Factors influencing serum separation of tomato ketchup. Journal of Food Science. 57, 707 – 713. Disponible en: <http://researchonline.ballarat.edu.au:8080/vital/access/services/Download/vital:1706/SOURCE1?view=true> (2012, 10 de Mayo).

- Taha H. 1998. Investigación de Operaciones. Editorial Prentice Hall, México.
- Tamayo, M. (2007). El proceso de la investigación científica. México, D.F., Limusa. Noriega Editores. Quinta Edición
- Tamine, A. y Robinson, R. 1991. Yogur: Ciencia y Tecnología. Primera Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Tanglertpaibul, T. y Raó, M. 1987. Rheological properties of tomato concentrates as affected by particle size and method of concentration. *Journal of Food Science*. 52 (1), 141–145. Disponible en:
<http://researchonline.ballarat.edu.au:8080/vital/access/services/Download/vital:1706/SOURCE1?view=true> (2012, 10 de Mayo)
- Tormo. J. Desarrollo de salsas con microalgas. Año 2015. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela técnica superior de ingeniería agronómica y del medio natural.
- Trigueros R., Juan K., Valladares, Blanca, Núñez, Flor. Efecto de la concentración de goma xantana y de la miel de fruta en las características físico-químicas de la miel cremada saborizada. Escuela Agrícola Panamericana, 2012. Zamorano, Honduras. 2010.
- Vercet, A.; Sánchez, C.; Burgos, J.; Montanes, L. y Buesa, P. 2002. The effect of manothermosonication on tomato pectic enzymes and tomato paste rheological properties. *Journal of Food Engineering*. 53, 273 – 278. Disponible en:
<http://researchonline.ballarat.edu.au:8080/vital/access/services/Download/vital:1706/SOURCE1?view=true> (2012, 10 de Mayo).
- Whister, R. y Bemiller, J. 1993. Industrial Gums. Third edition. Academic Press Limited. San Diego. California. 641 p.

Williams, P. y Phillips, G. 2000. Handbook of Hydrocolloids. Woodhead Publishing. Cambridge University Press.

White, P.; Abbas, I. y Johnson, L. 1989. Freeze – thaw stability and refrigerated – storage retrogradation of starches.

Wu, Y; Ding, W; Jia, L; Qiang He. 2014 The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*) Food Chemistry 168 (2015)

Yaseen E., Rheological properties of selected gum solutions. Food Research International. 2005. no. 38, p. 111–

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MEDIDAS	METODO
¿Cuál es el efecto de la incorporación de gomas en la viscosidad y la sinéresis de las salsas y aderezos?	Determinar el efecto de la incorporación de gomas en la consistencia y la sinéresis de las salsas y aderezos	HIPOTESIS GENERAL Ho: Por el método de diseño de mezclas se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis, costos y se alcance un índice reológico, índice de consistencia, nivel de agrado recomendados para las salsas y aderezos.	VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentajes de goma de tara, goma xantan y carragenina (%)	Índice Reológico(n)	La unidad de medida es cuantitativa	Se realiza la lectura directa utilizando un viscosímetro rotacional
¿En qué concentración de goma xantan, carragenina y goma de tara se llega al índice reológico recomendado para salsas de ají?	Definir a qué concentraciones de goma xantan, goma de tara y carragenina se llega al índice reológico recomendado de la salsa de ají.		VARIABLES DEPENDIENTES Índice Reológico	Índice de Consistencia	La unidad de medida es cuantitativa	Según A.S.T.M. D1439
¿En qué concentración de goma xantan, carragenina y goma de tara se llega al índice de consistencia recomendado para salsas de ají?	Definir a qué concentraciones de goma xantan, goma de tara y carragenina se llega al índice de consistencia recomendado de la salsa de ají.	H1: Por el método de diseño de mezclas no se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis, costos y se alcance un índice reológico, índice de consistencia y nivel de agrado recomendados para salsas y aderezos.	VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentajes de goma de tara, goma xantan y carragenina (%)	Sinéresis (%)	La unidad de medida es cuantitativa	Se realiza la lectura indirecta mediante centrifugación (Downey, 2003).
¿En qué concentración de goma xantan, carragenina y goma de tara se llega a la menor presencia de sinéresis de las salsas de ají?	Definir a qué concentraciones de goma xantan, goma de tara y carragenina se llega a la menor presencia de sinéresis de salsas de ají		VARIABLES DEPENDIENTES Índice de Consistencia(Pa.sn)	Nivel de Agrado	La unidad de medida es categorica	Ficha de Nivel de Agrado
¿En qué concentraciones de goma xantan, carragenina y goma de tara se llega al mejor nivel de agrado?	Determinar a qué concentraciones de goma xantan, goma de tara y carragenina se llega al mejor nivel de agrado	HIPOTESIS ESPECIFICAS Ho: Por el método de diseño de mezclas se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis, costos y se alcance un índice reológico, índice de consistencia, nivel de agrado recomendados para la salsa de ají	VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentajes de goma de tara, goma xantan y carragenina(%)	Costos	La unidad de medida es cuantitativa	Función lineal
¿En qué concentraciones de goma xantan, carragenina y goma de tara se llega al menor costo?	Definir a que concentraciones de goma xantan, goma de tara y carragenina se llega al menor costo de formulación	H1: Por el método de diseño de mezclas no se puede determinar las proporciones optimizadas de gomas que minimicen la sinéresis, costos y se alcance un índice reológico, índice de consistencia, nivel de agrado recomendados para la salsa de ají	VARIABLES DEPENDIENTES Sinéresis (%)			
			VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentajes de goma de tara, goma xantan y carragenina(%)			
			VARIABLES DEPENDIENTES Nivel de agrado			
			VARIABLES INDEPENDIENTES Porcentajes de goma de tara, goma xantan y carragenina(%)			
			VARIABLES DEPENDIENTES Costos			

ANEXO 2

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL NIVEL DE AGRADO SENSORIAL DE LAS SALSAS DE AJI AMARILLO

Producto: Salsa de Ají Amarillo con Maracuyá

Pruebe la muestra de salsa de ají amarillo que se le presenta e indique, según la escala, su aceptación en función del nivel de agrado

Marque con un aspa el renglón que corresponda a la calificación para la muestra indicada.

Tratamiento N°

Escala

Me gusta muchísimo _____

Me gusta mucho _____

Me gusta _____

Me gusta ligeramente _____

Ni me gusta ni me disgusta _____

Me disgusta ligeramente _____

Me disgusta _____

Me disgusta mucho _____

Me disgusta muchísimo _____

Comentarios:

GRACIAS

ANEXO 3;CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se indica la programación de las diferentes actividades que forman parte de la investigación.

Actividades	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Aprobación de Plan de Tesis	X						
Marco Teórico y Revisión Bibliográfica	X	X					
Análisis de Datos y Presentación de Resultados			X	X			
Corrección de Trabajo final				X	X		
Ultima entrega trabajo final y Sustentacion						X	X

ANEXO 4: PRESUPUESTO.

Se hace un listado de todos los costos en que se piensa incurrir para llevar a cabo la investigación. Estos incluyen alquiler de equipos, materiales, reactivos, etc. Al final se indicará el costo total de la investigación.

N°	RECURSOS HUMANOS	TOTAL(Nuevos Soles)
01	Curso de Metodología de La investigación	5,000.00
02	Asesoría Técnica externa	1,000.00
TOTAL		6.000.00

Bienes y materiales.

N° Ord	Bienes	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
01	Materia Prima(ajos)	3 Kg	6.00	18.00
02	Goma Xantana, Carragenina , Goma de Tara	3 paquetes de 100g	24	72.00
03	Sal	1 unidad	1.00	1.00
04	Aceite	1 litro	4.00	4.00
05	Balanza, Termometro	1 unidad	100.00	100.00
06	Papel bond	2 millares	12.00	24.00
07	Plumones	12 unidades	2.50	30.00
09	Lapiceros	8 unidades	0.50	4.00
11	Lápices	6 unidades	0.50	4.00
TOTAL				257.00

Servicios

Nº Ord	Bienes	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
01	Tipeado	1000	1.00	1000.00
02	Anillado	05	20.00	100.00
03	Empastado	05	30.00	150.00
04	Internet	40	3.00	120.00
05	Pasajes	12	25.00	300.00
Total				1670.00

Resumen.

Partidas	Parcial	Total
Recursos humanos	S/. 6000.00	6,000.00
Bienes	S/. 6,000.00	257.00
Servicios	S/. 1,670.00	1,670.00
TOTAL		S/. 7, 927.00

ANEXO 5:FOTOS



Figura 40: Muestras en Centrifuga



Figura 41: Muestras en Tubos de Ensayo



Figura 42: Presencia de Sinéresis



Figura 43: Viscosímetro Rotacional Brookfield



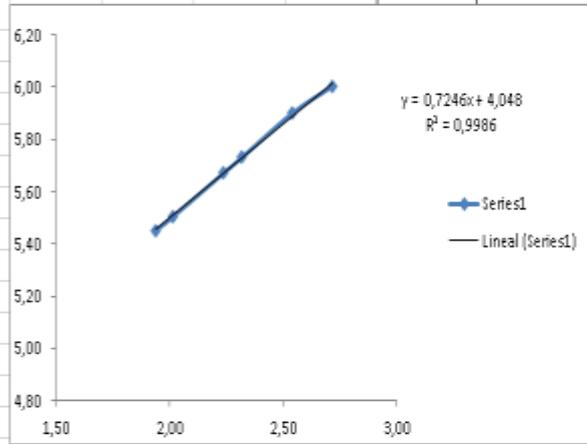
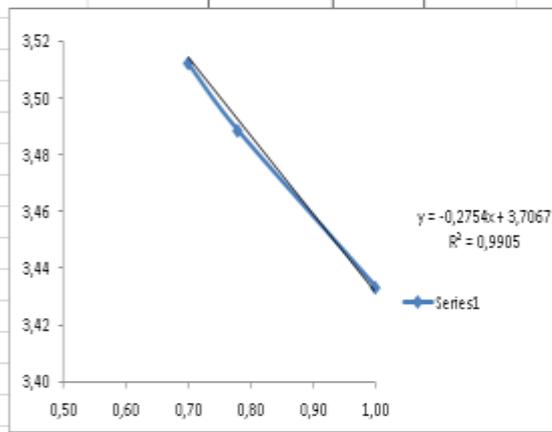
Figura 44: Tratamiento 4 en tubo de ensayo



Figura 45: Tratamiento ocho en tubo de ensayo

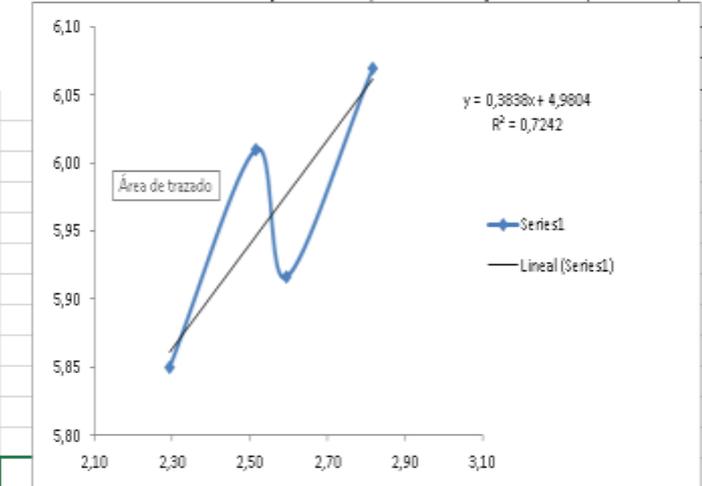
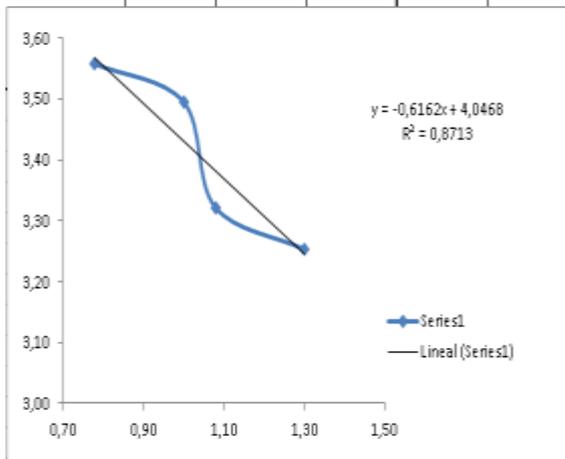
RESULTADOS GRAFICO MUESTRA N°2

RPM	Viscosidad(cP)	Torque (%)		log(N)	log(η_s)	Pendiente			E. corte	Vel. Corte		log($\dot{\gamma}$)	log(τ)
5,0	3250,000	26,800		0,70	3,51	n-1	-0,27541238		86,714	281820,329		1,94	5,45
6,0	3080,000	30,800		0,78	3,49	n =	0,72458762		104,057	320494,750		2,02	5,51
10,0	2712,000	45,200		1,00	3,43	LOG K	4,048		173,428	470336,451		2,24	5,67
12,0	2588,000	51,700		1,08	3,41	K	57,2827768		208,113	538597,670		2,32	5,73
20,0	2295,000	76,500		1,30	3,36				346,856	796034,037		2,54	5,90
30,0	1942,000	97,100		1,48	3,29				520,284	1010390,915		2,72	6,00



RESULTADOS GRAFICO MUESTRA N°4

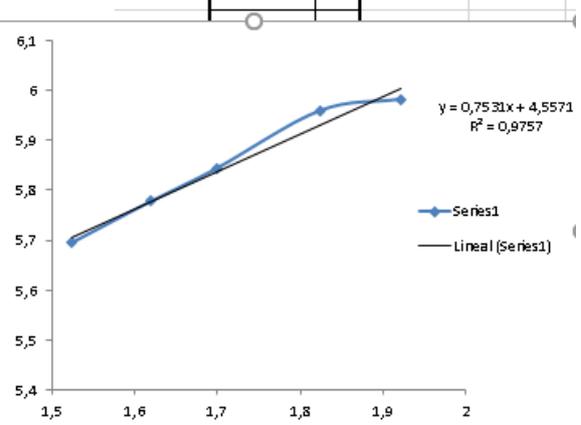
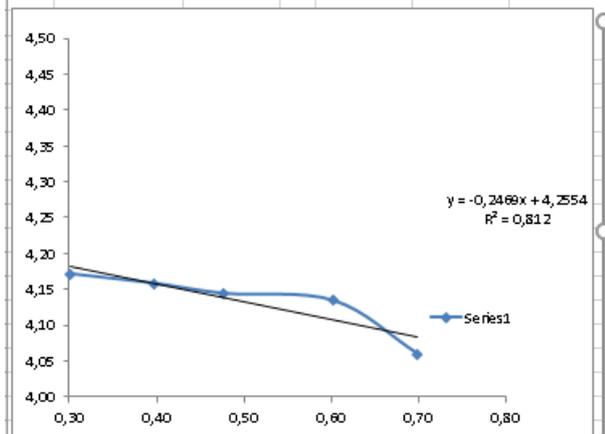
RPM	cP	Torque (%)	log(N)	log(η_s)	Pendiente		E. corte	Vel. Corte	log($\dot{\gamma}$)	log(τ)
6,0	3600,000	60,000	0,78	3,56	n-1	-0,61618818	196,446	707204,918	2,29	5,85
10,0	3120,000	63,600	1,00	3,49	n =	0,38381182	327,410	1021518,215	2,52	6,01
12,0	2097,000	70,800	1,08	3,32	LOG K	4,9804	392,892	823893,730	2,59	5,92
20,0	1790,000	89,000	1,30	3,25	K	145,532583	654,819	1172126,670	2,82	6,07



RESULTADOS GRAFICO MUESTRA N°6

RPM	Viscosidad(cP)	Torque (%)	log(N)	log(η_{sp})
2,00	14820,000	49,400	0,30	4,17
2,50	14370,000	80,700	0,40	4,16
3,00	13920,000	84,300	0,48	4,14
4,00	13610,000	90,700	0,60	4,13
5,00	11470,000	95,500	0,70	4,06

Pendiente	E. corte	Vel. Corte	log(γ)	log($\dot{\tau}$)	
n-1	-0,246866	33,371	494556,095	1,52336735	5,6942156
n =	0,7531344	41,714	599424,012	1,62027737	5,7777341
		50,056	696783,486	1,69945861	5,8430978
LOG K	4,5571	66,742	908354,717	1,82439735	5,9582555
K	95,306689	83,427	956909,313	1,92130736	5,9808708



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
 N° 0005/16

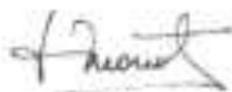
PRODUCTO	CARRALACT PPD338J
N° LOTE PRODUCCIÓN	17
FECHA PRODUCCIÓN	DICIEMBRE / 21 / 2015
FECHA EXPIRACIÓN	DICIEMBRE / 21 / 2017

RESULTADOS

ANÁLISIS	ESPEC.	RESULTADO	MÉTODO
Reológicos			
1,5% en agua			
Fuerza de Gel. (g/cm ²)	200-450	342	Gel-AR-009
Físicos			
Humedad, (%)	< 12	7,0	Gel-AF-001
pH 1,5% (50°C)	7-10	10,0	Gel-AF-005
Tamaño de partícula, (%) (95% < 150 Micrones U.S. Stand N°100)	>95	> 95	Gel-AF-008
Microbiológicos			
Cuenta Total. (ufc/g)	< 5000	<5000	Gel-AM-002
Hongos y Levaduras. (ufc/g)	< 300	<300	Gel-AM-001
E.Coli. (+/-)*	Neg.	Neg.	Gel-AM-004
Salmonella. (+/-)*	Neg.	Neg.	External lab.
Seguridad Alimentaria*			
Arsénico. (ppm)	< 3	< 3	External lab.
Plomo. (ppm)	< 5	< 5	External lab.

*Estos análisis se realizan ocasionalmente como un servicio que se entrega a nuestro cliente a solicitud de éste pudiendo ser realizados permanentemente en los laboratorios internos.

Los análisis mencionados arriba corresponden al lote N° 17 y están de acuerdo a nuestra especificación vigente para CARRALACT PPD338J.



Jimena Araya N.
Jefe Aseguramiento Calidad

Enero, 2016

Oficinas Comerciales
 Av. Santa María 3050, Providencia
 CP 7520274, Santiago - Chile
 Tel: (56-2) 2 478 8080 / Fax: (56-2) 2 232 1544



内蒙古阜丰生物科技有限公司

NEIMENGGU FUFENG BIOTECHNOLOGIES CO., LTD

JING ER ROAD, JINCHUAN DISTRICT ADM.COMMITTEE, INDUSTRIAL
ECONOMIC DEVELOPMENT ZONE, HOHHOT CITY, INNER MONGOLIA, CHINA

CERTIFICATE OF ANALYSIS

For Xanthan Gum Food Grade

Product Description: FUFENG 200

Invoice No: MSA15057

Batch No.: M1505B-G09

Production Date: APR.28, 2015

PO No.: 2015100106

Quantity: 17500KGS/700BAGS

Expiry date: APR.27, 2017

Parameters	Specs	Results
Appearance	Cream-Colored Powder	Conform
Particle Size (mesh)	40/80/200	200
Loss on Drying (%)	≤15	9.24
PH (1% KCL)	6.0-8.0	7.30
Viscosity (1% KCL, cps)	≥1200	1473
Ashes (%)	≤16	9.4
Pyruvic Acid (%)	≥1.5	>1.5
Total Nitrogen	≤1.5%	0.53
As	≤3ppm	conform
Pb	≤5ppm	conform
Total Plate Count	≤2000cfu/g	<100
Moulds/Yeast	≤100cfu/g	<100
Salmonella	Absent	Conform
Coliform (MPN/100g)	≤30	Conform

内蒙古阜丰生物科技有限公司
 王均成

EXPORTADORA EL SOL S.A.C.

AV. ARGENTINA 3065
UMA 1 - PERU

TELEFONO: 462-0991
FAX: 462-1764
P.O.BOX: 3404

TECHNICAL DATA SPECIFICATIONS SOLGUM HP-2

Description :	SOLGUM (Tara Gum) HP-2 is obtained by milling the endosperm of the Tara Seed by mechanical methods. It is a premium grade where high purity, high viscosity and superior whiteness is desired.		
Composition :	Galactomannan (by difference)	min.	80 %
	Loss on drying (3 hours / 105°C)	max.	12 %
	Ash	max.	1.5 %
	Protein (N Kjeldahl)	max.	3.5 %
	Acid Insolubles	max.	2 %
	Fat	max.	1 %
	Arsenic	max.	3 mg/kg
	Lead	max.	2 mg/kg
	Cadmium	max.	1 mg/kg
	Mercury	max.	1 mg/kg
	Total Heavy Metals (As Pb)	max.	20 mg/kg
Microbiology:	Total Plate Count	max.	3,000 / g
	Mould	max.	500 / g
	E. Coli	<	3 / g
	Salmonella	Negative /	25g
Properties :	Viscosity 1 % Solution, Brookfield RVT, @ 20 RPM Spindle 4.		
	<u>Hot Dissolution 86°C 10 min.</u>		
	Measured at 25°C	min.	5000 cPs
Particle Size :	Through	250 micron	100 %
	-	150 micron	min. 95 %
	-	100 micron	min. 70 %
	-	77 micron	min. 45 %

FOREIGN DOMESTIC CHEMICALS CORP.

3 POST ROAD, OAKLAND NEW JERSEY 07436

PHONE: (201) 651-9700

FAX: (201) 651-9703

Standard Procedure for Viscosity Measurement

Cold viscosity

Dispersion method

5.00 g of the sample is suspended with 10ml Ethanol 96% in a tarred 600 ml beaker. Distilled water is added to give a 500 g solution. This solution is stabilized with stirring (magnetic), 75 rpm in a water bath at 25° C for 2hr.

The viscosity is measured, using a Brookfield RVT viscometer at 20 rpm spindle no. 4, at 15, 30, 60 and 120minutes after dissolution. The solution is stored 24 hr. at 25° C without stirring and viscosity is measured again.

Hot viscosity

In a 600 ml beaker, tarred with magnetic stirrer, 5.00 g of the sample is suspended with 10ml Ethanol. Add 500 ml distilled water and heat solution, with stirring @ 75rpm) in a 96°C water bath. When the temperature reaches 86°C continue stirring for 10 minutes. Then cool the beaker, with stirring @ 75 rpm, in a water bath stabilized at 25°C.

After 105 minutes (from dissolution), add distilled water to give 500 g solution. The solution is then stabilized in a 25°C water bath.

120 minutes after dissolution the viscosity is measured with a Brookfield RVT viscometer at 20 rpm spindle no. 4

EXPORTADORA EL SOL S.A.C. Ampliar (Ctrl+)

AV. ARGENTINA 3055
LIMA 1 - PERU

TELEFONO: 452-0991
FAX: 452-1754
P.O. BOX: 2404

Certificate of Analysis

Tara Gum SOLGUM HP-2

Sample # 6045016

Manufactured : February 2016

Expiration : February 2018

Composition:

Galactomannan (by difference)		87.9%
Loss on Drying (3 hours /105° C)		6.9%
Ash		1.1%
Protein (N Kjeldahl)		2.2%
Fat		0.5%
Acid Insolubles		1.4%
Arsenic	nmt	3mg/kg
Lead	nmt	5mg/kg
Cadmium	nmt	3mg/kg
Mercury	nmt	3mg/kg
Total heavy metals (As Pb)	nmt	20mg/kg

Viscosity:

Hot Dissolution:

86° C 10 minutes measured at 25° C 5,750 cPs
(1% solution, Brookfield RVT@200PM, Spindle 4)

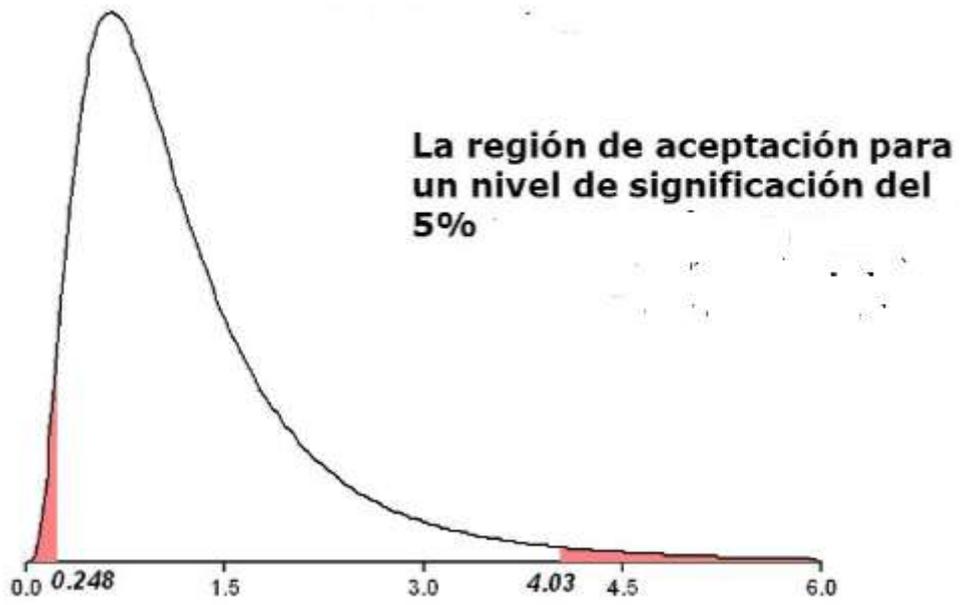
Microbiology:

Total Plate Count		40/g
Mould		10/g
Yeast	<	10/g


EXPORTADORA EL SOL S.A.C.
Gerente General
Calle Argentinista, 3055
Lima 1 - Perú


EXPORTADORA EL SOL S.A.C.
Director General
Calle Argentinista, 3055
Lima 1 - Perú

PRUEBA F



INTERACCIÓN DE LA GOMA DE TARA CON AGAR-AGAR

La goma de tara muestra reacciones junto con agar-agar en una interacción sinérgica, que puede resultar en el aumento de la fuerza de gel. El galactomanano, polvo de goma de Tara, es capaz de entrar en interacciones intermoleculares con agar-agar análogo al comportamiento con el k-carragenato, debido a su estructura molecular. Formando enlaces de hidrógeno entre las zonas libres de galactosa en las moléculas de goma de tara y la asociación de la doble helicede agar-agar, como resultado áreas micro-cristalina. De esta manera, la red de gel más fuerte. Mediante la mezcla de agar-agar con la goma de tara puede obtenerse un pequeño aumento de la fuerza de gel como con agar-agar puro. En contraste con el comportamiento con el k-carragenato, el aumento de la fuerza de gel de agar no está tan fuertemente marcada. La Estabilidad de los geles en relación con la sinéresis se mejora. Es importante mencionar que una reducción de costo se obtiene con mezclas de goma de Tara como con agar-agar puro con la siguiente diferencia que los geles mixtos son más elástica y menos sensible a la sinéresis.

Relación de mezcla: Es el cociente de mezcla óptima goma Agar/Tara: 80: 20
tipos de goma / concentración:

Generalmente mezclas de Agar-agar y la goma de Tara se usan en muchas aplicaciones de alimentos como flan, bebidas, caramelo suave del jugo de fruta, tortas, gelatinas, etc..

INTERACCIÓN DE LA GOMA DE TARA CON CARRAGENINA

La goma de tara muestra interacción sinérgica con carragenina kappa, lo cual puede resultar en un aumento de fuerza de gel significativa. Debido a su estructura molecular, galactomanano, polvo de goma de Tara, puede formar interacciones intermoleculares. Uniones puentes de hidrógeno puede ocurrir entre enlaces de la galactosa de la galactomanano y la estructura de doble hélice de la molécula de carragenina. Por lo tanto se fortalece la red de gel.

Mediante la mezcla de k-carragenato con la goma de Tara, puede obtenerse un aumento de la fuerza de gel como con carragenina pura, con las siguientes diferencias:

Mezcla de geles son significativamente más baratos, mezcla los geles son más elástica y menos sensible a la sinéresis

Relación de mezcla:

Es la mezcla óptima relación carragenina/Tara gum: 70: 30 en las soluciones acuosas de sacarosa al 5%.

Tipos de goma / concentración:

Mezclas de K-carragenina y Tara goma en polvo

0.5-1%:

Generalmente se utilizan mezclas de carragenina y la goma de Tara en los productos cárnicos, en productos lácteos, bebidas de chocolate, helados, gelatinas de agua, alimentos reestructurados, flan, flanes, etc.

INTERACCIÓN DE GOMA DE TARA CON LA GOMA DEL XANTANA

La goma de tara presenta sinergismo en soluciones acuosas con xantana y geles puede ser formado. Las moléculas de galactosa de goma de Tara son capaces de formar puentes de hidrógeno con la molécula de xantana y debido a su irregular distribución de las moléculas de galactosa, esto puede resultar en la formación de gel. Esta formación es conocida como la zona microcristalina del complejo formado.

Aplicaciones en alimentos:

Generalmente se utilizan mezclas de xantana y goma de Tara para estabilizar productos delicatessen como aderezos, mayonesa baja en calorías, mostaza y ketchup.

Puntaje del nivel de agrado para cada tratamiento

Nº de Juez	TRATAMIENTOS													
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
1	7	7	9	6	6	6	6	7	8	9	8	7	5	9
2	7	7	9	8	8	6	6	7	8	9	8	7	5	9
3	7	7	9	9	9	6	6	7	8	9	8	7	5	9
4	8	7	9	7	8	6	6	7	8	9	8	7	5	9
5	8	6	8	7	8	6	7	7	8	9	8	7	5	9
6	7	6	8	7	8	6	7	8	8	9	7	7	4	9
7	7	6	8	7	8	6	7	8	8	9	8	7	4	9
8	7	6	8	7	8	6	7	8	8	8	7	7	4	8
9	7	6	8	7	8	6	7	8	4	8	7	6	5	8
10	7	7	8	7	8	6	7	8	4	8	7	6	7	8
11	7	7	6	7	8	6	8	8	4	8	7	6	6	8
12	7	7	6	7	8	6	8	8	4	8	6	6	5	8
13	7	7	6	7	8	7	8	8	4	4	6	6	5	8
14	7	7	4	6	8	7	8	8	4	4	6	6	5	7
15	7	8	4	6	5	7	8	3	4	4	6	4	5	7
16	7	8	6	6	5	7	8	3	4	4	5	4	5	7
17	7	8	5	6	5	7	8	3	4	4	5	4	5	7
18	7	8	5	6	5	7	7	4	4	5	5	4	5	7
19	7	8	6	6	5	7	7	4	5	5	5	4	5	7
20	7	8	6	6	6	7	7	4	5	5	5	4	5	7
21	7	5	6	6	6	7	7	4	5	5	4	4	4	7
22	7	5	6	6	6	7	7	8	5	5	4	4	4	7
23	5	5	5	6	6	7	7	8	5	5	4	4	4	7
24	7	5	5	6	6	4	7	8	5	5	8	4	4	7
25	5	5	5	6	6	3	7	8	5	7	7	4	4	7
26	7	9	6	7	7	3	7	8	5	7	7	5	4	7
27	8	9	5	7	7	3	9	8	5	7	7	5	4	6
28	7	9	5	7	7	4	9	8	5	7	8	5	6	6
29	7	9	5	7	7	4	9	8	6	7	6	5	6	6
30	9	9	6	7	7	4	9	8	6	7	6	5	6	6
31	7	9	6	7	7	4	9	8	6	5	6	5	6	6
32	7	8	5	7	7	7	9	8	6	5	6	5	6	6
33	7	8	5	7	7	7	8	9	6	4	6	5	6	6
34	7	8	5	7	7	7	8	9	4	5	5	5	6	5
35	6	8	5	7	7	7	8	9	4	4	5	5	6	5
36	7	8	5	7	7	8	8	9	4	6	5	5	6	5
37	7	8	6	7	7	4	8	9	5	6	5	5	6	5
38	7	8	6	7	7	4	8	9	5	6	8	5	7	8
39	5	8	6	7	7	4	8	9	6	6	8	5	7	9
40	7	8	6	7	7	4	8	9	4	6	8	5	8	5
41	7	8	6	7	7	4	8	9	6	6	8	5	8	5
42	7	8	6	7	7	4	8	9	6	6	9	5	9	5