



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Trabajo de Investigación previa a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería

“ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE TEXTURA PARA JALEAS DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*), TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*) Y UVILLA (*Physalis peruviana*) UTILIZANDO QUITOSANO”

Por: Araceli Alexandra Pilamala Rosales

Tutor: Ing. Juan de Dios Alvarado

Ambato – Ecuador

Ing. Juan de Dios Alvarado MSc

TUTOR DE TESIS

Certifica:

Que el presente trabajo investigativo: “ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE TEXTURA PARA JALEAS DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*), TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*) Y UVILLA (*Physalis peruviana*) UTILIZANDO QUITOSANO”; desarrollado por Araceli Alexandra Pilamala Rosales, observa las orientaciones metodológicas de la investigación científica.

Que ha sido dirigida en su totalidad, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Modalidad Tutorial.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la respectiva calificación.

Ambato, Abril del 2010.

.....
Ing. Juan de Dios Alvarado MSc
Tutor de Tesis

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Juan de Dios Alvarado MSc

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE TEXTURA PARA JALEAS DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*), TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*) Y UVILLA (*Physalis peruviana*) UTILIZANDO QUITOSANO”, de la egresada Araceli Alexandra Pilamala Rosales; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Abril de 2010

.....
Ing. Juan de Dios Alvarado MSc

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación: “ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE TEXTURA PARA JALEAS DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*), TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*) Y UVILLA (*Physalis peruviana*) UTILIZANDO QUITOSANO”, así también como los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, son de responsabilidad de Araceli Alexandra Pilamala Rosales y son parte del Proyecto de Investigación “USO DEL QUITOSANO COMO MEJORADOR DE TEXTURA EN MERMELADAS Y AGENTE ANTIMICROBIANO EN RECUBRIMIENTO DE FRUTAS” realizado en la Universidad Técnica de Ambato a través del Centro de Investigación Científica (CENI).

Araceli Alexandra Pilamala Rosales
AUTORA

Ing. Juan de Dios Alvarado
TUTOR DE TESIS

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo de 2010

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios porque siempre que sentí perder la fe, en él encontré motivos para continuar, a los Docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos que imparten sus conocimientos en beneficio del estudiante y de la industria hacia donde nos dirigimos, al Ing. Juan de Dios Alvarado por ser mi guía y facilitador de la investigación, de igual manera al CENI-UTA y a sus colaboradores por haberme brindado la oportunidad de ser parte del proyecto de investigación, a Lily por ser mi amiga y apoyo cuando más lo necesité, a Marco, M^a. del Cisne, David y Gaby por entregarme su ayuda oportuna e incondicional y a Ricardo Gabriel por brindarme frases simples con un gran significado que de esta manera influyo en mí para llegar a culminar esta investigación.

Gracias

DEDICATORIA

La presente investigación dedico de manera especial a mi hermana “ROSITA”, quien a pesar de la distancia siempre me brindó su apoyo incondicional.

A mi madre, quien siempre me ofreció su apoyo para seguir adelante a pesar de las adversidades; su vida es un ejemplo de lucha y entereza.

A mi padre, por brindarme consejos que han influido positivamente en cada fase de mi vida.

A mi hermana “Gaby”, quien desde muy pequeña desarrollo en mí, el habito de mantener siempre viva la iniciativa en cada una de mis actividades, de igual manera a mi hermana “Mary” por su paciencia y dedicación para enseñarme lo que a veces consideraba difícil; Diosito siempre les bendiga.

Y al resto de la familia por ser mi alegría y mi motivo para estar en esta vida.

Los quiero mucho.

Araceli

INDICE

Pág.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.	Tema de investigación	1
1.2.	Planteamiento del problema	1
1.2.1.	Contextualización del problema	1
1.2.2.	Análisis crítico	3
1.2.3.	Prognosis	4
1.2.4.	Formulación del problema	4
1.2.5.	Interrogantes	5
1.2.6.	Delimitación del objeto de investigación	5
1.3.	Justificación	5
1.4.	Objetivos	7
1.4.1	Objetivo general	7
1.4.2.	Objetivos específicos	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes investigativos	8
2.2.	Fundamentación filosófico	8
2.3.	Fundamentación legal	9
2.4.	Categorías fundamentales	11
2.4.1	Marco conceptual de variable independiente	11
2.4.1.1.	Reología	11
2.4.1.1.1.	Fluidos Dilatantes	15
2.4.1.1.2.	Fluidos seudoplásticos	15
2.4.1.1.3.	Fluidos Bingham o plásticos	15
2.4.1.1.4.	Fluido Bingham seudoplásticos	16
2.4.2.	Marco conceptual de variable dependiente	22
2.4.2.1.	Manufactura de jaleas y conservas de frutas	22

2.4.2.1.1.	Definición de jalea	22
2.4.2.1.2.	Materia primas para la elaboración de jaleas	25
2.4.2.1.2.1.	Estabilizantes y espesantes	27
	- Pectina	27
	- Quitina y quitosano	29
	• Aplicaciones	30
	• Desarrollo de recubrimientos y films	31
	• Agente antimicrobiano	31
	• Aditivo	32
	• Alimentación funcional	32
	• Otras aplicaciones	33
2.4.2.2.1.	Naranjilla	33
2.4.2.2.2.	Tomate de árbol	35
2.4.2.2.3.	Uvilla	38
2.5.	Hipótesis	40
2.5.1.	Hipótesis de la investigación	40
2.5.2.	Hipótesis estadística	40
2.5.2.1.	Hipótesis nula	40
2.5.2.2.	Hipótesis alternativa	40
2.6.	Diseño experimental	40
2.6.1.	Factores o niveles para la elaboración de jaleas	40
2.6.1.1.	Jalea de uvilla	40
2.6.1.2.	Jalea de naranjilla	41
2.6.1.3.	Jalea de tomate de árbol	41
2.7.	Señalamiento de variables	41

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.	Enfoque	42
3.2.	Modalidad básica de la Investigación	42
3.3.	Nivel o tipo de investigación	42
3.4.	Métodos y técnicas de investigación	43

3.4.1.	Método para la obtención de quitosano	43
3.4.2.	Método empleado para la elaboración de jaleas	46
3.4.3.	Método empleado para la determinación de parámetros reológicos	50
3.4.3.1.	Método de cálculo para determinar parámetros reológicos	51
3.4.3.1.1.	Velocidad de deformación o cizalla	51
3.4.3.1.2.	Esfuerzo de corte o cizalla	51
3.4.3.1.3.	Viscosidad aparente ó ficticia	52
3.4.3.1.4.	Parámetros reológicos	52
3.4.3.1.5.	Sólidos solubles	52
3.4.3.1.6.	p H	52
3.4.4.	Evaluación sensorial	53
3.5.	Población y muestra	53
3.5.1.	Jalea de naranjilla	53
3.5.2.	Jalea de tomate de árbol	54
3.5.3.	Jalea de uvilla	54
3.6.	Operacionalización de variables	56
3.7.	Plan para recolección de la información	57
3.8.	Plan para procesar la información	58

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.	Jalea de naranjilla	59
4.1.1.	Viscosidad aparente	59
4.1.2.	Índice de consistencia	60
4.1.3.	Índice de comportamiento de flujo	61
4.1.4.	p H y sólidos solubles	63
4.1.5.	Evaluación sensorial	63
4.2.	Jalea de tomate de árbol	65
4.2.1.	Viscosidad aparente	65
4.2.2.	Índice de consistencia	65

4.2.3.	Índice de comportamiento de flujo	66
4.2.4.	p H y sólidos solubles	67
4.2.5.	Evaluación sensorial	67
4.3.	Jalea de uvilla	69
4.3.1.	Viscosidad aparente	69
4.3.2.	Índice de consistencia	69
4.3.3.	Índice de comportamiento de flujo	70
4.3.4.	p H y sólidos solubles	72
4.3.5.	Evaluación sensorial	72

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	75
5.2.	Recomendaciones	77

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1.	Datos informativos	79
6.2.	Antecedentes de la propuesta	79
6.3.	Justificación	81
6.4.	Objetivos	81
6.5.	Análisis de factibilidad	82
6.6.	Fundamentación científico - teórica	83
6.7.	Modelo operativo	84
6.8.	Administración	85
6.9.	Previsión de la evaluación	86

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. NARANJILLA

TABLA A.1.0. Diseño experimental para jalea de naranjilla

TABLA A.1.1. Valores de porcentaje de lectura (%FS) en el viscosímetro rotacional Brookfield en los tratamientos resultantes de jalea de naranjilla

TABLA A.1.2. Valores de viscosidad aparente η_F [Pa. s] de jalea de naranjilla

TABLA A.1.3. Valores de esfuerzo de cizalla τ [Pa.] de jalea de naranjilla

TABLA A.1.4. Valores de índice de comportamiento de flujo (n) e índice de consistencia (m) [Pa. s ^{n}] de jalea de naranjilla

ANEXO B. TOMATE DE ARBOL

TABLA B.1.0. Diseño experimental para jalea de tomate de árbol

TABLA B.1.1. Valores de porcentaje de lectura (%FS) en el viscosímetro rotacional Brookfield en los tratamientos resultantes de jalea de tomate de árbol

TABLA B.1.2. Valores de viscosidad aparente η_F [Pa. s] de jalea de tomate de árbol

TABLA B.1.3. Valores de esfuerzo de cizalla τ [Pa.] de jalea de tomate de árbol

TABLA B.1.4. Valores de índice de comportamiento de flujo (n) e Índice de consistencia (m) [Pa. s ^{n}] de jalea de tomate de árbol

ANEXO C. UVILLA

TABLA C.1.0. Diseño experimental para jalea de uvilla

TABLA C.1.1. Valores de porcentaje de lectura (%FS) en el viscosímetro rotacional Brookfield en los tratamientos resultantes de jalea de uvilla

TABLA C.1.2. Valores de viscosidad aparente η_F [Pa. s] de jalea de uvilla

TABLA C.1.3. Valores de esfuerzo de cizalla τ [Pa.] de jalea de uvilla

TABLA C.1.4. Valores de índice de comportamiento de flujo (n) e Índice de consistencia (m) [Pa. sⁿ] de jalea de uvilla

ANEXO D. REPRESENTACIONES GRAFICAS

FIGURA D.1. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.2. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A0B1 (Pectina – 0,20%) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.3. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.4. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,20%) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.5. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.6. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A2B1 (0,10% Pectina – 0,10% Quitosano) en jalea de naranjilla.

FIGURA D.7. Relación existente entre esfuerzo de cizalla τ [Pa.] y velocidad de deformación [1/s] de los tratamientos resultantes para jalea de naranjilla.

FIGURA D.8. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en jalea de tomate de árbol.

FIGURA D.9. Relación existente entre log viscosidad aparente [η_F] y log velocidad de deformación [$4\pi N$] en el tratamiento A0B1 (Pectina – 0,15%) en jalea de tomate de árbol.

- FIGURA D.10.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en jalea de tomate de árbol.
- FIGURA D.11.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,15%) en jalea de tomate de árbol.
- FIGURA D.12.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en jalea de tomate de árbol.
- FIGURA D.13.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B1 (0,075% Pectina – 0,075% Quitosano) en jalea de tomate de árbol.
- FIGURA D.14.** Relación existente entre Esfuerzo de cizalla τ [Pa.] y Velocidad de Deformación [1/s.] de los tratamientos resultantes para jalea de tomate de árbol.
- FIGURA D.15.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en jalea de uvilla.
- FIGURA D.16.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B1 (Pectina – 0,25%) en jalea de de uvilla.
- FIGURA D.17.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en jalea de uvilla.
- FIGURA D.18.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,25%) en jalea de de uvilla.
- FIGURA D.19.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en jalea de de uvilla.
- FIGURA D.20.** Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B1

(0,125% Pectina – 0,125% Quitosano) en jalea de de uvilla.

FIGURA D.21. Relación existente entre Esfuerzo de cizalla τ [Pa.] y Velocidad de Deformación [1/s.] de los tratamientos resultantes para jalea de uvilla

ANEXO E. ANALISIS ESTADISTICO DEL INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO

TABLA E.1. Análisis de varianza del índice de comportamiento de flujo de la jalea de naranjilla

TABLA E.1.2 Medias por mínimos cuadrados del índice de comportamiento de flujo de la forma descendente para jalea de naranjilla con 95,0 intervalos de confianza.

TABLA E.1.3. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

TABLA E.1.4. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

TABLA E.1.5. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

TABLA E.2. Análisis de varianza del índice de comportamiento de flujo para jalea de tomate de árbol.

TABLA E.2.2 Medias por mínimos cuadrados del índice de comportamiento de flujo para jalea de tomate de árbol con 95,0 intervalos de confianza.

TABLA E.2.3. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

TABLA E.2.4. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

TABLA E.2.5. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

TABLA E.3. Análisis de varianza del índice de comportamiento de flujo para jalea de uvilla

TABLA E.3.2 Medias por mínimos cuadrados del índice de comportamiento de flujo para jalea de uvilla con 95,0 intervalos de confianza.

TABLA E.3.3. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

TABLA E.3.4. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

TABLA E.3.5. Contraste múltiple de rangos para índice de comportamiento de flujo según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

ANEXO F. ANALISIS ESTADISTICO DEL INDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ]

TABLA F.1. Análisis de varianza del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de naranjilla

TABLA F.1.2 Medias por mínimos cuadrados del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de naranjilla con 95,0 intervalos de confianza.

TABLA F.1.3. Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

- TABLA F.1.4.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.
- TABLA F.1.5.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.
- TABLA F.2.** Análisis de varianza del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de tomate de árbol.
- TABLA F.2.2** Medias por mínimos cuadrados del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de tomate de árbol con 95,0 intervalos de confianza.
- TABLA F.2.3.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.
- TABLA F.2.4.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.
- TABLA F.2.5.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.
- TABLA F.3.** Análisis de varianza del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de uvilla
- TABLA F.3.2** Medias por mínimos cuadrados del índice de consistencia [Pa.sⁿ] para jalea de uvilla con 95,0 intervalos de confianza.
- TABLA F.3.3.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según agente espesante – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.
- TABLA F.3.4.** Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según %concentración – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

TABLA F.3.5. Contraste múltiple de rangos para índice de consistencia [Pa.sⁿ] según replicas – método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

ANEXO G. VALORES DE pH, SÓLIDOS SOLUBLES Y RESPUESTAS DE ANÁLISIS SENSORIAL

TABLA G.1. Valores registrados de pH, sólidos solubles de jalea de naranjilla, tomate de árbol y uvilla en transcurso de la determinación de parámetros reológicos

TABLA G.2. Valores obtenidos en el análisis sensorial de la jalea de naranjilla

TABLA G.3. Valores obtenidos en el análisis sensorial de la jalea de tomate de árbol

TABLA G.4. Valores obtenidos en el análisis sensorial de la jalea de uvilla

ANEXO H. RESUMEN DE ANALISIS ESTADISTICO DE pH Y EVALUACION SENSORIAL

TABLA H.1. Resumen de los análisis de varianza para las variables pH y sólidos solubles para jalea de naranjilla

TABLA H.2. Resumen de los análisis de varianza para las variables pH y sólidos solubles para jalea de tomate de árbol

TABLA H.3. Resumen de los análisis de varianza para las variables pH y sólidos solubles para jalea de uvilla

TABLA H.4. Resumen de los análisis de varianza para las variables apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad para jalea de naranjilla

TABLA H.5. Resumen de los análisis de varianza para las variables apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad para jalea de tomate de árbol

TABLA H.6. Resumen de los análisis de varianza para las variables apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad para jalea de uvilla

ANEXO I. DIAGRAMAS

DIAGRAMA I. Prueba sensorial de calidad y aceptabilidad de la jalea de naranjilla, tomate de árbol y uvilla

RESUMEN EJECUTIVO

Con el fin de determinar el efecto de quitosano se calcularon parámetros reológicos (índice de consistencia e índice de comportamiento de flujo) que se ajustaron a la ley de potencia de jaleas elaboradas a partir de naranjilla, tomate de árbol y uvilla originarios de nuestro país a concentraciones de 0.20%, 0.15% y 0.25% respectivamente.

Los parámetros reológicos determinados en estos productos establecieron que el quitosano provoca un debilitamiento en el gel y es muy evidente en el índice de consistencia el cual es menor con respecto a jaleas elaboradas exclusivamente con fruta y azúcar. En cuanto al índice de comportamiento de flujo se presentaron bajos menores a 1 lo cual indica que se trata de un fluido seudoplástico, en contraste la jalea de tomate de árbol a 0.15% Quitosano presentó mayor pseudoplasticidad cuyo valor es de 0.18; sin embargo en la mezcla de pectina-quitosano es notorio el efecto del quitosano. Los análisis estadísticos determinaron que el agente espesante y % concentración presentan influencia en estos parámetros.

Asimismo se evaluó sensorialmente las jaleas de naranjilla, tomate de árbol y uvilla estableciendo que la jalea de tomate de árbol es la que mejor supera la utilización de quitosano presentando características organolépticas que le permiten ser aceptadas por los catadores.

PALABRAS CLAVES: quitosano, naranjilla, tomate de árbol, uvilla, índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo.

IMPORTANCIA DE ESTUDIO

La importancia de esta investigación radica en proporcionar nuevos conocimientos a la investigación científica por el hecho de emplear un biopolímero obtenido de caparazones de camarón por sus propiedades gelificantes; por otro lado al desarrollo tecnológico en la elaboración de jaleas de frutos andinos exóticos tal como es la naranjilla, tomate de árbol y uvilla con el fin de precisar de un procesamiento al servicio de la conservación del fruto debido a que normalmente se pierde en grandes cantidades por falta de cuidados.

Al determinar los parámetros reológicos en las jaleas a diferentes concentraciones de quitosano se observa que el efecto del biopolímero es muy significativo en la textura por tanto es una nueva alternativa para modificar la consistencia y palatabilidad de jaleas sobre todo en jaleas de frutas con cierto grado de astringencia tal como el tomate de árbol que enmascara el quitosano, logrando que el consumidor no perciba la adicción del agente gelificante ya que sus características organolépticas son aceptables.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“Estudio del mejoramiento de textura para jaleas de naranjilla (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y uvilla (*Physalis peruviana*) utilizando quitosano”

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización del problema

Para el año 2006 el total de la producción de la UE de preparaciones de frutas, hortalizas y conservas, fue de casi 28 millones de TM, que representan en valor € 28 millones. Desde 2001 al 2006, la producción de preparaciones y conservas de frutas y hortalizas aumentó un 4% en valor y 38% en volumen. En el 2006 el valor medio del PIB (valor total de la producción de bienes y servicios) EU25 per cápita fue de 23,400 euros. Así mismo el 12.4% del PIB, corresponden a gastos del hogar en alimentación y el 8% corresponden a consumo de alimentación en restaurantes y hoteles.

Según FAO menciona que el consumo de conservas de frutas y verduras en la UE se sitúa alrededor de los 6.2 kg/cápita. España es uno de los principales consumidores del mundo de productos en conserva y en especial las conservas pesqueras que supera los 28 Kg. por habitante/año de consumo, cuando la media europea se sitúa alrededor de los 15 Kg per cápita.

La Guía Agroindustrial señala que en los últimos años, los países latinoamericanos han ganado terreno en el mercado de los productos derivados de frutas tales como la piña dirigidos al mercado de Estados

Unidos; para piña en conserva han aparecido proveedores como es el caso de Brasil, Ecuador y Colombia. Este último por ejemplo, incrementó su participación en 18 toneladas de 2004 a 2005, lo que representa 45% de crecimiento anual promedio. En valor el incremento fue mayor, poco más de 51%; apuntando un precio implícito en 2005 de US \$1.59 por libra, introducido por el puerto de Miami. Estos montos y volúmenes son importantes para Colombia, si se tiene en cuenta que la principal economía de Latinoamérica Brasil, acumuló 14 toneladas; tan solo 24% de las exportaciones Colombianas a ese destino durante 2005. Estados Unidos sigue figurando después de múltiples análisis realizados por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, como uno de los principales mercados de mundo en este producto; con el fin de incrementar y fortalecer el comercio con los países del bloque Latino.

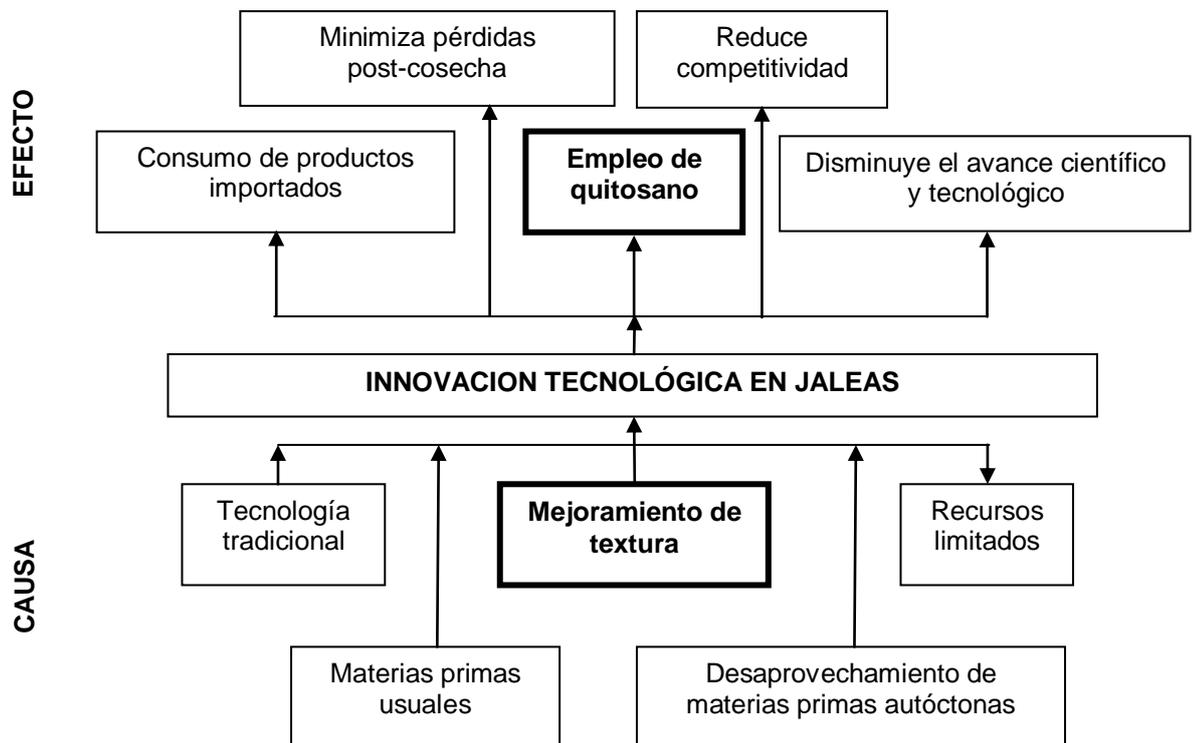
Vale la pena tener en el análisis como ejemplo la jalea de piña, que a pesar de no contar con una partida arancelaria propia para el registro de entrada a Estados Unidos, se incluyen en el grupo genérico de jalea, conjunto en el cual este mercado ofrece el mayor potencial de exportación para cualquier país, teniendo en cuenta las estadísticas que permiten observar una tendencia creciente en el lapso 2000-2005, tanto en volumen como en valor, lo que coincide con las exportaciones de Colombia a través del registro arancelario 20.07.99.11.00 perteneciente a confituras, jaleas y mermeladas de piña; momento desde el cual a partir de 2000 viene presentando un flujo comercial fuerte, que ha llevado a que en 2005 apunte un crecimiento anual acumulado de 20%, periodo dentro del cual se destaca 2003-2004, con un incremento de su flujo comercial en 34 toneladas, que representó 37% del incremento total causado en este periodo.

Dicha correspondencia, entre el comportamiento de las exportaciones colombianas y las ventanas de ingreso, cada vez mayores en términos de valor y volumen para el mercado de Estados Unidos, plantea un desafío para la industria nacional, de forma que se aproveche, incrementando la activa participación registrada en los últimos años a la vez, que se convierta en un

producto jalonador, ampliando las posibilidades y permitiendo crecimiento y generación de riqueza a través de esta vía comercial, indica PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica).

De igual manera, Ecuador es un país que cuenta con similares condiciones edafoclimáticas para el cultivo de frutas, especialmente en el grupo de las tropicales, dentro de estas se encuentra la piña; dada la ubicación geográfica en donde se encuentra, acumula tan solo 42% del volumen, presentando una diferencia de 34 toneladas en 2005, permitiendo exponer la ventaja que posee, percibiendo un futuro prometedor en un corto plazo para el desarrollo de la industria nacional.

1.2.2. Análisis crítico



Realizado por: Araceli Pilamala R.

Relación causa-efecto

Causa:

Mejoramiento de textura

Efecto:

Empleo de quitosano

La innovación tecnológica en Jaleas se fundamenta en el mejoramiento de textura para el mercado ecuatoriano, dado que por varias razones, el consumidor ha optado consumir productos importados hasta el punto de considerarlos de mejor calidad provocando así una merma competitiva de los productos ecuatorianos en el mercado para lo cual el empleo de quitosano, surge como una alternativa para la industria.

1.2.3. Prognosis

El presente estudio constituyen una interesante vía de investigación con un prometedor futuro en el caso de la industria alimentaria por ello al no poner atención a la presente problemática se imposibilita un cambio e innovación en la industria alimenticia por tanto el quitosano se presenta como una nueva alternativa para modificar la consistencia y palatabilidad de jaleas y al no llevarse a cabo, los consumidores seguirían prefiriendo productos importados y sobre todo no se generaría competitividad en el mercado.

1.2.4. Formulación del problema

¿La innovación tecnológica en jaleas será a partir del mejoramiento de textura por el empleo de quitosano?

1.2.5. Interrogantes

¿Cuál será el comportamiento reológico de las jaleas por el efecto del quitosano y en comparación a las jaleas con pectina?

¿Qué será apropiado emplear quitosano o la combinación de quitosano y pectina para mejorar la textura de la jalea?

¿Por el efecto del agente gelificante se notará significancia de viscosidad y parámetros reológicos?

¿Será posible obtener un producto aceptable por el consumidor?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

Área	:	Agroindustrial
Sub-área	:	Tecnológica
Sector	:	Frutas y hortalizas
Sub-sector	:	Jaleas
Situación Geográfica	:	Ambato
Temporal	:	8 meses

1.3. Justificación

La ventaja del presente proyecto de investigación radica en emplear un biopolímero (quitosano) a partir de desechos de crustáceos (camarón) porque constituye una vía abierta de investigación y mucho más en el sector alimentario por su propiedad gelificante; reconociendo que en algunos sectores su utilización está consolidada, por tanto su empleo será en jaleas con finalidad de demostrar los cambios que surjan en la viscosidad y parámetros reológicos, lo cual proporcionará nuevos conocimientos a la investigación científica y por otro lado al desarrollo tecnológico ya que se enfatizará, la tecnología para la elaboración de jaleas de frutos que

actualmente se exportan a Europa, Estados Unidos y Japón bajo la denominación de frutos andinos exóticos tal como lo es la naranjilla, tomate de árbol y uvilla, que son originarios de nuestro país y sobre todo precisan de un procesamiento al servicio de la conservación del fruto debido a que normalmente se pierde en grandes cantidades por falta de cuidados; y a su vez, estudiara la aceptabilidad del producto no con el propósito de introducir el producto al mercado al contrario para establecer una diferencia significativa entre jaleas con pectina y quitosano.

Los beneficiarios del proyecto de investigación son en realidad el sector de la investigación científica, mas no puede ser el sector industrial debido a que el quitosano aun no es declarado como aditivo alimentario; por otro lado debería establecerse un método de extracción de quitosano por vía enzimática para no perjudicar al medio ambiente.

De igual forma hay que mencionar que la presente investigación no presenta un margen de originalidad ya que existe un estudio similar realizado en mermelada de mora.

Por otro lado a nivel ecológico sería una forma de contrarrestar el problema medioambiental que ocasionan los desechos de los crustáceos al encontrar su adecuada utilización en el campo alimentario y además es muy factible de realizarlo a nivel de laboratorio ya que el proceso no involucra grandes inversiones económicas al contrario implica un aprovechamiento de los recursos naturales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Estudiar el mejoramiento de textura para jaleas de naranjilla (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), y uvilla (*Physalis peruviana*) utilizando quitosano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento reológico de las jaleas de naranjilla, tomate de árbol, y uvilla con respecto al agente gelificante.
- Caracterizar un proceso tecnológico apropiado usando parámetros reológicos como índices de control para jaleas de naranjilla, tomate de árbol y uvilla.
- Comparar el efecto del agente gelificante sobre la viscosidad y parámetros reológicos en la jalea de naranjilla, tomate de árbol y uvilla.
- Seleccionar el mejor tratamiento en base a una evaluación sensorial en función de apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes investigativos

Al efectuar una revisión bibliográfica en la Universidad Técnica de Ambato en la biblioteca de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se encontró una investigación realizada con un tema similar “EFECTO DE QUITOSANO EN LA CONSISTENCIA DE LAS MERMELADAS DE MORA”, Arancibia y colaboradores (2007), señalan que el quitosano es un compuesto que puede ser utilizado para cambiar la consistencia de mermeladas de mora, provoca un debilitamiento del gel y un comportamiento más elástico con mayor sensibilidad a los cambios de temperatura, hace que los productos por su consistencia se asemejen más a jalea, lo cual es de interés para la elaboración de nuevos productos. El efecto del quitosano en la textura de las mermeladas es contrario al de la pectina que provoca un espesamiento del producto; sin embargo cuando se utilizan mezclas de los dos agentes gelificantes, prevalece el efecto del quitosano.

2.2. Fundamentación filosófico

El enfoque que orienta a la presente investigación es un paradigma Positivista porque abarca reglamentaciones que rigen el saber humano y que tiende a reservar el nombre de “ciencia” a las operaciones observables en la evolución de las ciencias modernas de la naturaleza, tal como señala Kolakowski (1988).

Por otro lado, Dobles, Zúñiga y García (1998), sostienen que el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método.

Por consiguiente, el positivismo supone que la realidad está dada y que puede ser conocida de manera absoluta por el sujeto cognoscente, y que por tanto, de lo único que había que preocuparse, indican Dobles, Zúñiga y García (1998), era de encontrar el método adecuado y válido para “descubrir” esa realidad.

En particular, asume la existencia de un método específico para conocer esa realidad y propone el uso de dicho método como garantía de verdad y legitimidad para el conocimiento.

Por ende, la ciencia positivista se cimienta sobre el supuesto de que el sujeto tiene una posibilidad absoluta de conocer la realidad mediante un método específico.

2.3. Fundamentación legal

La normativa que respalda la presente investigación es NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 074:96, “ADITIVOS ALIMENTARIOS PERMITIDOS PARA CONSUMO HUMANO. LISTAS POSITIVAS. REQUISITOS; en donde encontramos en el apartado 6.1.20. Sustancias agentes estabilizadores, espesantes y /o gelificantes, en la Tabla 18. con Sistema Internacional de Numeración de Aditivos Alimentarios (SIN) 440, la sustancia pectina (aditivo multipropósito) en el cual se enuncia que la dosis máxima (mg/Kg) 5000 del producto terminado para compotas, jaleas y mermeladas.

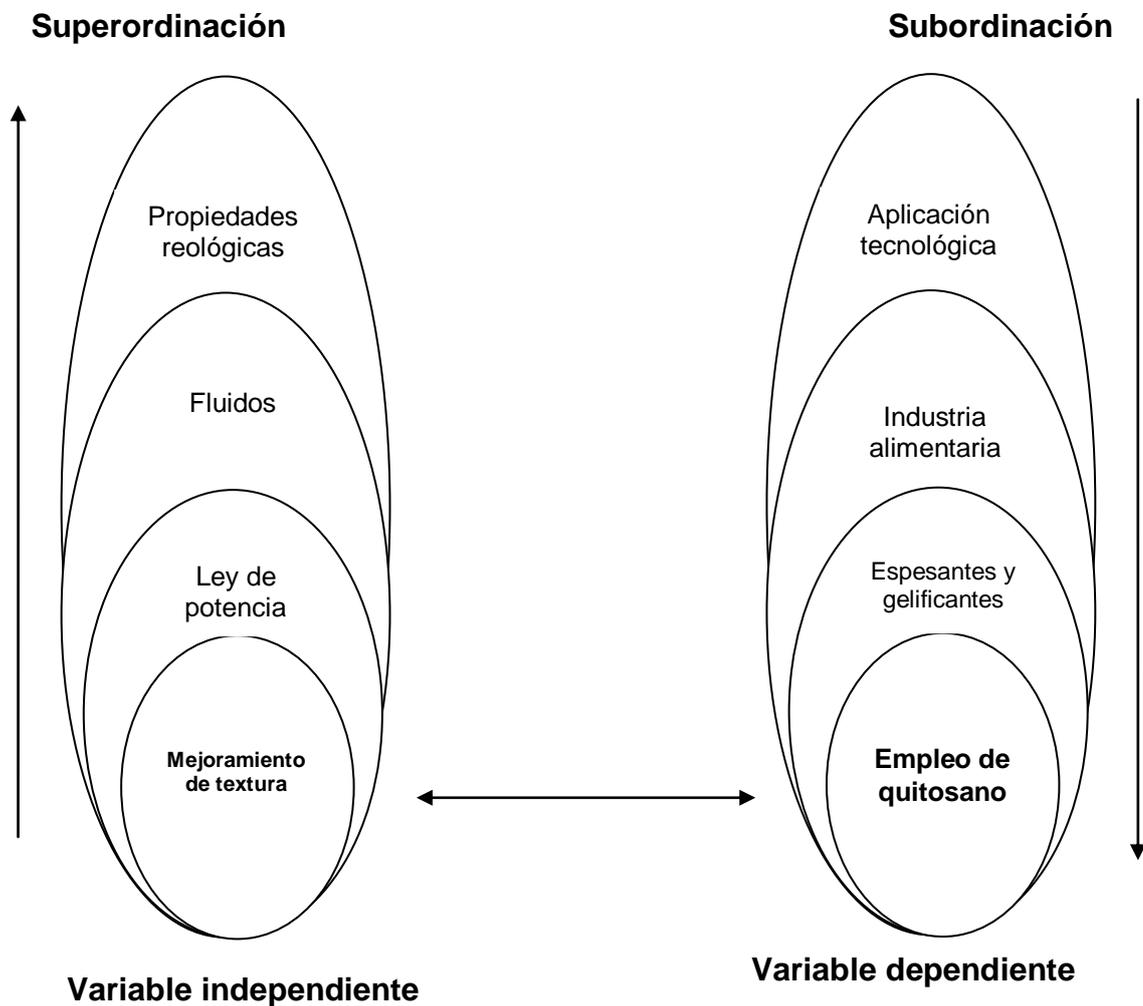
A su vez se encontró que NORMA DEL CODEX PARA MERMELADA DE AGRIOS, CODEX STAN 80-1981, por lo que en ADITIVOS ALIMENTARIOS menciona como Espesantes; Pectinas la misma que indica como dosis máxima la limitada por las Buenas Prácticas De Fabricación (BPF).

Todos los aditivos alimentarios regulados por las disposiciones de esta Norma se emplearán conforme a las condiciones de buenas prácticas de fabricación, que incluyen lo siguiente:

1. la cantidad de aditivo que se añada al alimento se limitará a la dosis mínima necesaria para obtener el efecto deseado;
2. la cantidad de aditivo que pase a formar parte del alimento como consecuencia de su uso en la fabricación, elaboración o envasado de un alimento y que no tenga por objeto obtener ningún efecto físico o técnico en el alimento mismo, se reducirá en la mayor medida que sea razonablemente posible;
3. el aditivo será de una calidad alimentaria apropiada y se preparará y manipulará de la misma forma que un ingrediente alimentario.

Por otro lado, en la normativa para PRODUCTOS A BASE DE AZUCAR mencionada en FAO se encontró entre los gasificantes y espesantes que límite máximo de pectina empleada en mermeladas era 2500 mg/Kg. (Artículo 19.3.71)

2.4. Categorías fundamentales



2.4.1. Marco conceptual de variable independiente

2.4.1.1. Reología es la ciencia dedicada al estudio de la deformación y el flujo; su desarrollo, en especial durante los últimos años, es notorio.

Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de alimentos. Son básicas en la ingeniería de procesos para el diseño de plantas, en el cálculo de requerimientos de bombeo; para establecer las

dimensiones de tuberías y válvulas; para realizar mezclas; además, se utilizan en el cálculo de operaciones básicas con transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento.

También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo al procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción. Sirven para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones entre las medidas reológicas y pruebas sensoriales. Permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso.

Se definen a los fluidos como las sustancias que fluyen sin desintegrarse cuando se aplica una presión, lo cual incluye a gases, líquidos y ciertos sólidos. En especial, para el caso de los líquidos se requieren diferentes esfuerzos de cizalla, para permitir que las moléculas de una capa pasen a otra a cierta velocidad. La relación entre el esfuerzo de cizalla requerido para inducir una determinada velocidad de deformación en cizalla, caracteriza el comportamiento reológico de un fluido.

Prentice (1984) señaló que un fluido se distingue de un sólido por el hecho de poseer una estructura no rígida. Las fuerzas netas entre sus elementos están en un estado continuo de agitación térmica o movimiento browniano. Un líquido se distingue de un gas por su cohesividad. Las fuerzas netas entre sus elementos son de atracción, sin que sean suficientes para interferir la agitación térmica. Por virtud de esta agitación, la distribución de los elementos a través del conjunto es de naturaleza al azar, y el equilibrio es estadístico y termodinámico.

Si se aplica una fuerza externa que no altere el equilibrio estático, los elementos se mueven a nuevas posiciones y por virtud del movimiento browniano permanecen distribuidos al azar. Este cambio de posición sin modificación de la estructura, el equilibrio termodinámico, podrá continuar mientras la fuerza externa sea aplicada. La propiedad característica en este caso es que la razón a la cual el material se deforma es proporcional a la fuerza aplicada, y la constante de proporcionalidad es el coeficiente de viscosidad, o simplemente la viscosidad.

Sin embargo, muchos líquidos no cumplen con el concepto de viscosidad; presentan deformación, y la razón a la cual el material se deforma no es proporcional a la fuerza aplicada. Lo anterior es particularmente cierto en alimentos o productos pastosos como purés y pulpas de frutas.

Charm (1981) indicó que la consistencia de un fluido es la propiedad que gobierna sus características de flujo. Aquellos fluidos que mantiene la consistencia constante de manera independiente de la velocidad son conocidos como newtonianos.

En los fluidos llamados newtonianos, el esfuerzo de cizalla es directamente proporcional a la velocidad de deformación en cizalla o, abreviadamente, velocidad de cizalla y la constante de proporcionalidad corresponde a la viscosidad.

Muchos fluidos alimentarios se desvían de este comportamiento; pertenecen al grupo de los fluidos no-newtonianos, en los cuales el término índice de consistencia es equivalente a una viscosidad no-newtoniana. Pero para definir el flujo se requiere de otros términos: el índice de

comportamiento al flujo y, en ciertos casos, el esfuerzo de fluencia (tensión mínima de deformación o umbral de fluencia).

La relación entre el esfuerzo (τ) requerido para inducir una determinada velocidad de deformación en cizalla (dv/dx), define el comportamiento reológico de un fluido.

Gasparetto (1983) propuso una clasificación de los fluidos en tres grandes grupos. Fluidos que se comportan de manera independiente del tiempo cuando son sometidos a tensión; fluidos que son dependientes del tiempo, y fluidos viscoelásticos. La clasificación es arbitraria, pues según las condiciones un fluido puede presentar características diferentes; sin embargo, tiene la ventaja de permitir ubicar a productos alimenticios en determinados grupos.

Para el caso de los fluidos con comportamiento independiente del tiempo, Toledo (1981) señaló los siguientes modelos aplicables a alimentos fluidos. Varios de ellos son conocidos como modelos de fluido, según la ley de la potencia.

Fluidos newtonianos, en los cuales el esfuerzo de cizalla (τ) es directamente proporcional a la velocidad de cizalla (dv/dx) o simplemente ($\dot{\gamma}$):

$$\tau = \mu(\dot{\gamma}) \quad (Ec. 1)$$

En cuyo caso es correcto llamar a la constante μ , viscosidad.

Los fluidos que se desvían de este comportamiento son llamados no-newtonianos, en los cuales el término "viscosidad aparente" se utiliza como un índice de la consistencia del fluido; entre estos se encuentran:

2.4.1.1.1. Fluidos dilatantes, en los cuales la viscosidad aparente aumenta a medida que aumenta la velocidad de cizalla:

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \quad (\text{Ec. 1.1})$$

Siendo K el índice de consistencia del fluido, y n el índice de comportamiento al flujo, que en el presente caso será mayor que la unidad.

2.4.1.1.2. Fluidos pseudoplásticos, en los cuales la viscosidad aparente disminuye a medida que aumenta la velocidad de cizalla, en consecuencia el índice de comportamiento al flujo será menor que la unidad.

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \quad (\text{Ec. 1.2})$$

2.4.1.1.3. Fluidos bingham o plásticos, los cuales requieren un esfuerzo inicial para que comience el flujo, luego del cual el comportamiento es newtoniano. En la ecuación se incluye a la constante c que se denomina esfuerzo de fluencia.

$$\tau = K(\dot{\gamma}) + c \quad (\text{Ec. 1.3})$$

2.4.1.1.4. Fluidos bingham-seudoplásticos o tipo mixto, los cuales, además de necesitar un esfuerzo inicial, presentan un comportamientoseudoplástico.

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n + c \quad (\text{Ec. 1.4})$$

En adición, para el caso de los fluidos no-newtonianos con comportamiento independiente del tiempo, existen varios modelos empíricos que describen su comportamiento reológico; entre ellos el modelo de Herschel-Bulkley (H-B), aplicable a muchos alimentos según Osorio y Steffe (1984) Powell-Eyring y Croley-Kitges entre otros. Steffe (1992) sumariizó los modelos más utilizados, entre los que se incluye el de Casson, aceptado para interpretar el comportamiento de chocolate líquido.

Con relación a los fluidos dependientes del tiempo, Muller (1977) indicó casos de tixotropía y reopexia, y señaló la necesidad de hacer las mediciones en condiciones exactamente iguales, a intervalos de tiempo cuidadosamente elegidos al aumentar y disminuir la velocidad de cizalla. En estos fluidos, cuando se grafica la velocidad de cizalla contra el esfuerzo de cizalla, se establece una ojiva de histéresis, pues los datos durante el incremento de la velocidad de cizalla no coinciden con los datos obtenidos a continuación, disminuyendo la velocidad de cizalla.

La tixotropía es una disminución en la viscosidad aparente, por la acción de esfuerzos de cizalla, seguida de una recuperación gradual cuando se retira el esfuerzo. La reopexia, denominada en la actualidad tixotropía negativa, se caracteriza por un aumento de la viscosidad aparente bajo esfuerzo de cizalla, seguido de una recuperación gradual cuando se retira el esfuerzo. Los dos efectos indicados son función del tiempo.

Rao (1986) indicó que un elevado número de los fluidos alimenticios no-newtonianos presentan un comportamiento seudoplástico. Entre ellos: jugos concentrados de frutas, chocolate fundido, mostaza, crema de leche, huevo entero descongelado, clara de huevo, soluciones de goma a concentraciones altas, concentrados proteicos. En este grupo están incluidos los purés y las pulpas de frutas y vegetales. Steffe (1992), para varios productos elaborados con diferentes frutas, reportó los datos del índice de consistencia y del índice de comportamiento al flujo, que los caracterizan como fluidos seudoplásticos.

Zuritz (1995), explicó un método para determinar a los parámetros reológicos de productos seudoplásticos, cuando se trabaja con viscosímetros rotacionales de cilindro simple, considerando los datos de la viscosidad aparente.

Para fluidos newtonianos la ecuación básica es:

$$\tau = -\mu(\dot{\gamma}) \quad (Ec. 2)$$

Donde τ es el esfuerzo de cizalla, $\dot{\gamma}$ es la velocidad de deformación en cizalla y μ es la viscosidad. El esfuerzo de cizalla a una distancia radial r es definido por:

$$\tau = \frac{\Omega}{2\pi L r^2} \quad (Ec. 2.1)$$

Y la velocidad de deformación en cizalla por:

$$\gamma = r \left(\frac{dV}{dr} \right) \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Ω es el torque, L es la longitud del cilindro y V es la velocidad angular. Por reemplazo se obtiene:

$$\left(\frac{dV}{dr} \right) = - \left(\frac{\Omega}{2\pi L \mu} \right) r^{-3} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

La integración realizada en la forma siguiente:

$$\int_0^{V_w} dV = - \left(\frac{\Omega}{2\pi L \mu} \right) \int_{\infty}^{R_w} r^{-3} (dr) \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Conduce a:

$$V_w = \left(\frac{\Omega}{4\pi L \mu} \right) \left[\left(\frac{1}{R_w^2} \right) - \left(\frac{1}{\infty} \right) \right] \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Como $(1/\infty) = 0$, la ecuación anterior se simplifica a:

$$V_w = \left(\frac{\Omega}{2\mu} \right) \left(\frac{\Omega}{2\pi L R_w^2} \right) \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Que puede ser ordenada, y por reemplazo de τ definido por la ecuación (2.1) se obtiene:

$$\mu(2V_w) = \left(\frac{\Omega}{2\pi L R_w^2} \right) = \tau_w \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Al comparar esta última ecuación con la ecuación (2), en la pared del cilindro (R_w), la velocidad de cizalla corresponde a:

$$\gamma_w = 2V_w \quad (Ec. 2.8)$$

Un procedimiento análogo hecho en la siguiente forma, para el caso de un fluido no-newtoniano, en forma específica pseudoplástico, lleva a:

$$\tau = -K(\gamma)^n \quad (Ec. 2.9)$$

$$\left(\frac{dV}{dR}\right) = -\left(\frac{\Omega}{2\pi LK}\right)^{\frac{1}{n}} r^{-\left[\left(\frac{2}{n}\right)+1\right]} \quad (Ec. 2.10)$$

$$\int_0^{V_w} dV = -\left(\frac{\Omega}{2\pi LK}\right)^{\frac{1}{n}} \int_{\infty}^{R_w} r^{-\left[\frac{(2+n)}{n}\right]}(dr) \quad (Ec. 2.11)$$

$$V_w = \left(\frac{\Omega}{2\pi LK}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{n}{2}\right) \left(\frac{1}{R_w^{\frac{n}{2}}}\right) \quad (Ec. 2.12)$$

$$V_w = \left(\frac{n}{2}\right) \left(\frac{1}{K}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{\Omega}{2\pi LR_w^2}\right)^{\frac{1}{n}} \quad (Ec. 2.13)$$

$$K \left(\frac{2V_w}{n}\right)^n = \left(\frac{\Omega}{2\pi LR_w^2}\right) = \tau_w \quad (Ec. 2.14)$$

$$\gamma_{ws} = \frac{2V_w}{n} \quad (Ec. 2.15)$$

La comparación de las ecuaciones (2.8) y (2.15) indica que, en un mismo instrumento, la velocidad de deformación será diferente en un fluido pseudoplástico con relación a un fluido newtoniano, por la inclusión del factor n.

Para un valor de esfuerzo de cizalla determinado, al igualar las ecuaciones (2) y (2.9), se obtiene:

$$\mu(\gamma_{1n}) = K(\gamma_{1s})^n \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Si $(\gamma_{1n}) = (\gamma_{1s})$, en términos de la velocidad angular $V = 2\pi N$, para el caso de cilindro simple y considerando las ecuaciones (2.8) y (2.15).

$$4\pi N_n = \frac{4\pi N_s}{n} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

La ecuación (2.16) puede ser escrita en la forma siguiente:

$$\mu_F(4\pi N_n) = K \left(\frac{4\pi N_s}{n} \right)^n = K(4\pi N_n)^n \quad (\text{Ec. 2.18})$$

En consecuencia:

$$\mu_F = K(4\pi N_n)^{n-1} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Utilizando logaritmos:

$$\log \mu_F = (n - 1) \log(4\pi N) + \log K \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Un gráfico de $\log(4\pi N/60)$ contra $\log(\mu_F)$, conduce a calcular n de la pendiente y del punto de corte en ordenadas K.

García y Burón Arias (1980) señalaron que la presencia de pectinas incide en la aparición del comportamiento no-newtoniano de jugos. Además

que la presencia de partículas suspendidas de pulpa ocasiona la aparición de una tensión mínima para deformación o esfuerzo de fluencia, que puede ser explicada por enlaces entre las partículas sólidas que contienen protopectina y el gel de pectina del suero, contribuyendo estos enlaces y los del gel al valor global de este parámetro.

Prentice (1984) explicó las causas de la desviación del comportamiento newtoniano, observado en productos de frutas. Señaló que los jugos de frutas pueden ser aproximados a un sistema de dos fases. El sustrato que es una solución acuosa de sales minerales, azúcares naturales, pectinas y radicales ácidos orgánicos que le dan el sabor característico; flotando en este suero, se encuentran partículas de materia provenientes de la pared celular.

Las pectinas se polimerizan y provocan un gradual debilitamiento al corte. La presencia de los azúcares sirve para reducir el volumen libre en el cual las fibrillas de pectina pueden rotar. En consecuencia, una solución de pectinas y azúcar es más viscosa y se desvía más del comportamiento newtoniano que una solución sola de pectinas.

Además de las consideraciones hidrodinámicas, los polímeros de pectinas en presencia de azúcares y ácidos, tienden a juntarse y a formar una malla tridimensional. Esto provoca, en adición al comportamiento no-newtoniano, una tensión o esfuerzo mínimo para iniciar la deformación, denominado esfuerzo de fluencia.

Con relación a las partículas que flotan, señaló que se han observado cuatro tipos con tamaños diferentes; cuando están presentes en cantidad suficiente refuerzan la malla de pectinas, pero a concentraciones bajas el efecto es opuesto, las partículas suspendidas tienden a interferirse con la formación de la malla.

Prins y Bloksma (1983) advirtieron que las medidas reológicas en alimentos son complicadas por las razones siguientes. Los alimentos en

general son heterogéneos y constituyen sistemas de varias fases; consisten en componentes discretos como fibras, células, cristales, gotas de grasa, burbujas de aire y partículas de proteína, dispersos en una fase continua que en muchos casos es acuosa, pero también puede ser aceite. Por lo anterior, la muestra que se utiliza en las determinaciones debe ser relativamente grande para superar el problema de heterogeneidad. El comportamiento reológico de los alimentos en general no es lineal, y como consecuencia las determinaciones se deben realizar en las mismas condiciones de tensión, velocidad de deformación y duración para que sean reproducibles y comparables. Las propiedades reológicas de alimentos, en general, dependen de la historia de preparación de la muestra y de las condiciones de deformación a las que son sometidos.

2.4.2. Marco conceptual de variable dependiente

2.4.2.1. Manufactura de jaleas y conservas de frutas; según FAO es una de las más importantes industria de subproductos de frutas y está basado en el principio altos sólidos-alto ácido. Estos concentrados de frutas no solamente son un método de conservar las frutas, sino también en el comercio moderno, es una importante utilización de las frutas que, aunque son de excelentes calidades, no poseen atractivos a la vista.

La elaboración de jaleas, un proceso estrictamente casero alguna vez, ha tomado su lugar como una importante actividad en la manufactura de alimentos. En contraste con muchas otras industrias alimenticias, las plantas de conservación están situadas más frecuentemente cerca de los centros de población más que en las áreas de producción de fruta.

2.4.2.1.1. Definición de jalea es un alimento semisólido hecho de no menos de 45 partes por peso de jugo de fruta para cada 55 partes por peso de azúcar.

Este substrato es concentrado a no menos de 65% de sólidos solubles. Pueden añadirse agentes de sabor y colorantes. Asimismo pectina y ácido para suplir las deficiencias que puedan ocurrir en la fruta misma.

El nombre de la fruta usada en la manufactura de la jalea debe ser estatuida junto con los de los otros ingredientes, en orden de importancia por peso, en los productos ofrecidos a la venta.

Cuatro sustancias son esenciales para obtener un gel de fruta. Estos componentes son pectina, ácido, azúcar y agua (Fig. 1).

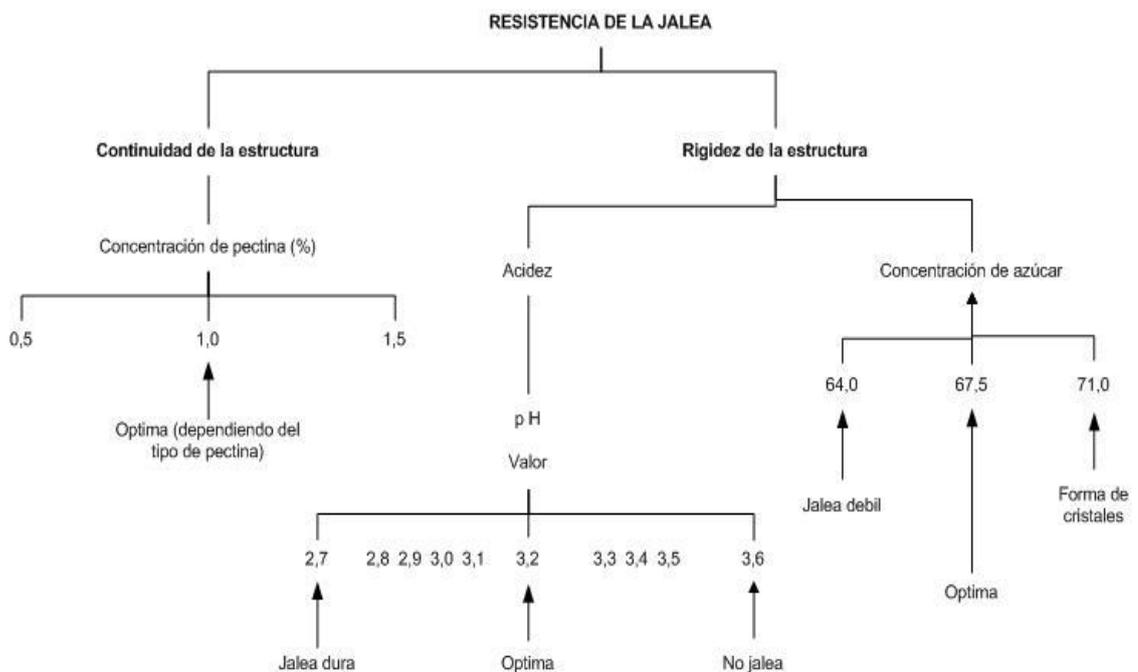


Figura 1. La formación de jalea depende de la combinación pectina, azúcar y ácido

Desrosier (1964) manifiesta que la jalea es un producto más delicado, fino y transparente y de mayor costo que la mermelada.

Lo característico en la fabricación de jalea es la cocción, actuando como medio conservante la azúcar, el cual no debe ser menor del 65% de sólidos solubles en agua determinados por refractómetro; además, puede

contener una cantidad de pectina adicionada, preparación péctica o ingredientes ácidos que compensen cualquier deficiencia en el contenido natural de pectina o de acidez de la fruta.

Rauch (1989) explicó que algunas frutas no requieren la adición de pectina; en otras, la cantidad necesaria de pectina para formar una mermelada o jalea de consistencia comercial depende de varios factores, tales como la calidad y cantidad de la pectina contenida en la propia fruta, la naturaleza de la receta, el contenido de sólidos solubles en el producto final, etc.

Las manzanas, ciruelas damascenas, grosellas, uvas espinas, limones, limas, ciruelas y los membrillos son frutas todas ellas de alto contenido en pectina, mientras que las cerezas, higos, melocotones, peras, piñas y ruibarbo son de bajo contenido. Las fresas y las frambuesas arrojan cifras medias bastante elevadas, pero su pectina es de grado bajo. La tabla 1. muestra el contenido medio en pectina de diferentes variedades de fruta, determinadas por Macara (1989).

Tabla 1. Contenido medio en pectina de algunas variedades de fruta

Variedad de Fruta	Contenido en pectina como pectato cálcico (porcentaje medio)
Uvas espinas	0,81
Grosellas rojas	0,58
Ciruelas victorias	0,82
Ciruelas rojas y azules	0,82
Manzanas	0,75
Grosellas negras	1,08
Fresas	0,53
Frambuesas	0,53
Cerezas	0,24

Ciruelas claudias	0,95
Ciruelas verdes y amarillas	0,80
Moras	0,59
Ciruelas damascenas	1,15

Fuente: Elaboración de Mermeladas, Rauch G., 1989, según Macara

2.4.2.1.2. Materias Primas para la Elaboración de Jaleas

Garcés y Ortiz (1988) indicaron que los componentes para la fabricación de este producto son los siguientes:

- a) Fruta: En la fabricación de jaleas se emplean jugo o extracto acuoso de la fruta filtrada
- b) Azúcares: Pueden ser sacarosa, jarabe o glucosa, los mismos añadidos a la fruta en forma sólida o líquida están balanceados según las características organolépticas de la fruta empleada y el grado de dulzor apetecido por el mercado consumidor.

La sacarosa en presencia de ácidos orgánicos y pectina permite la conservación de la fruta, por la concentración del 65% o más sólidos solubles con tratamientos térmicos suaves. Este sistema de conservación está basado en el principio alto sólido – alto ácido.

Estos productos por su alta concentración de azúcares y alta acidez después de la cocción, no requieren de un proceso de esterilización para su conservación.

La sacarosa en presencia de ácidos orgánicos y ebullición se desdobra en glucosa y fructosa en un 25 – 32 % cuando el proceso ha sido bien

llevado. Este cambio químico originado por la cocción e influenciado por el pH se denomina Inversión De Azúcares. La presencia de monosacáridos comunica brillo al producto, evitando la cristalización que hace que el producto sea más digestivo.

Dentro de la industria, como fuente de sacarosa se emplea el azúcar de caña, no es recomendable usar miel o panela porque tiene una elevada proporción de azúcares no cristalizados, además resta calidad al producto por el color oscuro que le comunica.

- c) Acido: Es necesario mantener constante el contenido de ácido en la jalea, aumentando en algunos casos y neutralizando en otros. La acidez no debe exceder del 0.8 % pero puede tomarse el 0.5% como un norma fija. El ácido cítrico es el más frecuentemente empleado para esta finalidad.

La adición justa de ácido es importante para mejorar el gusto, el poder de gelificación de la jalea y la inversión del azúcar.

- d) Pectina: Forma soluciones coloidales en agua y es el ingrediente básico para la consistencia del producto, bajo condiciones adecuadas, la pectina forma un gel. La gelificación depende de la relación azúcar-pectina-ácido.

Un producto que se trata de conservar por la acción de la alta concentración de azúcares, para que logre su gelificación debe tener como mínimo 0.5 % de pectina, sobre el 1% de un producto demasiado rígido.

- e) Agua: En la fabricación de jaleas debe evitarse una cocción excesiva y adicionar únicamente la cantidad de agua absolutamente necesaria para obtener el peso final correcto. Con la finalidad de obtener una calidad uniforme debe emplearse siempre la misma cantidad de agua.

2.4.2.1.2.1. Estabilizantes y espesantes. Proporcionan una consistencia y textura uniforme a muchos alimentos. Son sustancias que retienen agua añadida para espesar o estabilizar los alimentos absorbiendo algo del agua que se encuentra en los alimentos. Aumentan la viscosidad, evitan la formación de cristales de hielo o forman geles. Los estabilizantes o espesantes se añaden para mejorar la apariencia y la sensación bucal, para proteger emulsiones y para retener aceites volátiles que si no se evaporarían. Southgate (1992) incluyen los siguientes:

- *Alginatos* (de algas)
- *Carragenato* (un derivado de algas)
- *Dextrinas*
- Los hidrocoloides (material coloidal que retiene agua); *gelatina* (la proteína de los huesos de los animales, pezuñas, etc.), *gomas* como la arábica, guar y traga canto y *pectina* y *quitosano*.
- *Propilenglicol*
- *Almidones* (incluyendo amilosa y almidones modificados) que permiten a los aceites, agua, ácidos y sólidos permanecer bien mezclados por la adición de almidones nativos o químicamente modificados.
- *Derivados de proteínas* como caseína y caseinato sódico e hidrolizados de proteínas vegetales.

2.4.2.1.2.1.1. Pectina. Es aquel grupo de sustancias derivadas de los jugos frutales las cuales forman soluciones coloidales en agua y son derivadas de la protopectina durante el proceso de maduración de la fruta. Bajo condiciones adecuadas, la pectina forma un gel, según Desrosier (1964).

Kertesz define el término general pectina como aquellos ácidos pectínicos solubles en agua de contenido de éster metílico y grado de neutralización variables que son capaces de formar geles con azúcar y ácido en condiciones adecuadas. El ácido poligalacturónico compuesto de ácido anhidrogalacturónico forma el esqueleto básico de todas las sustancias

pécticas. La hidrólisis de la pectina de las manzanas con álcali, da ácido galacturónico y alcohol metílico.

Las pectinas de diferentes fuentes varían. La pectina de la raíz de la remolacha contiene un grupo acetilo. Las pectinas de las frutas varían en su contenido de metoxilo y en su poder para jaletinezar.

La pectina es un coloide reversible. Puede ser disuelta en agua, precipitada, secada y recuperada y redisuelta en agua sin perder su capacidad para formar geles. La pectina es precipitada por el alcohol y se usa no sólo en identificación sino también en la preparación de pectinas comerciales. Recientemente se ha encontrado que las pectinas con bajo metoxilo tienen habilidades para formar geles con baja concentración de azúcar o aun sin azúcar, bajo condiciones especiales.

Acido péctico. La hidrólisis de la pectina da ácido péctico. Hay varios estados intermedios en la transformación incluyendo el de ácido pectínico. Las unidades de pectina son reportadas como ácido péctico con grupos carboxílicos esterificados por alcohol metílico.

Formación de gel. La siguiente explicación y secuencia de sucesos ha delinea la formación de un gel pectina-azúcar-ácido-agua.

En un substrato ácido de fruta, la pectina es un coloide cargado negativamente. La adición de azúcar influencia el equilibrio pectina-agua establecido y desestabiliza la pectina. Ella conglomera y establece una malla de fibras. Esta estructura es capaz de soportar líquidos. La continuidad de la malla formada por la pectina y la densidad de las fibras formadas son establecidas por la concentración de pectina. A mayor concentración, más densas las fibras en la estructura. La rigidez de la malla es influenciada por la concentración de azúcar y la acidez. A mayor concentración de azúcar, menos agua soportada por la estructura. La flexibilidad de las fibras en la estructura está controlada por la acidez del substrato. Condiciones muy

ácidas resultan en una estructura flexible de gel, o destruyen la estructura por acción de la hidrólisis de la pectina. La baja acidez de fibras débiles incapaces de soportar el líquido y el gel se rompe. La formación del gel ocurre solamente dentro de un estrecho rango de valores de pH. Las condiciones óptimas de pH para la formación del gel se encuentran cerca de 3.2. A valores menores de éste la resistencia del gel disminuye lentamente; a valores mayores de 3.5 no es permitida la formación del gel en el rango usual de sólidos solubles. El rango óptimo de sólidos está ligeramente arriba de 65%. Es posible tener formación de gel a concentraciones de sólidos de 60% aumentando los niveles de pectina y ácido. También a concentraciones altas de sólidos se obtiene un gel de características viscosas. La cantidad de pectina requerida para formar el gel depende de la calidad de la pectina. Ordinariamente, se necesita ligeramente menos de uno por ciento para formar una estructura satisfactoria. Además de las jaleas hechas de sistemas azúcar-ácido-pectina, es posible formar geles de ácido pectínico por tratamiento con iones metálicos, para lo cual se requieren concentraciones bajas de sólidos solubles. Estos pueden encontrar su lugar en esta edad consciente de la caloría.

Sinéresis es un término empleado para describir jaleas que tienen líquido libre, por ejemplo, líquido desprendido del gel. Este es llamado comúnmente lágrimas de jalea.

2.4.2.1.2.1.2. Quitina y quitosano

Según Meyers (2007), el procesado de productos de la pesca como los crustáceos, genera gran cantidad de residuos que suponen un grave problema medioambiental. Entre estos residuos, se encuentran importantes volúmenes de quitina, lo que, unido a su lenta capacidad de degradación, ha estimulado una investigación centrada en el estudio de los posibles usos de esta sustancia. Para la industria, la utilización de los desechos de crustáceos para la obtención de compuestos de alto valor añadido a partir de la quitina, puede suponer la creación de una nueva actividad.

La **quitina**, el segundo biopolímero natural más abundante después de la celulosa, es el principal constituyente del exoesqueleto de insectos, crustáceos y arácnidos, encontrándose también en setas, levaduras, zooplancton, algas y mohos, entre otros. El exoesqueleto de los crustáceos, es actualmente la principal fuente industrial de biomasa para la producción de quitina. Los residuos del procesado de crustáceos (principalmente caparazones), contienen entre un 20-30 % de quitina. La quitina es un polímero de N-acetilglucosamina y residuos de glucosalina y se trata de un polisacárido no tóxico y biodegradable.

El **quitosano** es la forma N-desacetilada de la quitina, de la que se obtiene tras sustituir los grupos acetamido por grupos amino, y es insoluble en agua. Si la quitina se encuentra desacetilada en un 80% o más, ya es denominada quitosano. El quitosano tiene grupos funcionales que permiten obtener derivados con diferentes características: se puede conseguir que sea soluble en agua (lo que le permite su utilización en la industria alimentaria), potenciar sus propiedades gelificantes, emulsionantes, etc.

2.4.2.1.2.1.2.1. Aplicaciones

Las aplicaciones de la quitina y el quitosano son numerosas, y mientras en algunos sectores su utilización está consolidada y es habitual (industria farmacéutica, medicina, agricultura, etc.), todavía constituyen una interesante vía de investigación con un prometedor futuro en el caso de la industria alimentaria. Pese a sus potenciales aplicaciones, muy numerosas, todavía no ha sido consolidada su utilización en el sector alimentario, por la necesidad de más investigación en algunos casos, así como por las limitaciones legales.

El uso alimentario del quitosano está permitido en países como Japón, Corea y EEUU, donde el quitosano se encuentra reconocido como

sustancia GRAS (*Generally Recognized as Safe*). También en Nueva Zelanda figura en la lista GRAS de compuestos para nutrición oral desde Abril de 2004. Sin embargo, en Europa está permitido su uso en el sector de la dietética (como “atrapador” de grasa), pero su aplicación como aditivo alimentario está pendiente todavía de aprobación oficial.

A continuación se indican algunas de las principales aplicaciones de quitosano y sus derivados en el sector alimentario:

2.4.2.1.2.1.2.1.1. Desarrollo de recubrimientos y films

Meyers (2007) explicó que el quitosano representa una alternativa interesante en la formulación de recubrimientos y films comestibles, debido a sus propiedades bioquímicas y formadoras de films. Este polímero ha sido empleado con éxito en estudios realizados sobre tomates, pepinos, calabacines y algunas frutas.

Los films con quitosano son resistentes, duraderos, flexibles y muy difíciles de romper, con propiedades mecánicas similares a algunos polímeros comerciales. Tienen una moderada permeabilidad al agua, constituyen buenas barreras para la penetración del oxígeno, disminuyen las tasas de respiración, retrasan el proceso de maduración (debidos al etileno y dióxido de carbono) y además inhiben el desarrollo fúngico.

La estructura molecular del quitosano posibilita también que actúe como liberador de sustancias de una manera controlada, pudiéndose utilizar para incluir aditivos o ingredientes funcionales en los recubrimientos de alimentos frescos o mínimamente procesados.

2.4.2.1.2.1.2.1.2. Agente antimicrobiano

Según Meyers (2007) explicó que en lo que respecta a la actividad antimicrobiana del quitosano, su espectro de actuación es amplio, afectando

a bacterias, mohos y levaduras. Esta propiedad ha sido ampliamente descrita en la literatura científica, sobre todo en estudios basados en experimentos in vitro frente a diversos grupos de microorganismos. Aunque su actividad antimicrobiana depende de diversos factores que pueden limitar su eficacia, los estudios demuestran que se puede considerar un compuesto interesante para su utilización como conservante en alimentos, con un potencial considerable para mejorar la calidad y seguridad de los mismos.

Los mohos y levaduras son el grupo más sensible al quitosano, seguidos de las bacterias Gram-positivas y las Gram negativas.

2.4.2.1.2.1.2.1.3. Aditivo

Por sus propiedades espesantes, gelificantes, y emulsificantes, el quitosano y sus derivados pueden ser considerados mejoradores de la textura de los alimentos, ya que fijan agua y grasa. También pueden ser utilizados como estabilizantes del color, o como agentes floculantes, utilizándose para la clarificación de bebidas (vinos, zumos, etc.).

Diversos estudios ponen de manifiesto también la efectividad del quitosano como antioxidante secundario, por su habilidad de quelar iones metálicos implicados en la catálisis de las reacciones oxidativas.

2.4.2.1.2.1.2.1.4. Alimentación funcional

El quitosano constituye un compuesto prometedor en el campo de la alimentación funcional. Así, por ejemplo, el quitosano puede actuar como liberador de ingredientes funcionales en los recubrimientos de alimentos frescos o mínimamente procesados. También, debido a su mecanismo de acción, se puede considerar que tiene propiedades similares a las de la fibra dietética.

2.4.2.1.2.1.5. Otras aplicaciones

La quitina, el quitosano y sus derivados, pueden ser utilizados para el tratamiento de efluentes de industrias de alimentación (reduciendo la DQO, demanda química de oxígeno, hasta en un 80%) y en plantas de tratamiento de aguas de bebida. Estos compuestos actúan como quelantes de metales de transición y contaminantes ambientales (PCBs), removedores de iones metálicos (Hg, Cd, Pb, Ag y Ni), floculantes coagulantes y precipitantes de proteínas, aminoácidos, tintes, colorantes, algas, aceites, metales radioactivos (U y Co), partículas en suspensión y pesticidas.

En el campo de la biotecnología, el quitosano actúa en la inmovilización de enzimas como la glucosa isomerasa empleándose en lechos para biorreactores, en la separación de proteínas, en biosensores (monitorizando la oxidación de los lípidos en músculo de pescado y crustáceos), etc.; señala Alimentatec, Portal de Tecnologías y Mercados del Sector Alimentario.

2.4.2.2.1. Naranjilla (*Solanum quitoense* Lamarck). La botánica económica de los Andes Centrales, frutos comestibles señala que la naranjilla es originaria de las tierras altas de los Andes, desde Venezuela hasta Perú, entre 1.500 m y 2.800 m de elevación. Se la conoce solo en cultivo y ha sido introducida a América Central, India y a zonas subtropicales en América del Norte y Nueva Zelanda.

Es un arbusto de 1-2 m de altura con tallos robustos, lisos o espinudos, hojas grandes con nervios prominentes especialmente en el reverso de la hoja, a veces con espinas rectas y agudas. Tanto las hojas como los tallos jóvenes están cubiertos de una pubescencia fina y densa formada por pelos rellenos de líquido morado, que le dan el color morado

característico al follaje nuevo. Las flores de 1- 6 por inflorescencia, corola blanca y anteras amarillas que rodean el pistilo globoso y pubescente tienen pedúnculos muy cortos. El fruto es una baya generalmente esférica, amarillo-naranja, de 3-8 cm de diámetro, con cáscara dura y resistente, cubierta densamente de una fina y blanca pubescencia, a veces irritante que se remueve fácilmente.

Internamente su estructura se parece a la del tomate, con cuatro a cinco celdas rellenas de pulpa jugosa o mucilaginoso de color verdusco y aromático que rodea las semillas.

Los frutos son muy versátiles y pueden ser consumidos como fruta fresca, cuando están completamente maduros o pueden ser cocinados para preparar mermeladas, pies, dulces, confites, postres variados y conservas en general. La pulpa es de agradable aroma y su sabor ácido – entre suave y fuerte – ha sido descrito como una mezcla de cítricos o de piña y frutilla. Se la utiliza en la preparación de helados, jugos, néctares y refrescos, que se caracterizan por su agradable sabor ácido y aroma especial. El jugo fresco extraído es licuado con azúcar formando un líquido de color verde espumoso, espeso y de sabor dulce acidulo conocido como sorbete de naranjilla, una bebida popular a menudo servida en hoteles y restaurantes de Ecuador y Colombia.

La naranjilla es también un ingrediente exótico para platos gourmet, salsa picantes, ensaladas de frutas y vegetales. En Venezuela, Panamá, Costa Rica y Guatemala la pulpa es utilizada para cubrir cheesecakes, mousses, helados, yogurt y ensaladas de frutas. El jugo fresco puede ser también procesado en un concentrado congelado y puede ser fermentado para hacer vino.

La naranjilla es rica en minerales y vitaminas A y C. Además contiene pepsina, enzima que ayuda en la digestión de proteínas. El cultivo de esta planta no se ha extendido al sur y no es conocida en Bolivia.

La naranjilla es una fruta tradicional del Ecuador, que se ha cultivado en la zona oriental del país, en especial para el mercado interno en fresco para la elaboración de jugos y pulpa. Las variedades tradicionales son las de pulpa verde de jugo, que tienen el problema de alta perecibilidad.

En el Ecuador existe una variedad nativa de naranjilla dulce que podría ser consumida directamente como fruta fresca, que se considera un potencial muy grande para el mercado de exportación. Un producto de sabor exquisito como la naranjilla difícilmente podrá ingresar a mercados del hemisferio norte si se requiere de un proceso para elaboración de jugo o pulpa.

El principal producto procesado de naranjilla es el jugo, además de los diversos elaborados para obtenerlo, tales como concentrado y pulpa; en su mayoría congelados.

Según SICA, la naranjilla se consume principalmente en jugo. Se la puede consumir fresca, en helados, mermeladas, conservas en general y una variedad de postres y confites.

2.4.2.2.2. Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) La botánica económica de los Andes Centrales, frutos comestibles señala que el tomate de árbol es una especie nativa de los Andes, entre 1.000 m y 3.000 m; su domesticación y cultivo han sido

prehispánicos. A pesar de su antigüedad, no se conoce su denominación en lenguas nativas.

Actualmente esta especie se distribuye desde Chile hasta Venezuela y sus frutos están entre los más populares de la región. Se lo cultiva desde México y las Antillas hasta Argentina y también en el sur de Brasil. Su cultivo se ha extendido a áreas subtropicales como Nueva Zelanda, donde está difundido, sur de Europa y áreas tropicales de otros continentes como India, Nepal y el sureste de Asia.

La planta es un arbusto herbáceo de rápido crecimiento, de 1–3 m de altura, generalmente forma un solo tronco con ramas laterales extendidas de las cuales cuelgan las flores y frutos. Las hojas son grandes, cordiformes, con nervadura espaciada, de color verde oscuro brillante en el lado superior y más claro y pubescente en el lado inferior. Las flores son rosadas o lilas, con vistosas anteras amarillas que ocupan el centro de la flor. Los frutos son bayas con forma de huevo de 4–10 cm de largo, su cáscara es atractiva, lisa y brillante y el color puede variar entre amarillo o naranja a fuertemente rojo o casi púrpura, algunas veces con jaspes longitudinales oscuros.

La pulpa es amarillenta a fuertemente roja, de textura firme, a menudo se encuentran pequeños cuerpos duros formados de minerales. El centro del fruto está dividido en dos por un tabique y contiene numerosas semillas envueltas por una sustancia mucilaginosa.

El tomate de árbol puede ser usado en muchas formas, pero su consumo común es como fruta fresca. Son usualmente cortados en mitades y la pulpa es extraída y consumida directamente junto con las semillas que son suaves y comestibles. Los frutos son usados en la preparación de

postres, pasteles, helados y en ensalada de frutas o también reemplazando al tomate en ensaladas verdes y sandwiches.

El cultivo del tomate de árbol es antiguo en el Ecuador en zonas tradicionales como Patate y Baños, a pesar de que se cultiva prácticamente en toda la serranía ecuatoriana. Con el crecimiento de la demanda interna desde hace unos 15 años, se ha extendido comercialmente a otras zonas de producción. La variedad más difundida es la tradicional anaranjada, habiéndose introducido últimamente el tomate "mora", de color morado y pulpa más rojiza, pero de palatabilidad inferior.

Colombia fue el país pionero en abrir mercados internacionales para esta fruta en Europa. El Ecuador inició sus exportaciones a fines de la década de los años 80 y hasta la presente fecha no se ha podido consolidar un mercado creciente. A los Estados Unidos no es posible exportar por ser producida en zonas con presencia de las destrucciones de la mosca de la fruta.

Uno de los problemas de exportación ha sido también la calidad de la fruta por los sistemas de producción en el Ecuador, erradas distancias de siembra que dificultan los controles fitosanitarios y no permiten la producción de fruta grande, de color uniforme y de calidad de exportación.

Según SICA, el tomate de árbol tiene un problema de consumo directo como fruta, por el sabor de la cáscara que produce escozor en los labios de quien la consume. En igual forma, el tomate de árbol al requerir de un proceso para la elaboración de jugos no es de fácil ingreso a mercados como el norteamericano y europeo. Más futuro tendría la exportación de pulpas, en las condiciones actuales.

En Ecuador se producen tres variedades reconocidas de tomate de árbol, aunque comercialmente no se las diferencia. Estas son:

Tomate común: de forma alargada, color morado y anaranjado.

Tomate redondo: de color anaranjado rojizo.

Tomate mora: de forma oblonga y de color morado.

2.4.2.2.3. Uvilla (*Physalis peruviana* L.) La botánica económica de los Andes Centrales, frutos comestibles señala que la uvilla fue una fruta conocida por los Incas, su origen se atribuye a los valles bajos andinos de Perú y Chile. Crece en forma silvestre en muchas partes de los Andes y se la cultiva en huertas y jardines. Actualmente en Ecuador es cultivada comercialmente para exportar a los mercados del hemisferio norte. Fue introducida a los trópicos de Asia, India, Java, Australia y África del Sur.

Es una hierba de porte bajo de hasta 1 m de altura con tallos y hojas cubiertos de pubescencia fina y blancuzca que tiende a desaparecer conforme avanza la edad de la planta. Las hojas son cordadas, pubescentes en ambas caras. Las flores son relativamente grandes de hasta dos centímetros de diámetro, cáliz verdoso con manchas purpúreas muy pubescente, corola amarillo-claro con una mancha morada en la base de los pétalos. El cáliz se expande formando una especie de capuchón o de bolsa membranosa que recubre al fruto. Los frutos son bayas esféricas con piel lisa, brillante y de color amarillo-dorado naranja cuando maduros, de hasta 2 cm de diámetro, similares al tamaño de una uva grande.

Generalmente, la uvilla es consumida como fruta fresca cuando está totalmente madura y es usada para preparar helados, glaseados, conservas, postres variados, cócteles y licores.

Por su alto contenido en pectina, la uvilla es especialmente apropiada para mermeladas, salsas y gelatinas. Su gusto ácido en salsas combina bien con carnes, mariscos, vegetales y otros frutos y secadas al sol se consumen como pasas.

En Bolivia se la consume cruda y muy rara vez en la preparación de dulces. Excepcionalmente aparece en el mercado de frutas para la fiesta de Corpus Christi.

La uvilla ecuatoriana está siendo introducida paulatinamente en el mercado internacional, principalmente por su sabor y características medicinales que la hacen muy atractiva para su mercadeo y comercialización. Con estos antecedentes, al momento son contados los productores/exportadores que cumplen las exigencias de volúmenes y calidad de los mercados internacionales.

La uvilla fue una fruta conocida por los incas y su origen se atribuye a los valles bajos andinos de Perú y Chile.

La variedad comercial de la uvilla en el Ecuador, es únicamente la *Physalis Peruviana*; no existen otras variedades de explotación, tampoco se registran trabajos de investigación sobre cruces o generación de nuevas variedades, por lo tanto, no se puede hablar de más variedades existentes

en el país. La *Physalis peruviana*, es la variedad que se comercializa a nivel nacional e internacional; indica SICA.

2.5. Hipótesis

2.5.1 Hipótesis de la investigación

El empleo de Quitosano produce diferencia significativa en el mejoramiento de textura en jaleas

2.5.2 Hipótesis estadística

2.5.2.1 Hipótesis nula

Los tratamientos resultantes de la combinación de los factores de estudio tienen igual efecto en las respuestas experimentales.

2.5.2.2 Hipótesis alternativa

Los tratamientos resultantes de la combinación de los factores de estudio tienen efecto diferente en las respuestas experimentales.

2.6. Diseño experimental

2.6.1. Factores o niveles en estudio para la elaboración de jaleas

2.6.1.1. Jalea de uvilla

Factores

A. Agente Espesante

Niveles

A1: pectina comercial,

A2: quitosano;

A3: Mezcla Pectina-Quitosano

B. % Concentración B1: 0%,
B2:0,25%

2.6.1.2. Jalea de naranjilla

Factores	Niveles
A. Agente Espesante	A1: pectina comercial, A2: quitosano; A3: Mezcla Pectina-Quitosano
B. % Concentración	B1: 0%, B2:0,20%

2.6.1.3. Jalea de tomate de árbol

Factores	Niveles
A. Agente Espesante	A1: pectina comercial, A2: quitosano; A3: Mezcla Pectina-Quitosano
B. % Concentración	B1: 0%, B2:0,15%

2.7. Señalamiento de variables

Variable Independiente: Mejoramiento de textura

Variable Dependiente: Empleo de quitosano

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

El enfoque que se orienta a la presente investigación será predominantemente cuantitativo en razón de determinar parámetros reológicos que establecen los respectivos cambios que puedan surgir en las propiedades reológicas influenciadas por el efecto del agente gelificante y la concentración, el mismo que proporcionara información para futuras aplicaciones.

La investigación cuantitativa emplea la recolección y el análisis de los datos, elementos constitutivos del método científico para contestar las preguntas de investigación y probar hipótesis, confía en la medición numérica, el conteo y usualmente en la utilización de elementos estadísticos para poder establecer patrones de comportamiento de una población estudiada por lo cual es deductivo, va de lo general a lo particular.

3.2. Modalidad básica de la investigación

Se empleará la investigación experimental por lo que se incorporará diferente agente gelificante (quitosano y/o pectina) en las jaleas con la finalidad de observar los respectivos cambios que pudieran darse en la propiedades reológicas por el efecto de la concentración.

3.3. Nivel o tipo de investigación

La investigación llegará al nivel de la asociación de variables o correlacional debido a que persigue medir el grado de relación existente entre la modificación de textura y empleo de quitosano para las jaleas de naranjilla, tomate de árbol y uvilla con la finalidad de establecer una aplicación del uso del quitosano en alimentos.

3.4. Métodos y técnicas de investigación

3.4.1 Método para la obtención de quitosano

Recepción de la materia prima. Se procede a realizar el lavado y separación de patas, colas y restos de carne de caparzones.

Secado. Se secan los caparzones en estufa a 90°C por 5 horas y se muele.

Desmineralización. El sólido remanente obtenido, se desmineraliza con HCl 2N a temperatura ambiente en relación 1:7 durante 72 horas, luego se filtra y se descarta el líquido.

Desacetilación. Se procede con hidróxido de sodio (NaOH) al 50% a 100°C en baño de aceite.

Separación. El líquido sobrenadante se descarta y se trabaja con el sólido remanente.

Lavado. El sólido se lava con abundante agua para eliminar trazas de hidróxido de sodio.

Secado. El sólido obtenido (quitosano) se seca a 50°C por 6 horas.

Caracterización. Se procede a realizar los análisis como: humedad, cenizas, peso molecular y grado de desacetilación; tal como se menciona a continuación:

Características	Valores
Peso molecular (Daltons)	1.90*10 ⁰⁴
Grado de Desacetilación (%)	94.22
Humedad (%)	8.86
Cenizas (%)	0.199
Proteína (%)	7

Análisis de peso molecular. Método viscosímetro utilizando el viscosímetro de Ostwald. Ecuación de Mark-Houwink.

Grado de desacetilación. Por análisis elemental utilizando la ecuación reportada por Toboada, Cabrera y Cárdenas en el artículo “Retention capacity of chitosan for copper and mercury ions” en el Journal of The Chilean Chemical Society.

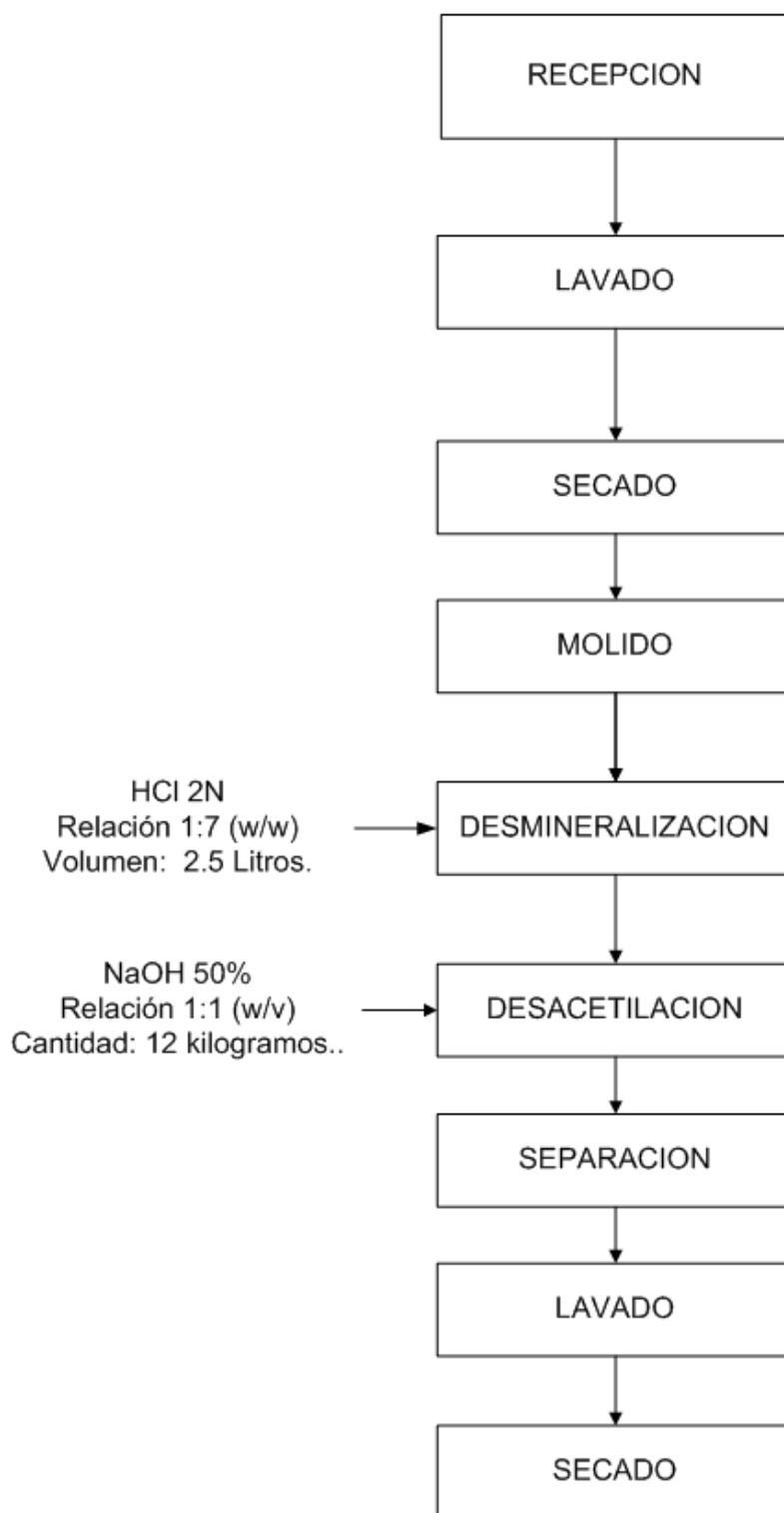
Humedad. Método de desecación por infrarrojo equipo Mettler LP 16-M.

Cenizas: Secado en estufa y calcinación en mufla a 550°C por 3 horas (AOAC 15.016).

Proteína. Determinación del nitrógeno total por destrucción de la materia orgánica (Microkjeldahl)(AOCA AC 441).

Estos valores fueron proporcionados por el Proyecto del Centro de Investigación titulado: “USO DEL QUITOSANO COMO MEJORADOR DE TEXTURA EN MERMELADAS Y RECUBRIMIENTO EN FRUTAS”

Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención de quitosano



Realizado por: Araceli Pilamala R.

3.4.2 Método empleado para la elaboración de jalea (naranjilla, tomate de árbol y uvilla)

Recepción. Es necesario medir el pH y los sólidos solubles (Brix) de la fruta, porque estos valores son importantes en una operación posterior.

Selección. En esta operación se eliminan aquellas frutas es estado de podredumbre ya que la calidad de la jalea dependerá de la fruta.

Pesado. Es importante para determinar rendimientos y calcular la cantidad de las otras materias primas que se añadirán posteriormente, para el presente trabajo se realizaron los cálculos en base a la formulación 45:55.

Lavado. Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la fruta.

Extracción de jugo I. Consiste en colocar la fruta entera en un lienzo (tipo saco), y amarrarla bien para evitar la salida de la fruta, posteriormente se lleva a cocción con una cantidad de agua correspondiente a la mitad de la relación 1:1, de tal manera que permita extraer el jugo de la fruta; posteriormente realizar la primera descarga del jugo I cuando presente los grados Brix similares a los ° Brix iniciales de la fruta.

Solamente el tomate de árbol debe ser escaldado inicialmente para facilitar el pelado antes de colocarlo en lienzo ya que posee una cascara gruesa, lisa, brillante y cerácea, de sabor amargo.

Extracción de jugo II. Nuevamente se llevará a cocción con el resto de agua de la relación 1:1 y se procede a extraer el jugo hasta cuando los ° Brix sean menores a los ° Brix de la fruta (2 – 3 ° Brix menos).

Mezclado. Se procederá a mezclar los jugos obtenidos, y luego se determina la cantidad y °Brix.

Pesado. Consiste que de acuerdo a la formulación a aplicarse, se realicen los respectivos cálculos del resto de materias primas para proceder a pesar.

Cocción. Es de suma importancia sobre la calidad de la jalea, por lo cual una vez que se inicie la ebullición se incorporará el 10% de azúcar y espesante a utilizarse, al transcurso de 10 min. añadir el resto de azúcar.

Para el caso del agente espesante quitosano se deberá primeramente disolver en 100 ml. De solución de ácido cítrico al 1% con ayuda de un agitador magnético

Adicción. Es necesario medir el pH de la jalea ya que debe ser regulado hasta un pH de 3.5 para lo cual se incorpora ácido cítrico con el propósito de garantizar la conservación del producto, para facilitar el cálculo de la adicción de ácido cítrico se considera la siguiente tabla:

pH de Jugo	cantidad de ácido cítrico a añadir
3.5 a 3.6	1 a 2 gr. /Kg. de Jugo
3.6 a 4.0	3 a 4 gr. /Kg. de Jugo
4.0 a 4.5	5 gr. /Kg. de Jugo
Más de 4.5	Más de 5 gr. /Kg. de Jugo

Concentrado. Consiste en finalizar la cocción cuando se ha alcanzado el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65 – 68 °Brix.

Trasvase. Una vez llegado al punto final de cocción se retira la jalea de la fuente de calor, y se introduce una espumadera para eliminar la espuma formada en la superficie de la jalea, inmediatamente la jalea debe ser trasvasada a otro recipiente con la finalidad de evitar la sobrecocción, que puede originar oscurecimiento y cristalización de la jalea.

El trasvase permite enfriar ligeramente la jalea (hasta una temperatura no menor a los 85°C), la cual favorece al envasado.

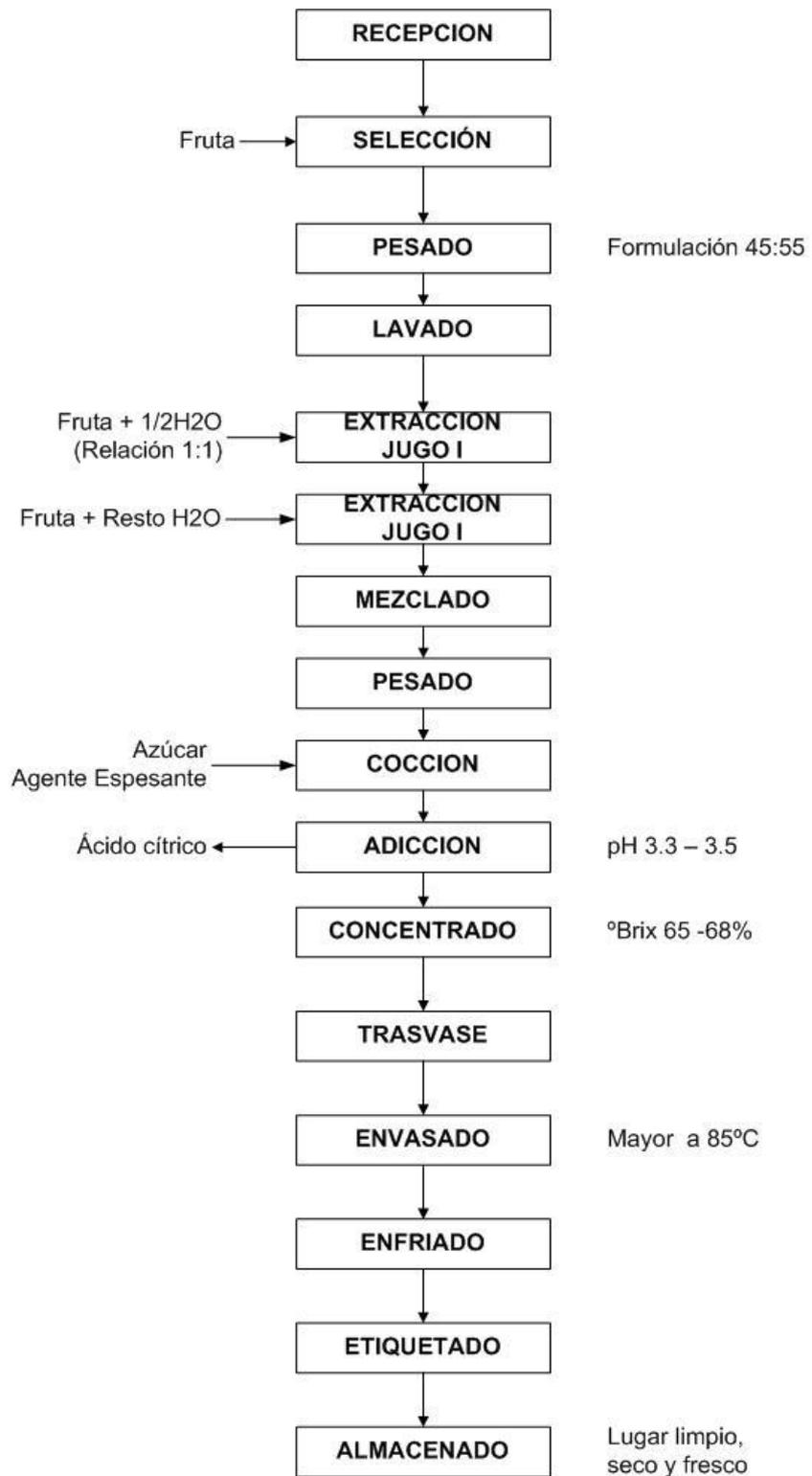
Envasado. Se realiza en caliente a una temperatura no menor a los 85°C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la contracción de la jalea una vez que se ha enfriado.

Enfriado. El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío del envase.

Etiquetado. Constituye la etapa final del proceso de elaboración de jaleas. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto.

Almacenado. El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su análisis.

Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de jalea



Realizado por: Araceli Pilamala R.

3.4.3 Método empleado para la determinación de los parámetros reológicos

Las determinaciones de los parámetros reológicos se realizaron con un viscosímetro rotacional Brookfield LVTD, acoplado con el brazo protector y los rotores cilíndricos LV; según la consistencia de la jalea, las lecturas de %FS fueron registradas para el cálculo del esfuerzo de cizalla registrando tanto con un aumento de la velocidad de rotación como por una disminución de la misma y para el cálculo de la viscosidad aparente se emplearon los factores suministrados por la casa fabricante, con la aplicación de la ecuación expuesta por Alvarado(1996), que por análisis de regresión se determina el índice de consistencia y el índice de comportamiento de flujo.

TABLA 1. Valores de factores de conversión y dimensiones de rotores del Viscosímetro Brookfield

Velocidad de Deformación (RPM)	LV1	LV2	LV3	LV4
0,3	200	1000	4000	20000
0,6	100	500	2000	10000
1,5	40	200	800	4000
3	20	100	400	2000
6	10	50	200	1000
12	5	25	100	500
30	2	10	40	200
60	1	5	20	100
Longitud (m.)	0,07493	0,06121	0,04846	0,03396
Radio (m.)	0,009421	0,005128	0,002941	0,001588
Constante del Viscosímetro	6,735E-05			

Fuente: Brookfield Engineering Laboratories Inc. (s.f.)

TABLA 2. Rotores del Viscosímetro Brookfield empleados en la jalea (naranja, tomate de árbol y uvilla) para cada tratamiento.

JALEA	TRATAMIENTO					
	1	2	3	4	5	6
Naranja	LV3	LV3	LV3	LV3	LV3	LV3
Tomate de Árbol	LV3	LV3	LV3	LV4	LV3	LV3
Uvilla	LV4	LV3	LV4	LV3	LV4	LV3

3.4.3.1 Método de cálculo para determinar parámetros reológicos

3.4.3.1.1 Velocidad de deformación ó cizalla. Se define como la variación de la velocidad de un elemento de fluido con relación a la variación de distancia, en donde se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\gamma = 4\pi N$$

Donde:

γ = Velocidad de deformación o gradiente de deformación (1/s.)

N= Número de Revoluciones por minuto

$$N = \frac{n}{60}$$

Donde:

N= Número de Revoluciones por minuto

n= Velocidad de rotación (rpm)

El numero 60 significa minutos

3.4.3.1.2 Esfuerzo de corte ó cizalla. Se define como la fuerza por unidad de área necesaria para alcanzar una deformación. Se aplica la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{\Omega}{2\pi LR_b^2}$$

Donde:

τ = Esfuerzo de cizallamiento o tensión de cizalla (Pa.)

Ω = Torque que corresponde al producto de la constante del viscosímetro (673.7*10⁻⁷ N.m) por la lectura del viscosímetro expresada en forma decimal

L= longitud del rotor (m.)

R_b = Radio del rotor (m.)

3.4.3.1.3 Viscosidad aparente ó ficticia. Mide la facilidad que tiene una determinada sustancia para fluir ante la aplicación de un esfuerzo cortante en unas determinadas condiciones. La viscosidad aparente o ficticia no depende de las características del fluido, sino de las condiciones ambientales, por tanto variará según las misma. La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\eta_F = \frac{\%ES * F}{1000}$$

Donde:

η_F = Viscosidad Aparente ó Ficticia (Pa.s)

%ES= Porcentaje de Escala Total

F= Factor de conversión que multiplica la lectura del viscosímetro

3.4.3.1.4 Parámetros reológicos. Según Alvarado (1996), se determina parámetros reológicos con la aplicación de la ecuación:

$$\text{Log } \eta_F = (n - 1) \log(4\pi N) + \log m$$

Donde:

N= Número de Revoluciones por minuto

η_F = Viscosidad aparente (Pa.s)

m = Índice de consistencia (Pa.sⁿ)

n= Índice de comportamiento de flujo (adimensional)

3.4.3.1.5 Sólidos solubles (°Brix). Se realiza de acuerdo con la NTE INEN 380.

3.4.3.1.6 pH. Mediante el uso del potenciómetro.

3.4.4 Evaluación sensorial

Se seleccionó catadores semientrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos- Sexto Semestre, quienes realizaron cataciones del producto elaborado con diferentes niveles de variación, empleando un volumen aproximado de 20 ml. de jalea de Naranja. Para el efecto, en vista que se contaba con 6 tratamientos se procedió a determinar que se requerían 15 catadores para que evaluaran 2 tratamientos cada uno ellos, sin repetición de los tratamientos mediante la aplicación de Diseño Experimental de Bloques Incompletos Equilibrados. Las cataciones se hicieron en la mañana y tarde. Las muestras se mantenían durante la catación a temperatura ambiente para evitar que una alta o baja temperatura influyera en los reportes de los catadores.

3.5. Población y muestra

Se plantea un diseño factorial A*B, en donde es posible evaluar los efectos de dos o más factores en forma simultánea ya que se presenta todas las combinaciones posibles.

3.5.1 Jalea de naranja

Factores	Niveles
A. Agente espesante	A0: pectina comercial, A1: quitosano; A1: Mezcla pectina-quitosano
B. % Concentración	B0: 0%, B1:0,20%

3.5.2 Jalea de tomate de árbol

Factores	Niveles
A. Agente espesante	A0: pectina comercial, A1: quitosano; A2: Mezcla pectina-quitosano
B. % Concentración	B0: 0%, B1:0,15%

3.5.3 Jalea de uvilla

Factores	Niveles
A. Agente espesante	A0: pectina comercial, A1: quitosano; A1: Mezcla pectina-quitosano
B. % Concentración	B0: 0%, B1:0,25%

Con los cuales se logran las combinaciones siguientes para la elaboración de jaleas:

TABLA 4. Combinaciones experimentales para jalea de naranjilla

#	Simbología	Combinación Experimental
1	A0B0	0% Pectina comercial
2	A0B1	0,20% Pectina comercial
3	A1B0	0% Quitosano
4	A1B1	0,20% Quitosano
5	A2B0	0%Pectina comercial – 0%Quitosano
6	A2B1	0,10%Pectina comercial - 0,10%Quitosano

Elaborado por: Araceli Pilamala R.

TABLA 5. Combinaciones experimentales para jalea de tomate de árbol

#	Simbología	Combinación Experimental
1	A0B0	0% Pectina comercial
2	A0B1	0,15% Pectina comercial
3	A1B0	0% Quitosano
4	A1B1	0,15% Quitosano
5	A2B0	0%Pectina comercial – 0%Quitosano
6	A2B1	0,075%Pectina comercial - 0,075%Quitosano

Elaborado por: Araceli Pilamala R.

TABLA 6. Combinaciones experimentales para jalea de uvilla

#	Simbología	Combinación Experimental
1	A0B0	0% Pectina comercial
2	A0B1	0,25% Pectina comercial
3	A1B0	0% Quitosano
4	A1B1	0,25% Quitosano
5	A2B0	0%Pectina comercial – 0%Quitosano
6	A2B1	0,125%Pectina comercial - 0,125%Quitosano

Elaborado por: Araceli Pilamala R.

3.6 Operacionalización de variables

Variable independiente: Mejoramiento de textura

TABLA 7. Operacionalización de la variable independiente

ABSTRACTO		CONCRETO		
CONCEPTUALIZACION	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEM BASICO	TECNICAS - INSTRUMENTOS
Innovación Tecnológica con el aporte de Ingeniería con la finalidad de satisfacer las necesidades del consumidor por las nuevas características organolépticas promoviendo así su consumo dando paso a la existencia de competitividad	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología - Ingeniería - Calidad - Demanda 	<ul style="list-style-type: none"> -Proceso -Viscosidad -Parámetros Reológicos -Aceptabilidad -Compras 	<p>¿Cuál será el proceso para elaborar jaleas?</p> <p>¿Qué cambios se originan en los valores de viscosidad y parámetros reológicos?</p> <p>¿Será que la jalea a elaborar con otra textura tenga buena aceptabilidad?</p> <p>¿El consumidor comprará el producto?</p>	<p>Metodología de Álvarez F. 2003, frutas y hortalizas.</p> <p>Ley de la Potencia- Ecuación de Alvarado (1996)</p> <p>Diseño Experimental de Bloques Incompletos Equilibrados</p>

Elaborado por Aracelly Pilamala R.

Variable dependiente: Empleo de quitosano

TABLA 8. Operacionalización de la variable dependiente

ABSTRACTO		CONCRETO		
CONCEPTUALIZACION	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEM BASICO	TECNICAS - INSTRUMENTOS
Polímero obtenido a partir de quitina de los desechos de caparazones de crustáceos con propiedades tales como espesantes y/o gelificantes para la industria alimentaria	-Polímeros -Espesantes y/o gelificantes -Antimicrobiano -Industria Alimentaria	-Pectina -Quitosano -Concentración	¿Qué comportamiento tendrá el quitosano en comparación con la pectina? ¿Cuál sería el porcentaje de concentración adecuado de espesante? ¿Cambiará la palatabilidad de alimentos con la utilización de otro espesante?	Ley de la Potencia- Ecuación de Alvarado (1996) Diseño Factorial A*B Diseño Experimental de Bloques Incompletos Equilibrados

Elaborado por Aracelly Pilamala R.

3.7 Plan para recolección de la información

En la presente investigación se obtendrá como información final datos de parámetros reológicos como índice de consistencia, índices de comportamiento de flujo así como también pH y Sólidos solubles y finalmente valores correspondientes a la evaluación sensorial, estos serán tabulados, con la finalidad de reportar los análisis estadísticos que requieran.

3.8 Plan para procesar la información

El procesamiento de datos se llevara a cabo de la siguiente manera:

- Análisis crítico de los valores obtenidos
- Verificación de información errónea
- Determinación de la influencia de los factores en estudio en los parámetros reológicos
- Interpretación de datos

Se utilizarán para el procesamiento de la información programas computarizados tales como: Microsoft Office Word 2007, Microsoft Excel 2007 y STATGRAPHICS PLUS versión 4.0.

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Se conoce que las jaleas de frutas presenta un comportamiento no newtoniano, lo cual fue comprobado con los parámetros reológicos estudiados como a continuación se menciona:

4.1. Jalea de naranjilla

4.1.1. Viscosidad aparente (Pa.)

La viscosidad aparente (Tabla A.1.2) decrece cuando aumenta el gradiente de velocidad de deformación, esto permite confirmar el comportamiento no-Newtoniano –tipo pseudoplástico; este comportamiento indica una reorganización continua de la estructura, dando como resultado una menor resistencia al flujo, y es debido a la presencia de sustancia de alto peso molecular como pectina y quitosano.

De acuerdo a los resultados obtenidos de viscosidad aparente, los tratamientos que más significancia presentan y merecen ser analizados son el tratamiento 2(Pectina 0.20%) que presenta valores altos debido a la aparición de una estructura reticular tridimensional, originada por la unión de las moléculas del polímero, el tratamiento 4 (Quitosano 0,20 %) valores menores por lo que el quitosano no favorece a la formación de la unión de moléculas del polímero lo cual origina el debilitamiento del gel por tanto es más fluida y el tratamiento 6(0.10%Pectina – 0,10%Quitosano), demuestra valores intermedios debido a que el efecto del quitosano es más pronunciado que la pectina.

4.1.2. Índice de consistencia (m) [Pa. sⁿ]

En la tabla A.1.4. del Anexo A, se reportan los valores del índice de consistencia de los tratamientos resultantes, el mismo que es un indicativo de la forma como están interrelacionadas los compuestos del producto; se observa que los tratamientos 1(Pectina -0%), tratamiento 3(Quitosano, 0%) y tratamiento 5 (0%Pectina – 0%Quitosano) considerada muestras testigos, elaborada exclusivamente con naranjilla y azúcar presenta valores altos 10.18 Pa.sⁿ, 9.88 Pa.sⁿ y 10.14 Pa.sⁿ respectivamente, los mismos que indican que la naranjilla en su estado natural presenta las cantidades suficientes de compuestos gelificantes para elaborar conservas.

La adición de pectinas provoca un incremento en este parámetro llegando a valores de 16.71 Pa.sⁿ, la jalea es un poco más espesa, en forma contraria ocurre con el tratamiento 4(Quitosano – 0.20%) donde se evidencia que el quitosano disminuye el índice de consistencia con relación a los tratamientos testigos, cuyo valor fue de 1.33 Pa.sⁿ por lo cual el efecto del quitosano es ocasionar el debilitamiento del gel por otro lado el tratamiento 6(0,10%Pectina – 0,10%Quitosano) presento valores de 9.25 Pa.sⁿ, en el cual es muy notorio el comportamiento del quitosano.

Aplicando el análisis estadístico para $\alpha=0.05$ (TABLA F.1) se establece que el factor A (Agente Espesante), factor B (%Concentración) y la interacción AB influyen en el índice de consistencia. Realizando las pruebas de diferenciación DMS y Tukey, de acuerdo a los promedios se establece que:

En la TABLA F.1.3 con referencia al factor A se presente que los niveles A0, A1 y A2 difieren significativamente entre sí, en cuanto al %

Concentración (Factor B) (TABLA F.1.4), se observan los niveles B0 y B1 presentan diferente influencia en la respuesta analizada y con relación a la interacción AB reportada en la TABLA F.1.2, se observa que iguales resultados en el índice de consistencia se presenta en A0B0, A1B0 y A2B0 y todo lo contrario ocurre con A0B1, A1B1 y A2B1.

Según Kokini (1992) citado por Ibarz Alberto (1998), reportó índice de consistencia de 222.90 Pa.sⁿ para mermelada de manzana considerando que la manzana es una fruta con gran cantidad de pectina que disuelta en el zumo contribuye a la viscosidad y consistencia del mismo; asimismo Arancibia (2007) reportó índice de consistencia de 47 – 48 Pa.sⁿ a 30°C en mermelada de mora por tanto los valores de índice de consistencia obtenidos se estimarían que son los adecuados para jalea.

4.1.3. Índice de comportamiento de flujo (n)

Este parámetro indica el grado de desviación con relación al comportamiento newtoniano que presentan los fluidos.

En la TABLA A.1.4. se reportan los valores del índice de comportamiento de flujo, cuando son pseudoplásticos los valores son menores a 1 y mientras más bajos sean mayor es la pseudoplasticidad, en el que se observa que el tratamiento 1(Pectina 0%), tratamiento 3(Quitosano 0%) y tratamiento 5 (0%Pectina-0%Quitosano) presentan valores bajos entre 0.34 – 0.35 en comparación al tratamiento 2 (0.20%Pectina), tratamiento 4 (0.20%Quitosano) y tratamiento 6 (0.10%Quitosano -0,10%Pectina) ya que sus valores son 0.38, 0.59 y 0.37 respectivamente , por tanto se comprueba que la adición de pectina o quitosano disminuye la pseudoplasticidad

Según lo anterior la presencia de quitosano provoca un mejor orden de los componentes de la jalea que lleva el flujo hacia un comportamiento elástico.

En el análisis de varianza para el índice de comportamiento de flujo (TABLA E.1) se determina la existencia de diferencia estadística significativa a un nivel $\alpha=0,05$ con referencia a los factores A (Agente Espesante), factor B (%Concentración); además en la interacción AB.

Por las pruebas de diferenciación DMS y Tukey mediante los promedios, se establece que:

Con relación al factor A (TABLA E.1.3), se tiene que no existe diferencia significativa entre los niveles A0 y A2 pero el nivel A1 presenta influencia significativa en los valores del índice de comportamiento de flujo.

En cuanto al % Concentración (factor B) reportado en la TABLA E.1.4. se establece que presenta significancia entre los B0 y B1 para la respuesta analizada.

Por último, con referencia a la interacción AB (TABLA E.1.2) se observa que A0B0, A1B0 Y A2B0 no presenta influencia significativa en este parámetro, mientras que las otras interacciones si difieren.

Según Sáenz y Costell (1986) y Mizrahi y Berk, (1972), reportaron que un aumento de concentración afecta al índice de comportamiento de flujo o bien hace que disminuya.

4.1.4. pH y Sólidos solubles (°Brix)

Los datos obtenidos de pH y sólidos solubles (°Brix) se reportan en la TABLA G.1., cada replicación corresponde al promedio de dos ensayos, donde se observa que estos valores se encuentran dentro de las especificaciones determinadas en la Norma INEN.

El análisis estadístico (TABLA H.1.) muestra que existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para el pH en el factor B (% Concentración) mientras que para los sólidos solubles (°Brix) se presenta significancia en el factor A (agente espesante) y en la interacción AB.

4.1.5. Evaluación Sensorial

De acuerdo con los resultados expuestos en la TABLA G.2., se aprecian las calificaciones obtenidas en la evaluación sensorial para las características apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad, con un rango de calificación de 1 como mínimo y de 5 como calificación máxima.

Según el análisis estadístico realizado (TABLA H.4.) con los datos que han valorado al atributo apariencia se establece que existe diferencia significativa para los tratamientos. Por tanto reporta que los tratamientos 1, 2, 3 y 5 presentan igual apariencia con relación a los tratamientos 4 y 6 existiendo diferencia entre ellos. La calificación promedio más alta corresponde para el tratamiento 3 (Quitosano – 0%), es decir que los catadores consideran que este tratamiento presenta buena apariencia.

El análisis de varianza realizado con los datos que han valorado a la característica consistencia muestra diferencia significativa entre tratamientos. Reportando que los tratamientos 1, 2, 3 y 5 tienen igual consistencia de forma similar que los tratamientos 4 y 6 pero difieren entre ellos. En cuanto al tratamiento que presenta un promedio más alto son los tratamientos 2 y 5, es decir que los catadores aprecian a estos tratamientos como moderadamente viscosa.

Para el caso del atributo olor, el análisis estadístico correspondiente demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pudiéndose escoger cualquiera de ellos.

Con referencia a la característica sabor, el análisis estadístico presenta que difieren significativamente entre tratamientos. La prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) ubica al tratamiento 3 con la calificación de promedio más alta, es decir que los catadores consideran al tratamiento como bueno característico.

Finalmente para el atributo aceptabilidad, el análisis de varianza demuestra que los tratamientos difieren significativamente. El análisis coloca a dos tratamientos con la calificación más alta y corresponde a los tratamientos 3 y 5, es decir que los catadores consideran a los tratamientos como gusta poco.

En conclusión no se podría elaborar jalea de naranjilla con quitosano ya que no enmascara su sabor astringente por lo cual le impide ser consumido.

4.2. Jalea de tomate de árbol

4.2.1. Viscosidad aparente [Pa.]

En la Tabla B.1.2 se aprecian los valores de viscosidad aparente para los tratamientos resultantes, en donde se observa que la viscosidad aparente va disminuyendo conforme incrementa la velocidad de deformación, esto permite verificar el comportamiento no-Newtoniano.

Con referencia a los resultados obtenidos de viscosidad aparente, se evidencia que la jalea a 0.15% Pectina presenta mayor viscosidad mientras que en 0.15% Quitosano, la viscosidad es inferior en comparación a lo antes mencionado, sin embargo se aprecia que la jalea a 0,075%Pectina – 0,075% Quitosano tiene valores inferiores por tanto el efecto del quitosano es más marcado que la pectina por consiguiente ocasiona el debilitamiento del gel.

4.2.2. Índice de consistencia (m) [Pa. s]

Con los resultados expuestos en la tabla B.1.4. del Anexo B, se reportan los valores del índice de consistencia determinados en las jaleas; en donde las jaleas a 0.15% Pectina muestran un parámetro reológico superior de 32.44 Pa.sⁿ en comparación a la jalea de 015 % Quitosano que fue de 15.38 Pa.sⁿ, lo cual correspondería a la mitad del anterior valor mencionado por tanto es muy notorio el comportamiento del quitosano, de igual manera es su comportamiento en la jalea de 0.075% Quitosano – 0.075 % Pectina que presenta un valor de 11.16 Pa.sⁿ, y sin dejar a un lado las jaleas 0%Pectina – 0%Quitosano – 0% Mezcla presenta un valor entre 17.5 – 18.5 Pa.sⁿ, esto significa que el tomate de árbol posee las cantidades

suficientes de pectina para lograr la aparición de la malla reticular tridimensional

En el análisis estadístico para $\alpha=0.05$ (TABLA F.2) se establece que el factor A (Agente Espesante) y la interacción AB difieren significativamente en el índice de consistencia. Aplicando las pruebas de diferenciación DMS y Tukey, de acuerdo a los promedios se establece que:

Con referencia al factor A (Agente espesante) en la TABLA F.2.3, se presente que los niveles A1 y A2 tienen igual efecto en este parámetro pero ambos difieren significativamente con el nivel A0, en cuanto al % Concentración (Factor B) (TABLA F.2.4), se aprecia que entre los niveles B0 y B1 no existe significancia estadística y con relación a la interacción AB reportada en la TABLA F.2.2, se tiene que se alcanza valores altos con A0B1 y valores inferiores con A2B1.

4.2.3. Índice de comportamiento de flujo (n)

Los valores del índice de comportamiento de flujo reportados en la TABLA B.1.4., indican que la jalea 0.15%Qitosano presenta mayor pseudoplasticidad mientras que para la jalea 0.075%Qitosano-0,075% Pectina se aprecia menor pseudoplasticidad, sin embargo el efecto del quitosano sigue siendo notorio en los parámetros reológicos determinados.

De acuerdo al análisis estadístico realizado (TABLA E.2.) se establece que el efecto del agente espesante como de %Concentración y su respectiva interacción influye en el parámetro reológico a un nivel $\alpha=0,05$.

Mediante los promedios al aplicar las pruebas de diferenciación DMS y Tukey se determina que:

Los niveles tanto del factor A (TABLA E.2.3) como del factor B (TABLA E.2.4.), presentan diferencia estadística significativa; obteniendo valores menores en ambos casos en el nivel 1, es decir A1 y B1

En cuanto a la interacción AB (TABLA E.2.2) se aprecia que con A1B1 se alcanza valores menores que indique mayor pseudoplasticidad mientras que todo lo contrario se lograría con A2B1.

4.2.4. pH y Sólidos solubles (°Brix)

Los valores de pH y Sólidos Solubles (°Brix) analizados de los tratamientos resultantes se reportan en la TABLA G.1., se puede apreciar claramente que estos valores en los tratamientos en estudio tienden a estar dentro de las especificaciones que se enuncian en normas.

En el análisis estadístico (TABLA H.2.) ($p \leq 0.05$), se demostró que para los valores pH no existe diferencia significativa de los efectos principales: agente espesante y % Concentración mientras que para los sólidos solubles se encontró significancia en el factor A, factor B, además en la interacción AB.

4.2.5. Evaluación Sensorial

En la TABLA G.3., se aprecian las calificaciones obtenidas en la evaluación sensorial para las características apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad, en un rango de 1 como mínimo y de 5 como calificación máxima.

Con relación al análisis estadístico (TABLA H.5.) para el atributo apariencia se establece que no existe diferencia significativa tanto para catadores como para tratamientos; sin embargo los tratamientos 2 y 5 reportan la calificación más alta lo cual permite considerarlos como de buena apariencia.

El análisis de varianza para la característica consistencia no muestra diferencia significativa entre tratamientos por lo cual los catadores podrán considerar a todos como moderadamente viscosa. Sin embargo, el tratamiento 2, presenta un promedio más alto que el resto de tratamientos.

En cuanto al atributo olor, el análisis estadístico correspondiente demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pudiéndose escoger cualquiera de ellos.

Con referencia a la característica sabor, el análisis estadístico no presenta que difieren significativamente entre tratamientos, es decir que los catadores consideran al tratamiento como bueno característico.

Finalmente para el atributo aceptabilidad, el análisis de varianza demuestra que los tratamientos no difieren significativamente. La calificación

más alta refleja que los catadores consideran a los tratamientos como gusta poco.

En conclusión se podría elaborar jalea de tomate de árbol con quitosano ya que enmascara su sabor astringente y sobre todo se presenta con una consistencia moderada, lo cual constituye una vía abierta en el mercado.

4.3. Jalea de uvilla

4.3.1. Viscosidad aparente [Pa. s]

En la tabla C.1.2. se aprecian los valores de viscosidad aparente, la cual es la resistencia de un líquido a fluir o deformarse, para la jalea de uvilla, este parámetro disminuye a medida que se incrementa la velocidad de rotación, probablemente debido al rompimiento de la red encargada de mantener la estructura del gel. El modelo de la ley de potencia para fluidos pseudoplásticos se considera adecuado para describir el flujo de la jalea.

La mayor viscosidad aparente se observa en los tratamientos T1, T2, T3 y T5 con respecto a los tratamientos T4 y T, está influenciada por el agente espesante (Pectina, Quitosano), sin embargo conforme aumenta la velocidad de rotación, disminuyen las diferencias debido a este factor.

4.3.2. Índice de consistencia (m) [Pa. s]

La jalea de uvilla presentó valores del índice de consistencia que se reportan en la TABLA C.1.4. del Anexo C de los tratamientos resultantes.

El mayor índice de consistencia se presenta en el tratamiento T2 (29.59 Pa. sⁿ) seguido por los tratamientos T1 (19.57 Pa. sⁿ), T3 (19.83Pa. sⁿ) y T5 (19.46 Pa. sⁿ) con respecto a los tratamientos T4 (3.20 Pa. sⁿ) y T6 (2.19 Pa. sⁿ), donde este parámetro está influenciado directamente por el agente espesante, evidenciando claramente el comportamiento del quitosano.

Aplicando el análisis estadístico para $\alpha=0.05$ (TABLA F.3) se establece que el factor A (Agente Espesante), factor B (%Concentración) y la interacción AB presentan significancia en el índice de consistencia. Realizando las pruebas de diferenciación DMS y Tukey, de acuerdo a los promedios se establece que:

En la TABLA F.3.3 con relación al factor A se presente que los niveles A1 y A2 no difieren significativamente entre sí pero si existe significancia estadística con respecto al nivel A0, en cuanto al % Concentración (Factor B) (TABLA F.3.4), se observan los niveles B0 y B1 difieren en la respuesta analizada y con referencia a la interacción AB reportada en la TABLA F.3.2, se observa que A0B0, A1B0 y A2B0 son homólogos con respecto a A0B1, A1B1 y A2B1.

4.3.3. Índice de comportamiento de flujo (n)

Los valores de índice comportamiento de flujo aplicados a los alimentos en su periodo de consumo, constituye la huella digital reológica para especificar la identidad de un alimento, lo cual es útil para diferenciar un alimento de otro en el mercado mundial.

En la TABLA C.1.4. se aprecian los valores del índice de comportamiento de flujo, para los tratamientos T1, T3 y T5 que no incluyen la concentración de algún agente espesante se obtuvieron índice de comportamiento de flujo igual a 0.22, 0.23 y 0.22 respectivamente. En contraste la mayor pseudoplasticidad se encuentra en el T6 cuyo valor es de 0.19 y menor pseudoplasticidad en el T2 debido a que la adición de pectina o quitosano disminuye la pseudoplasticidad.

En el análisis de varianza para el índice de comportamiento de flujo (TABLA E.3) se determina la existencia de diferencia estadística significativa a un nivel $\alpha=0,05$ con referencia a los factores A (Agente Espesante), factor B (%Concentración); además en la interacción AB.

Por las pruebas de diferenciación DMS y Tukey mediante los promedios, se establece que:

Con relación al factor A (TABLA E.3.3), se tiene que existe diferencia estadística significativa entre los niveles A0, A1 y A2, sin embargo en el nivel A2 es donde demuestra mayor pseudoplasticidad, es decir con la adición de quitosano.

En cuanto al % Concentración (factor B) reportado en la TABLA E.3.4. se establece que presenta significancia entre los B0 y B1 para la respuesta analizada.

Por último, con referencia a la interacción AB (TABLA E.3.2) se observa que A0B0, A1B0 y A2B0 no presenta influencia significativa en este

parámetro, mientras que las otras interacciones si difiere; en contraste la mayor pseudoplasticidad existe en A2B1.

4.3.4. pH y Sólidos Solubles (°Brix)

Los datos obtenidos de pH y sólidos solubles (°Brix) se reportan en la TABLA G.1., cada replicación corresponde al promedio de dos ensayos, donde se observa que estos valores contribuyen a la formación, firmeza del gel y al sabor característico del producto.

El análisis estadístico (TABLA H.3.) muestra que no existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para el pH mientras que para los sólidos solubles (°Brix) se presenta significancia en la interacción AB.

4.3.5. Evaluación sensorial

En la TABLA G.4., se reportan las calificaciones obtenidas en la evaluación sensorial para las características apariencia, consistencia, olor, sabor y aceptabilidad, en un rango de 1 como mínimo y de 5 como calificación máxima.

En el análisis estadístico (TABLA H.6.) para el atributo apariencia se establece que existe diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo el tratamiento T3 reportan la calificación más alta lo cual establece como buena apariencia.

El análisis de varianza para la característica consistencia muestra diferencia significativa entre tratamientos; en contraste la mayor calificación se encuentra en T2 por lo cual los catadores consideran como moderadamente viscosa y con respecto al interés de la investigación el T4 es apreciado como moderadamente fluida.

En referencia al atributo olor, el análisis estadístico correspondiente demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pudiéndose escoger cualquiera de ellos.

En cuanto a la característica sabor, el análisis estadístico no presenta que difieren significativamente entre tratamientos, es decir que los catadores consideran a los tratamientos como buenos característicos.

Por último para el atributo aceptabilidad, el análisis estadístico demuestra que los tratamientos no difieren significativamente, por tanto pudiéndose escoger cualquiera de ellos bajo la apreciación de gusta poco.

En conclusión se podría elaborar jalea de uvilla con quitosano ya que según los catadores lo han calificado como: ligeramente buena con respecto a la apariencia, moderadamente fluida para consistencia, ligeramente perceptible en cuanto a su olor, regular para su sabor y finalmente gusto poco para la aceptabilidad, todo lo antes mencionado es determinado en base a los promedios obtenidos en la evaluación sensorial.

En base al análisis de resultados anteriormente mencionados se estimaría rechazar la hipótesis nula planteada en el trabajo de investigación por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa en vista que empleo de

quitosano si produce diferencia significativa en el mejoramiento de textura para las jaleas de naranjilla, tomate de árbol y uvilla en comparación con la pectina ya que el índice de comportamiento de flujo se presenta con mayor pseudoplasticidad en jaleas con quitosano en especial en la jalea de tomate de árbol mientras que menor pseudoplasticidad se presenta en la jalea de naranjilla y uvilla y en cuanto al índice de consistencia se estima valores inferiores en comparación a jaleas elaboradas exclusivamente con azúcar y fruta por tanto el comportamiento del quitosano es notorio.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se estudio la textura de jaleas de naranjilla (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), y uvilla (*Physalis peruviana*) utilizando quitosano, donde se comprobó que el efecto del quitosano es muy pronunciado lo que ocasiona el debilitamiento del gel probablemente por el mayor rompimiento de la red encargada de mantener la estructura del gel, lo mismo fue corroborado mediante la evaluación sensorial, el mismo que establece que:
 - Para la jalea de naranjilla a 0.20% Quitosano y mezcla de pectina y quitosano a 0.20%, la apariencia es regular, la consistencia es moderadamente fluida, en cuanto al olor ligeramente perceptible pero se diferencia ambas con relación a sabor y aceptabilidad ya que la jalea que tiene la mezcla de 0,10% Pectina y 0,10%Quitosano presenta mayor aceptación y su sabor es mucho mejor con relación a la anterior mencionada
 - Con referencia a la jalea de tomate de árbol a 0.15% Quitosano como en la jalea a 0.075%Quitosano – 0.075%Pectina se pone de manifiesto que la apariencia, la consistencia y olor no reflejan rechazo al contrario son aceptados como características buenas, mientras que para el sabor y la aceptabilidad existe discrepancia entre ambas ya que la jalea con quitosano muestra mejor aceptación que la jalea a 0.075%Quitosano – 0.075%Pectina.

- En cuanto a la jalea de uvilla a las concentraciones tanto de 0.25% Quitosano como a 0.125% Quitosano-0.125% Pectina se obtuvo las mismas características es decir, la apariencia fue ligeramente buena, la consistencia moderadamente fluida, el olor ligeramente perceptible, el sabor considerado regular y la aceptabilidad como gusta poco.

- ✓ Se determinó los parámetros reológicos en jalea de naranjilla, tomate de árbol y uvilla con lo cual se comprobó que si existen diferencias entre el agente espesante y % concentración para cada una de las jaleas estudiadas; en su mayoría los parámetros reológicos determinados en la jalea de tomate de árbol presenta valores superiores con relación a la jalea de naranjilla y uvilla.

- ✓ Se caracterizó utilizando el índice de consistencia como parámetro de control de proceso para elaborar jaleas de frutas originarias del País, determinando así el agente espesante adecuado y % concentración máxima a emplearse en conservas, de igual manera el índice de comportamiento de flujo para que corrobore a establecerlo como fluido no-Newtoniano - tipo pseudoplástico mediante la ley de la potencia.

- ✓ Los resultados obtenidos de los parámetros reológicos de la jalea de naranjilla, tomate de árbol y uvilla a concentraciones de 0.20, 0.15 y 0.25% respectivamente indican con relación al índice de consistencia que las jaleas con adición de quitosano tienden a ser inferiores en comparación con las jaleas que son elaboradas con pectina, materia prima tradicional en este tipo de productos ya que provoca un incremento en sus valores mientras que para el índice de comportamiento de flujo se comprueba que la adición de pectina o quitosano disminuye la pseudoplasticidad del fluido observando que

para el caso de la jalea de tomate de árbol a 0.15% Quitosano, una fruta con un alto porcentaje de pectina al añadir el espesante presente mayor pseudoplasticidad, valor útil para especificar la identidad del producto; por tanto se cumple la hipótesis alternativa planteada en la investigación ya que el empleo del quitosano es significativo para el mejoramiento de textura en jaleas en referencia a jaleas elaboradas exclusivamente con pectina.

- ✓ Mediante el análisis sensorial, los catadores establecieron que las muestras de la jalea de naranjilla como de la jalea de uvilla presentan diferencia significativa en cuanto a apariencia y consistencia; por otro lado apreciaron que solamente la jalea de naranjilla es significativamente diferente en función de sabor y aceptabilidad, por consiguiente se consideraría a la jalea de tomate de árbol como el producto que presenta mejores características ya que no tiene diferencia significativa en ninguna de ellas por ende esta fruta es la adecuada para enmascarar al quitosano a la concentración de 0,15%; por tanto el producto final es más fino, delicado y transparente.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ En la industria alimenticia antes de emplear el quitosano obtenido de la manera que anteriormente mencionada, primero se debería realizar pruebas de toxicidad para comprobar la existencia de residuo sea ácidos o álcalis.
- ✓ Por otro lado se sugeriría que se investigue otros métodos de obtención de quitosano, en vista que el método directo aplicado en la presente investigación implica una fuerte contaminación para el

medio ambiente asimismo involucra costos muy elevados por lo que se mencionaría un método por vía enzimática.

- ✓ La aplicabilidad del polímero quitosano debería ser estudiada con más profundidad ya que por sus propiedades espesantes, gelificantes, y emulsificantes pueden ser considerados como mejoradores de la textura de los alimentos, para poder contar con un banco de datos y así contar con información de nuestro país.

CAPITULO VI PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

- ✓ **Título:** “Uso del quitosano para la elaboración de jaleas en frutas con alto contenido de pectina como pitahaya (*Cereus triangularis Haw*) y granadilla (*Passiflora ligularis Juss.*)”

- ✓ **Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

- ✓ **Beneficiarios:** Sector de la Investigación científica

- ✓ **Ubicación:** Ambato – Ecuador

- ✓ **Tiempo estimado para la ejecución:** 8 meses
Inicio: Julio del 2009
Final: Febrero del 2010

- ✓ **Equipo técnico responsable:** Egda. Araceli A. Pilamala R., Ing. Juan de Dios Alvarado

- ✓ **Costo:** \$ 3195

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En el Ecuador, desde hace algo más de 10-15 años, se ha desarrollado el cultivo comercial de frutos andinos y otros que son importantes en la región, tales como la pitahaya y granadilla entre otras; debido a las características de sabor, contenido nutricional, presencia,

aroma, etc., que presentan. La aceptación por el consumidor local y externo ha crecido, convirtiéndose en la actualidad en cultivos con liderazgo.

Asimismo las utilizaciones de los hidrocoloides son múltiples y los principios que guían al productor para escoger un espesante o un gelificante se sitúan a diversos niveles tal como es: a nivel organoléptico, la apariencia y la textura y a nivel de la reglamentación, ya que no todos los hidrocoloides están autorizados.

El empleo de pectina como agente gelificante ha venido siendo una práctica tradicional para dar la consistencia adecuada en conservas, sin embargo existen otros hidrocoloides que presenta propiedades gelificantes entre ellos el quitosano, que de igual manera busca mejorar la textura y la sensación bucal, el mismo que es obtenido de caparazones de camarón mediante métodos químicos como desmineralización y desacetilación.

El quitosano es una alternativa para cambiar la consistencia y palatabilidad de las mermeladas, aumenta la elasticidad y produce una disminución del índice de consistencia hasta una tercera parte con relación a mermeladas elaboradas exclusivamente con fruta y azúcar, lo cual es adecuado para la elaboración de productos tipo jalea.

La propuesta del presente estudio se fundamenta en utilizar quitosano, como agente gelificante en jaleas de pitahaya y granadilla; ya que permitirá mejorar la sensación de consistencia percibida por el consumidor, puesto que depende enormemente de las propiedades de fluidez del producto.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El biopolímero (quitosano) a partir de desechos de crustáceos (camarón) constituye una vía abierta de investigación y mucho más en el sector alimentario por su propiedad gelificante; ya que en algunos sectores su utilización está consolidada, por tanto su empleo será en jaleas con la finalidad de demostrar los cambios que surjan en la viscosidad y parámetros reológicos, lo cual proporcionará nuevos conocimientos a la investigación científica y por otro lado al desarrollo tecnológico

Además la tecnología para la elaboración de jaleas de frutas como la pitahaya y granadilla, obligan un procesamiento al servicio de la conservación del fruto ya que presentan una magnífica oportunidad para el desarrollo de la fruticultura de exportación; puesto que a menudo se pierde en grandes cantidades por falta de cuidados.

La alternativa de emplear quitosano como aditivo gelificante en conservas es mejorar la consistencia y palatabilidad de estas; de este modo hacer frente al problema medioambiental que ocasionan los desechos de los crustáceos al encontrar su adecuada aplicación.

6.4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Proponer la concentración apropiada de quitosano que podría emplearse para elaborar jaleas de frutas con alto contenido de pectina.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Aplicar la concentración de quitosano adecuada para la elaboración de jaleas.
- ✓ Comparar los parámetros reológicos con los que exponen investigaciones anteriores.
- ✓ Evaluar la aceptabilidad en función de sabor, consistencia y apariencia.

6.1. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, ya que con ello se puede desarrollar una nueva alternativa en la elaboración de conservas tipo jaleas y mermeladas, para de esta forma lograr un mejoramiento en la textura y palatabilidad en el producto final.

El análisis de factibilidad además es de carácter socio-económico, en vista que se podrá fomentar el procesamiento de frutos originarios de Ecuador que normalmente se pierden en grandes cantidades por falta de cuidados, de esta manera se incrementarán los recursos económicos de familias ecuatorianas dedicadas a la siembra de estos frutos; por otro lado abarca el aspecto ambiental ya que contrarrestará el problema medioambiental que ocasiona los desechos de los crustáceos al encontrar su adecuada utilización en el campo alimentario.

TABLA H.7. Valores económicos de la propuesta

RECURSOS HUMANOS	UNIVERSIDAD	GRADUANDO
Tutor	1800	125
Graduando		1020
RECURSOS FISICOS		
Uso de Laboratorio	25	
Material de Escritorio		25
Envases		
RECURSOS ECONOMICOS		
Transporte		50
Imprevistos		50
Publicaciones		100
SUMAN	1825	1370
TOTAL		3195

Elaborado por: Araceli A. Pilamala R.

- ✓ **Costo total estimado:** \$3195
- ✓ **Aporte de Universidad (FCIAL):** \$1825
- ✓ **Aporte otros:** \$1370

6.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO – TECNICO

El quitosano es un compuesto que puede ser utilizado para cambiar la consistencia de mermeladas, ya que provoca un debilitamiento del gel y un comportamiento más elástico con mayor sensibilidad a los cambios de temperatura, hace que los productos por su consistencia se asemejen más a jalea, lo cual es de interés para la elaboración de nuevos productos. El efecto del quitosano en la textura de las mermeladas es contrario al de la pectina que provoca un espesamiento del producto; sin embargo cuando se utilizan mezclas de los dos agentes gelificantes, prevalece el efecto del quitosano.

Rao (1986) indicó que un elevado número de los fluidos alimenticios no-newtonianos presentan un comportamiento seudoplástico. Entre ellos: jugos concentrados de frutas, chocolate fundido, mostaza, crema de leche, huevo entero descongelado, clara de huevo, soluciones de goma a concentraciones altas, concentrados proteicos. En este grupo están incluidos los purés y las pulpas de frutas y vegetales. Steffe (1992), para varios productos elaborados con diferentes frutas, reportó los datos del índice de consistencia y del índice de comportamiento al flujo, que los caracterizan como fluidos pseudoplásticos.

6.3. MODELO OPERATIVO

Para la elaboración de jaleas seguimos el procedimiento normal, teniendo en cuenta que el proceso debe ser lo más inocuo posible para garantizar la calidad del producto.

TABLA H-8. Modelo operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Usar frutas exóticas en la elaboración de jaleas con adicción de quitosano	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 2000	3 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta.	Pruebas Preliminares sobre elaboración de jaleas	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 400	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de Tecnología de elaboración de jaleas	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 700	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de la implementación.	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	2 meses

Elaborado por: Araceli A. Pilamala R.

6.4. ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Juan de Dios Alvarado y Egda. Araceli A. Pilamala R.

TABLA H-9. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Consistencia Y Palatabilidad	Conservas tipo jalea elaborados con pectina, como agente gelificante.	Mejoramiento de textura Aprovechamiento de materias primas autóctonas del País.	Determinar parámetros reológicos y comparar con investigaciones anteriores Evaluar la aceptabilidad mediante los consumidores	Investigador: Araceli Pilamala E Ing. Juan de Dios Alvarado

Elaborado por: Araceli A. Pilamala R.

6.5. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla H-10. Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	- Sector del Desarrollo tecnológico
¿Por qué evaluar?	- Verificar la calidad de los productos
¿Para qué evaluar?	- Determinar la concentración adecuada para su posible utilización.
¿Qué evaluar?	- Tecnología utilizada. - Materias primas. - Resultados obtenidos - Producto terminado
¿Quién evalúa?	- Tutor - Graduando - Calificadores
¿Cuándo evaluar?	- Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	- Mediante instrumentos de evaluación.
¿Con qué evaluar?	- Experimentación. - Degustación por consumidores

Elaborado por: Araceli A. Pilamala R.

ANEXO A
NARANJILLA

TABLA A.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA JALEA DE NARANJILLA

Tratamiento	Código	Agente Espesante	% Concentración
1	A0B0	Pectina Comercial	0
2	A0B1	Pectina Comercial	0,20
3	A1B0	Qitosano	0
4	A1B1	Qitosano	0,20
5	A2B0	Pectina - Qitosano	0
6	A2B0	Pectina - Qitosano	0,20

TABLA A.1.1. VALORES DE PORCENTAJE DE LECTURA (%FS) EN EL VISCOSIMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD EN LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DE JALEA DE NARANJILLA

RPM	T1: A0B1				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2																					
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,3	17,0	17,3	16,8	17,4	23,0	25,2	21,9	26,2	16,9	16,2	16,3	17,4	1,4	1,2	0,9	0,9	17,2	17,0	16,8	17,6	9,9	9,7	9,6	9,7
0,6	20,1	21,1	20,0	21,6	28,4	31,4	27,7	32,6	19,1	20,8	19,2	21,1	1,6	1,7	1,4	1,6	19,8	21,2	19,8	21,6	10,2	10,4	10,0	10,2
1,5	24,7	25,7	24,2	25,8	37,1	39,8	36,6	41,0	22,9	25,7	23,2	25,7	2,4	2,7	2,4	2,6	24,0	25,9	23,9	26,0	11,2	11,5	10,9	11,3
3,0	31,6	32,3	30,5	31,5	55,7	55,9	54,8	57,8	28,6	31,5	28,9	31,8	3,5	3,9	3,5	3,8	30,3	32,1	29,9	31,9	12,3	12,7	12,1	12,7
6,0	40,8	40,8	39,3	40,5	76,2	76,4	75,6	76,1	37,8	40,1	37,9	40,1	5,7	6,1	5,6	6,0	39,5	40,7	38,8	40,5	14,2	14,9	14,0	14,6
12,0	58,9	60,0	57,6	58,7	----	----	----	----	56,8	58,5	56,1	58,2	8,7	9,1	9,0	9,0	58,1	59,5	57,1	58,7	17,4	18,1	17,2	17,6
30,0	83,2	83,6	80,3	81,4					79,3	80,8	79,3	79,9	15,9	16,5	16,1	16,4	81,5	82,4	80,0	80,9	24,8	25,2	24,5	24,7
60,0	----	----	----	----					----	----	----	----	25,8	26,0	25,8	25,9	----	----	----	----	34,7	34,8	33,8	33,8

TABLA A.1.2. VALORES DE VISCOSIDAD APARENTE η_F [Pa. s] DE JALEA DE NARANJILLA

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B1				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	68,0	69,2	67,2	69,6	92,0	100,8	87,6	104,8	67,6	64,8	65,2	69,6	5,6	4,8	3,6	3,6	68,6	67,8	67,0	70,4	39,6	38,8	38,4	38,8
0,13	40,2	42,2	40,0	43,2	56,8	62,8	55,4	65,2	38,2	41,6	38,4	42,2	3,2	3,4	2,8	3,2	39,6	42,3	39,6	43,1	20,4	20,8	20,0	20,4
0,31	19,8	20,6	19,4	20,6	29,7	31,8	29,3	32,8	18,3	20,6	18,6	20,6	1,9	2,2	1,9	2,1	19,2	20,7	19,1	20,8	9,0	9,2	8,7	9,0
0,63	12,6	12,9	12,2	12,6	22,3	22,4	21,9	23,1	11,4	12,6	11,6	12,7	1,4	1,6	1,4	1,5	12,1	12,8	12,0	12,7	4,9	5,1	4,8	5,1
1,26	8,2	8,2	7,9	8,1	15,2	15,3	15,1	15,2	7,6	8,0	7,6	8,0	1,1	1,2	1,1	1,2	7,9	8,1	7,8	8,1	2,8	3,0	2,8	2,9
2,51	5,9	6,0	5,8	5,9					5,7	5,9	5,6	5,8	0,9	0,9	0,9	0,9	5,8	5,9	5,7	5,9	1,7	1,8	1,7	1,8
6,28	3,3	3,3	3,2	3,3					3,2	3,2	3,2	3,2	0,6	0,7	0,6	0,7	3,3	3,3	3,2	3,2	1,0	1,0	1,0	1,0
12,57													0,5	0,5	0,5	0,5					0,7	0,7	0,7	0,7

TABLA A.1.3. VALORES DE ESFUERZO DE CIZALLA τ [Pa.] DE JALEA DE NARANJILLA

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B1				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	4,3	4,4	4,3	4,4	5,9	6,4	5,6	6,7	4,3	4,1	4,2	4,4	0,4	0,3	0,2	0,2	4,4	4,3	4,3	4,5	2,5	2,5	2,5	2,5
0,13	5,1	5,4	5,1	5,5	7,3	8,0	7,1	8,3	4,9	5,3	4,9	5,4	0,4	0,4	0,4	0,4	5,1	5,4	5,1	5,5	2,6	2,7	2,6	2,6
0,31	6,3	6,6	6,2	6,6	9,5	10,2	9,4	10,5	5,9	6,6	5,9	6,6	0,6	0,7	0,6	0,7	6,1	6,6	6,1	6,6	2,9	2,9	2,8	2,9
0,63	8,1	8,3	7,8	8,1	14,2	14,3	14,0	14,8	7,3	8,1	7,4	8,1	0,9	1,0	0,9	1,0	7,7	8,2	7,6	8,1	3,1	3,2	3,1	3,2
1,26	10,4	10,4	10,1	10,4	19,5	19,5	19,3	19,5	9,7	10,3	9,7	10,3	1,5	1,6	1,4	1,5	10,1	10,4	9,9	10,4	3,6	3,8	3,6	3,7
2,51	15,1	15,3	14,7	15,0					14,5	15,0	14,3	14,9	2,2	2,3	2,3	2,3	14,8	15,2	14,6	15,0	4,4	4,6	4,4	4,5
6,28	21,3	21,4	20,5	20,8					20,3	20,7	20,3	20,4	4,1	4,2	4,1	4,2	20,8	21,1	20,5	20,7	6,3	6,4	6,3	6,3
12,57													6,6	6,6	6,6	6,6					8,9	8,9	8,6	8,6

TABLA A.1.4. VALORES DE INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO (n) E INDICE DE CONSISTENCIA (m) [Pa. sⁿ] DE JALEA DE NARANJILLA

Tratamiento	Código	n				m [Pa.s ⁿ]			
		R1		R2		R1		R2	
		A	D	A	D	A	D	A	D
1	A0B0	0,35	0,34	0,34	0,33	10,19	10,37	9,92	10,25
2	A0B1	0,40	0,37	0,41	0,35	16,61	16,75	16,49	16,97
3	A1B0	0,34	0,35	0,35	0,33	9,61	10,12	9,60	10,17
4	A1B1	0,57	0,58	0,63	0,62	1,34	1,39	1,26	1,32
5	A2B0	0,34	0,34	0,34	0,33	9,95	10,31	10,01	10,27
6	A2B0	0,32	0,38	0,38	0,37	9,16	9,11	9,23	9,48

R1: Replica 1 - R2: Replica 2
A: Ascendente - D: Descendente

ANEXO B
TOMATE DE ARBOL

TABLA B.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA JALEA DE TOMATE DE ÁRBOL

Tratamiento	Código	Agente Espesante	% Concentración
1	A0B0	Pectina Comercial	0
2	A0B1	Pectina Comercial	0,15
3	A1B0	Qitosano	0
4	A1B1	Qitosano	0,15
5	A2B0	Pectina - Qitosano	0
6	A2B0	Pectina - Qitosano	0,15

**TABLA B.1.1. VALORES DE PORCENTAJE DE LECTURA (%FS) EN EL VISCOSIMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD EN
LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DE JALEA DE TOMATE DE ARBOL**

RPM	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,3	30,4	30,2	27,9	28,3	58,7	56,4	53,9	49,7	28,9	28,1	26,8	27,6	8,7	8,6	8,4	8,5	26,7	26,9	26,0	26,1	13,3	15,8	13,8	15,7
0,6	35,8	36,2	32,0	34,6	69,2	68,8	62,8	59,3	33,1	34,5	31,3	33,5	9,0	8,8	8,7	8,7	30,8	32,3	30,1	31,8	15,2	19,5	16,7	19,4
1,5	45,0	46,7	45,0	47,9	90,0	91,4	82,9	78,5	47,6	47,5	43,9	45,6	9,5	9,5	9,1	9,5	42,7	44,2	41,2	42,9	21,3	28,3	23,4	27,1
3,0	54,0	58,0	60,6	63,2	-----	-----	-----	-----	61,1	63,2	58,4	60,2	10,4	10,7	9,6	10,3	56,6	58,4	55,3	56,9	30,2	35,9	32,4	36,3
6,0	70,8	73,4	81,7	83,8					82,6	83,7	79,2	80,3	11,2	11,5	10,6	11,5	76,9	78,0	75,2	75,1	43,0	47,9	43,7	47,6
12,0	95,1	96,0	-----	-----					-----	-----	-----	-----	12,8	13,1	12,6	13,6	-----	-----	-----	-----	63,0	65,7	62,9	66,2
30,0	-----	-----											16,9	16,9	18,0	17,8					-----	-----	-----	-----
60,0													21,8	21,9	24,0	23,6								

TABLA B.1.2. VALORES DE VISCOSIDAD APARENTE η_F [Pa. s] DE JALEA DE TOMATE DE ARBOL

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	121,6	120,8	111,6	113,2	234,8	225,6	215,6	198,8	115,6	112,4	107,2	110,4	174,0	172,0	168,0	170,0	106,8	107,6	104,0	104,4	53,2	63,2	55,2	62,8
0,13	71,6	72,4	64,0	69,2	138,4	137,6	125,6	118,6	66,2	69,0	62,6	67,0	90,0	88,0	87,0	87,0	61,6	64,6	60,2	63,6	30,4	39,0	33,4	38,8
0,31	36,0	37,4	36,0	38,3	72,0	73,1	66,3	62,8	38,1	38,0	35,1	36,5	38,0	38,0	36,4	38,0	34,2	35,4	33,0	34,3	17,0	22,6	18,7	21,7
0,63	21,6	23,2	24,2	25,3					24,4	25,3	23,4	24,1	20,8	21,4	19,2	20,6	22,6	23,4	22,1	22,8	12,1	14,4	13,0	14,5
1,26	14,2	14,7	16,3	16,8					16,5	16,7	15,8	16,1	11,2	11,5	10,6	11,5	15,4	15,6	15,0	15,0	8,6	9,6	8,7	9,5
2,51	9,5	9,6											6,4	6,6	6,3	6,8					6,3	6,6	6,3	6,6
6,28													3,4	3,4	3,6	3,6								
12,57													2,2	2,2	2,4	2,4								

TABLA B.1.3. VALORES DE ESFUERZO DE CIZALLA τ [Pa.] DE JALEA DE TOMATE DE ARBOL

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	7,8	7,7	7,1	7,2	15,0	14,4	13,8	12,7	7,4	7,2	6,9	7,1	10,9	10,8	10,5	10,6	6,8	6,9	6,6	6,7	3,4	4,0	3,5	4,0
0,13	9,2	9,3	8,2	8,8	17,7	17,6	16,1	15,2	8,5	8,8	8,0	8,6	11,3	11,0	10,9	10,9	7,9	8,3	7,7	8,1	3,9	5,0	4,3	5,0
0,31	11,5	11,9	11,5	12,2	23,0	23,4	21,2	20,1	12,2	12,1	11,2	11,7	11,9	11,9	11,4	11,9	10,9	11,3	10,5	11,0	5,4	7,2	6,0	6,9
0,63	13,8	14,8	15,5	16,2					15,6	16,2	14,9	15,4	13,0	13,4	12,0	12,9	14,5	14,9	14,1	14,6	7,7	9,2	8,3	9,3
1,26	18,1	18,8	20,9	21,4					21,1	21,4	20,3	20,5	14,0	14,4	13,3	14,4	19,7	19,9	19,2	19,2	11,0	12,2	11,2	12,2
2,51	24,3	24,6											16,0	16,4	15,8	17,0					16,1	16,8	16,1	16,9
6,28													21,2	21,2	22,5	22,3								
12,57													27,3	27,4	30,0	29,5								

TABLA B.1.4. VALORES DE INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO (n) E INDICE DE CONSISTENCIA (m) [Pa. sⁿ] DE JALEA DE TOMATE DE ARBOL

Tratamiento	Código	n				m (Pa.s ⁿ)			
		R1		R2		R1		R2	
		A	D	A	D	A	D	A	D
1	A0B0	0,30	0,31	0,37	0,36	16,80	17,37	18,13	18,91
2	A0B1	0,27	0,30	0,27	0,29	30,63	32,44	28,20	27,29
3	A1B0	0,36	0,37	0,37	0,36	18,44	18,88	17,58	18,02
4	A1B1	0,17	0,17	0,19	0,19	15,28	15,38	15,13	15,61
5	A2B0	0,36	0,36	0,36	0,35	17,02	17,47	16,60	16,92
6	A2B1	0,43	0,39	0,41	0,39	9,77	11,16	10,14	11,12

R1: Replica 1 - R2: Replica 2
A: Ascendente - D: Descendente

ANEXO C
UVILLA

TABLA C.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA JALEA DE UVILLA

Tratamiento	Código	Agente Espesante	% Concentración
1	A0B0	Pectina Comercial	0
2	A0B1	Pectina Comercial	0,25
3	A1B0	Qitosano	0
4	A1B1	Qitosano	0,25
5	A2B0	Pectina - Qitosano	0
6	A2B0	Pectina - Qitosano	0,25

TABLA C.1.1. VALORES DE PORCENTAJE DE LECTURA (%FS) EN EL VISCOSIMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD EN LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DE JALEA DE UVILLA

RPM	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2																					
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,3	10,1	9,6	9,4	9,5	42,8	48,4	46,4	48,7	9,6	9,5	9,6	9,7	8,1	7,9	7,8	7,6	9,5	9,5	9,4	9,6	7,9	7,9	7,9	7,8
0,6	10,7	10,3	10,1	10,3	55,5	63,7	61,5	63,4	10,2	10,3	10,3	10,6	8,3	8,2	7,9	7,9	10,3	10,2	9,9	10,4	8,3	8,2	8,2	8,1
1,5	12,0	11,6	11,6	11,5	71,9	80,6	79,0	80,2	11,5	11,6	11,4	12,1	8,8	8,5	8,8	8,4	12,1	11,6	11,0	11,9	8,8	8,7	8,8	8,6
3,0	13,2	13,0	13,3	12,9	96,3	----	----	----	13,1	13,1	13,1	13,3	9,5	9,4	9,4	9,3	12,7	12,6	12,8	13,0	9,6	9,3	9,6	9,3
6,0	15,2	14,6	15,4	14,7					15,2	14,9	15,5	15,2	10,9	10,9	10,8	10,6	14,9	14,3	15,3	15,1	10,6	10,3	10,6	10,4
12,0	17,9	17,4	18,4	17,3					18,1	17,8	18,7	18,1	13,9	13,6	13,1	13,5	18,6	17,4	18,1	18,1	12,4	12,0	12,3	12,1
30,0	24,3	23,5	25,0	23,6					24,7	24,0	25,5	25,0	20,7	20,5	20,2	20,4	25,5	23,6	24,9	24,5	16,3	16,1	17,0	16,7
60,0	32,5	31,6	32,9	32,3					33,3	32,9	34,4	34,2	31,3	31,0	30,8	30,8	34,3	32,2	33,5	33,3	22,7	22,5	23,2	23,6

TABLA C.1.2. VALORES DE VISCOSIDAD APARENTE η_F [Pa. s] DE JALEA DE UVILLA

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	202,0	192,0	188,0	190,0	171,2	193,6	185,6	194,8	192,0	190,0	192,0	194,0	32,4	31,6	31,2	30,4	190,0	190,0	188,0	192,0	31,6	31,6	31,6	31,2
0,13	107,0	103,0	101,0	103,0	111,0	127,4	123,0	126,8	102,0	103,0	103,0	106,0	16,6	16,4	15,8	15,8	103,0	102,0	99,0	104,0	16,6	16,4	16,4	16,2
0,31	48,0	46,4	46,4	46,0	57,5	64,5	63,2	64,2	46,0	46,4	45,6	48,4	7,0	6,8	7,0	6,7	48,4	46,4	44,0	47,6	7,0	7,0	7,0	6,9
0,63	26,4	26,0	26,6	25,8	38,5				26,2	26,2	26,2	26,6	3,8	3,8	3,8	3,7	25,4	25,2	25,6	26,0	3,8	3,7	3,8	3,7
1,26	15,2	14,6	15,4	14,7					15,2	14,9	15,5	15,2	2,2	2,2	2,2	2,1	14,9	14,3	15,3	15,1	2,1	2,1	2,1	2,1
2,51	9,0	8,7	9,2	8,7					9,1	8,9	9,4	9,1	1,4	1,4	1,3	1,4	9,3	8,7	9,1	9,1	1,2	1,2	1,2	1,2
6,28	4,9	4,7	5,0	4,7					4,9	4,8	5,1	5,0	0,8	0,8	0,8	0,8	5,1	4,7	5,0	4,9	0,7	0,6	0,7	0,7
12,57	3,3	3,2	3,3	3,2					3,3	3,3	3,4	3,4	0,6	0,6	0,6	0,6	3,4	3,2	3,4	3,3	0,5	0,5	0,5	0,5

TABLA C.1.3. VALORES DE ESFUERZO DE CIZALLA τ [Pa.] DE JALEA DE UVILLA

Velocidad de Deformación (1/s)	T1: A0B0				T2: A0B1				T3: A1B0				T4: A1B1				T5: A2B0				T6: A2B1			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
0,06	12,6	12,0	11,8	11,9	10,9	12,4	11,9	12,5	12,0	11,9	12,0	12,1	2,1	2,0	2,0	1,9	11,9	11,9	11,8	12,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,13	13,4	12,9	12,6	12,9	14,2	16,3	15,7	16,2	12,8	12,9	12,9	13,3	2,1	2,1	2,0	2,0	12,9	12,8	12,4	13,0	2,1	2,1	2,1	2,1
0,31	15,0	14,5	14,5	14,4	18,4	20,6	20,2	20,5	14,4	14,5	14,3	15,1	2,3	2,2	2,3	2,1	15,1	14,5	13,8	14,9	2,3	2,2	2,3	2,2
0,63	16,5	16,3	16,6	16,1	24,6				16,4	16,4	16,4	16,6	2,4	2,4	2,4	2,4	15,9	15,8	16,0	16,3	2,5	2,4	2,5	2,4
1,26	19,0	18,3	19,3	18,4					19,0	18,6	19,4	19,0	2,8	2,8	2,8	2,7	18,6	17,9	19,2	18,9	2,7	2,6	2,7	2,7
2,51	22,4	21,8	23,0	21,7					22,7	22,3	23,4	22,7	3,6	3,5	3,4	3,5	23,3	21,8	22,7	22,7	3,2	3,1	3,1	3,1
6,28	30,4	29,4	31,3	29,5					30,9	30,0	31,9	31,3	5,3	5,2	5,2	5,2	31,9	29,5	31,2	30,7	4,2	4,1	4,3	4,3
12,57	40,7	39,6	41,2	40,4					41,7	41,2	43,1	42,8	8,0	7,9	7,9	7,9	42,9	40,3	41,9	41,7	5,8	5,8	5,9	6,0

TABLA C.1.4. VALORES DE INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO (n) E INDICE DE CONSISTENCIA (m) [Pa. sⁿ] DE JALEA DE UVILLA

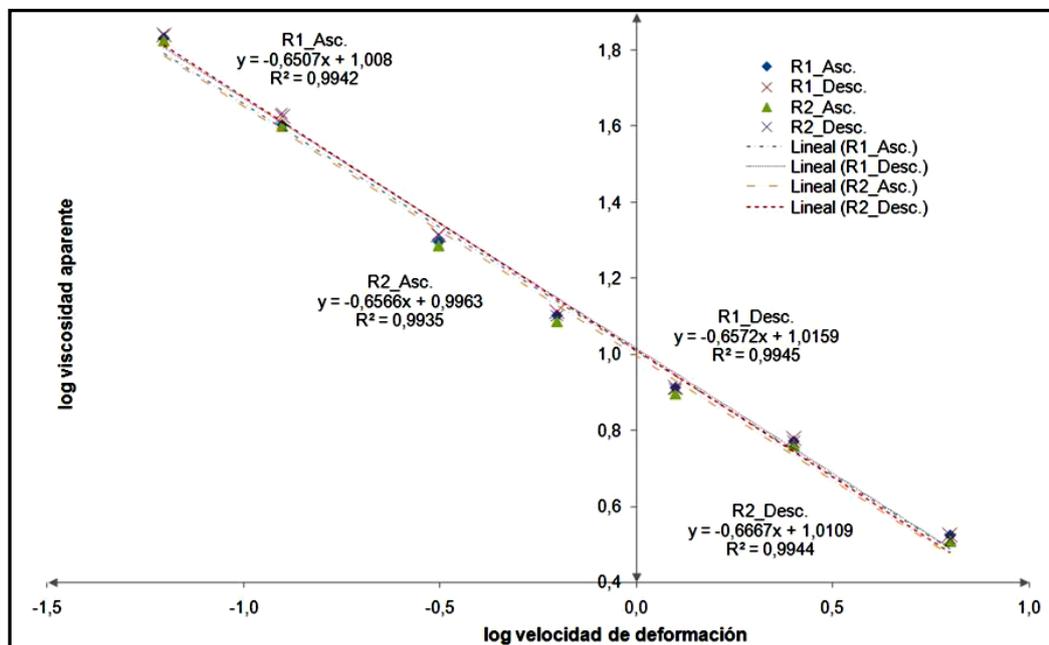
Tratamiento	Código	n				m (Pa.s ⁿ)			
		R1		R2		R1		R2	
		A	D	A	D	A	D	A	D
1	A0B0	0,21	0,22	0,23	0,22	20,23	19,57	20,08	19,57
2	A0B1	0,34	0,31	0,33	0,31	27,85	29,59	29,48	29,17
3	A1B0	0,23	0,23	0,24	0,23	20,02	19,83	20,33	20,40
4	A1B1	0,24	0,25	0,25	0,25	3,20	3,15	3,12	3,10
5	A2B0	0,24	0,22	0,24	0,23	20,25	19,46	19,80	20,09
6	A2B1	0,19	0,19	0,19	0,20	2,19	2,86	2,93	2,89

R1: Replica 1 - R2: Replica 2
A: Ascendente - D: Descendente

ANEXO D

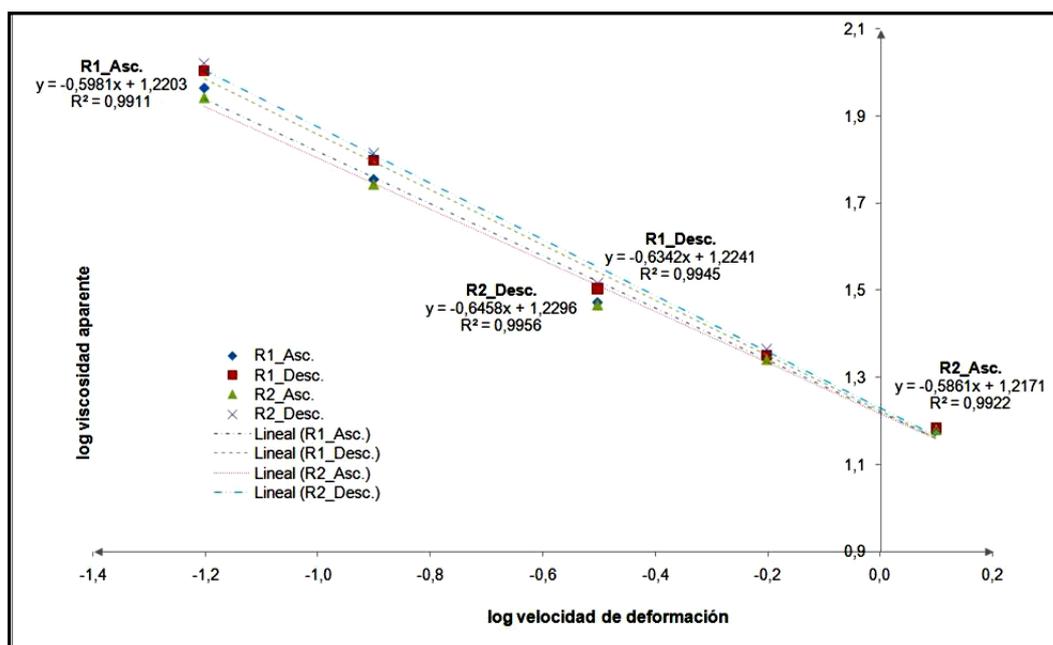
**REPRESENTACIONES
GRAFICAS**

FIGURA D.1. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en Jalea de Naranja.



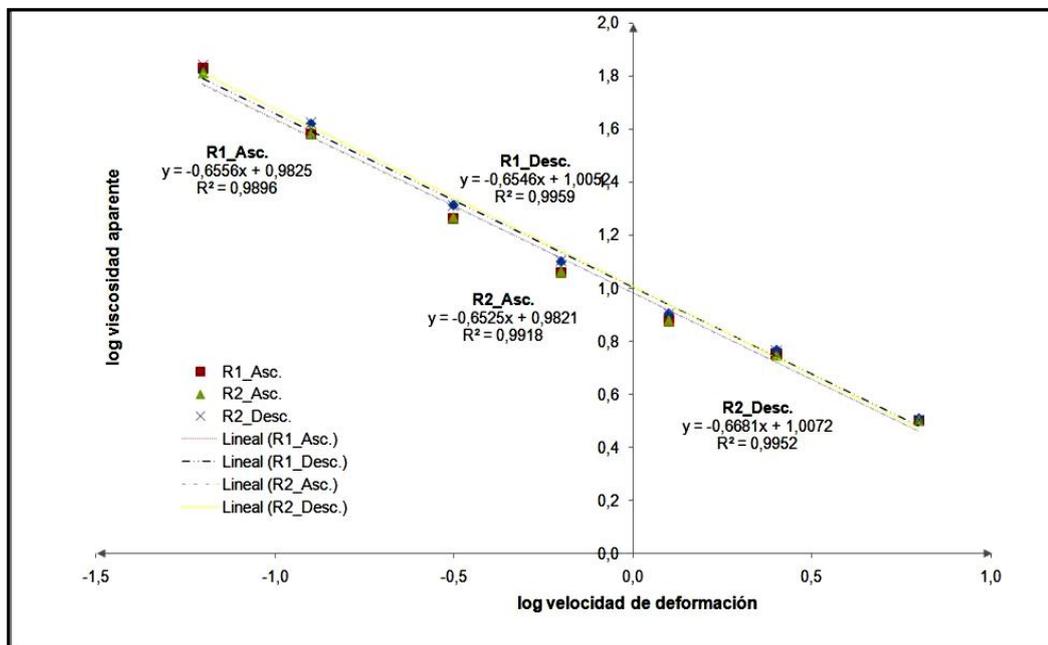
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente - Desc.: Forma descendente

FIGURA D.2. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B1 (Pectina - 0,20%) en Jalea de Naranja.



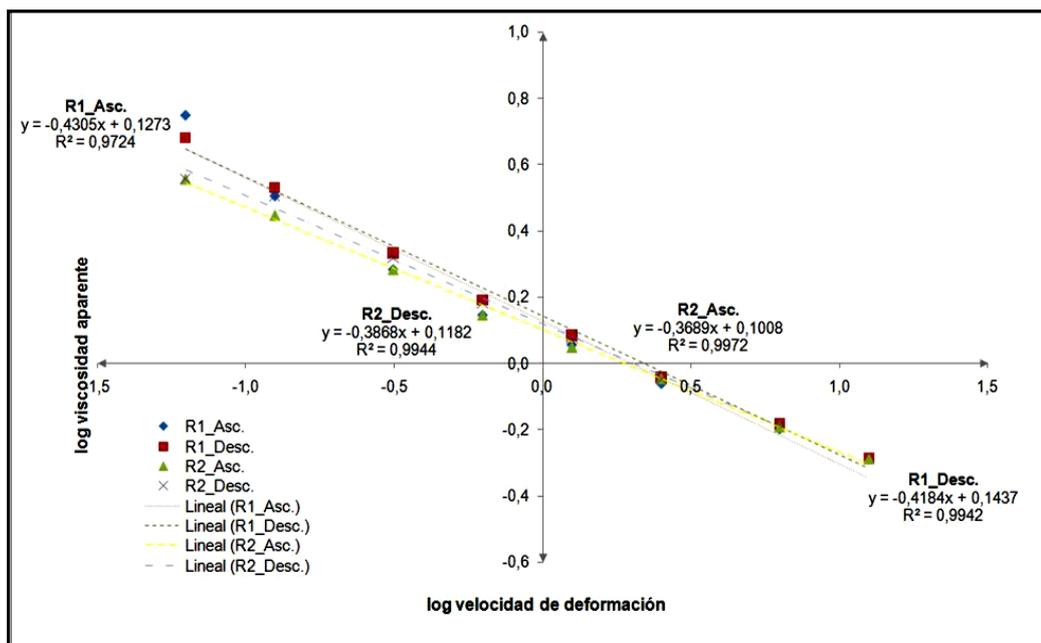
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente - Desc.: Forma descendente

FIGURA D.3. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en Jalea de Naranja.



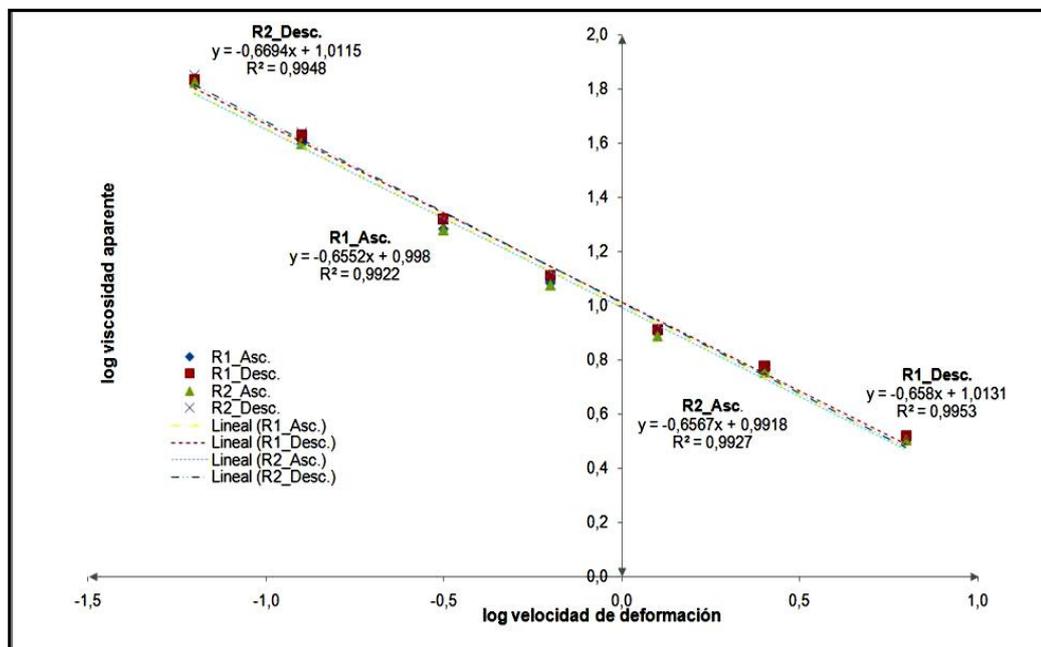
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.4. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,20%) en Jalea de Naranja.



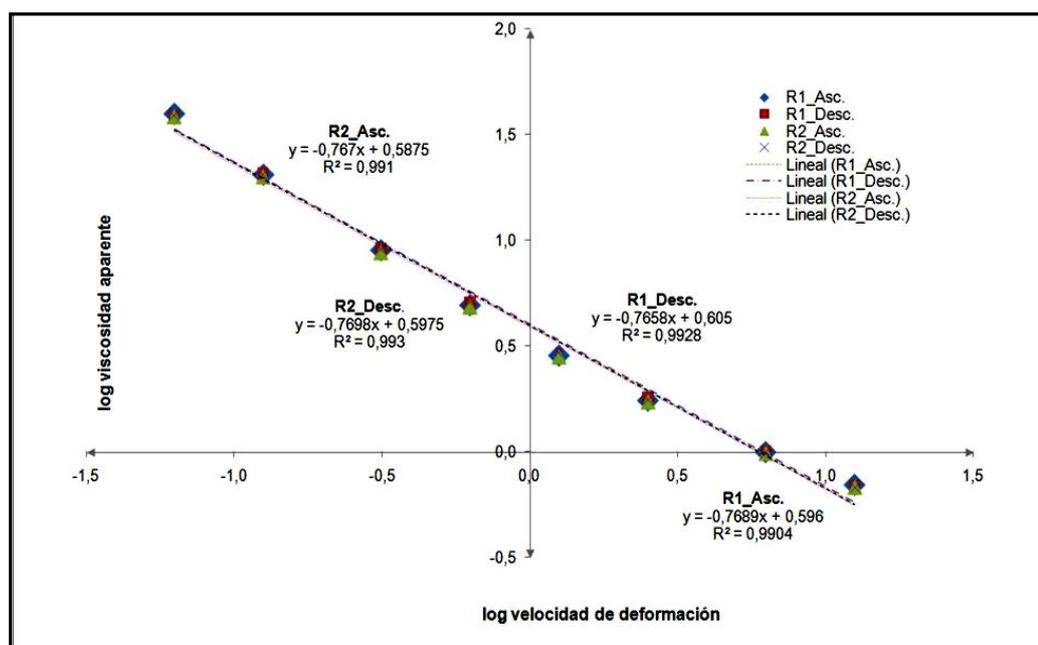
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.5. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en Jalea de Naranja.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.6. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B1 (0,10% Pectina – 0,10% Quitosano) en Jalea de Naranja.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.7. Relación existente entre Esfuerzo de cizalla [Pa.] y Velocidad de Deformación [1/s] de los tratamientos resultantes para Jalea de Naranja.

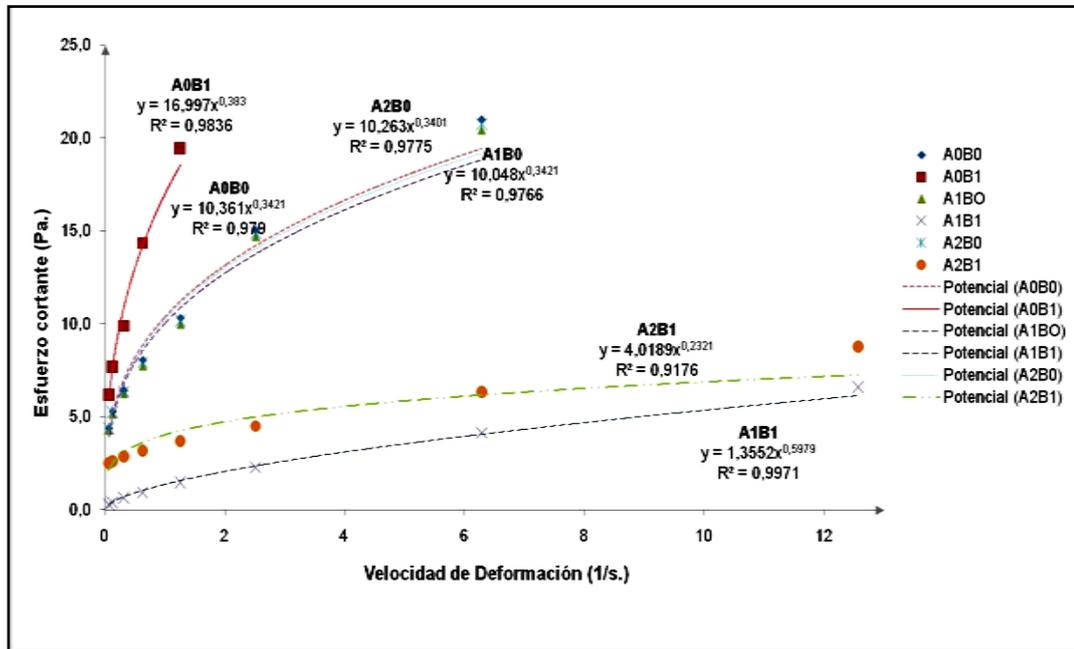
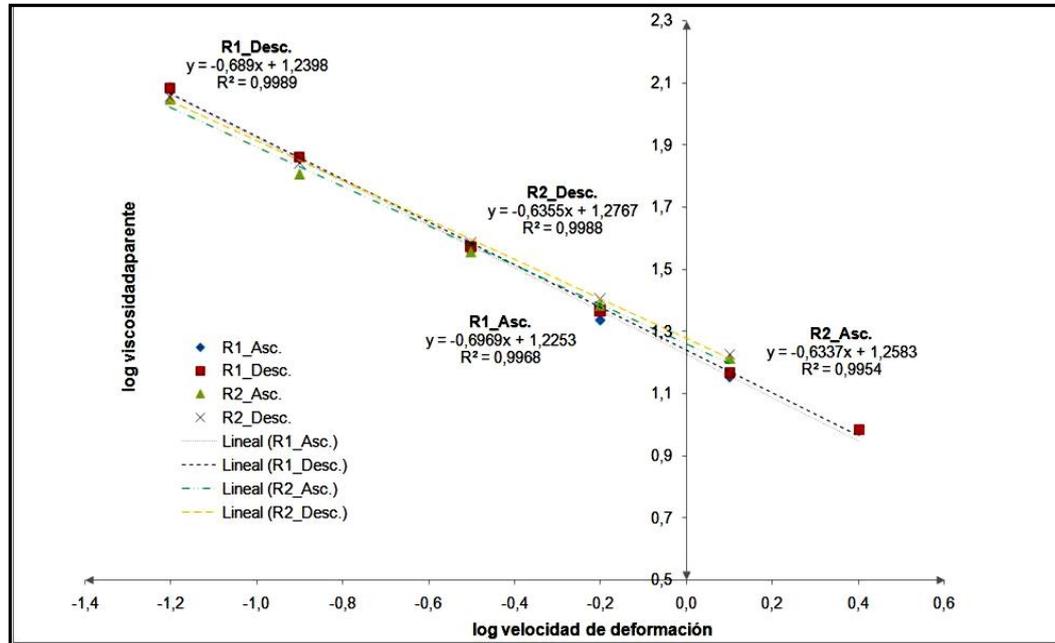
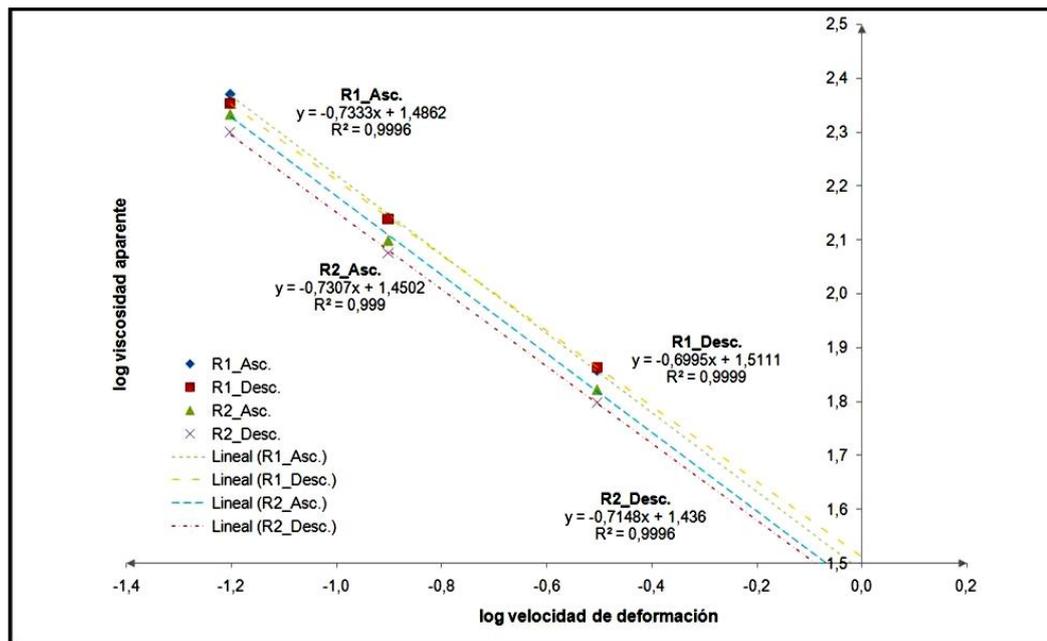


FIGURA D.8. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en Jalea de Tomate de Árbol.



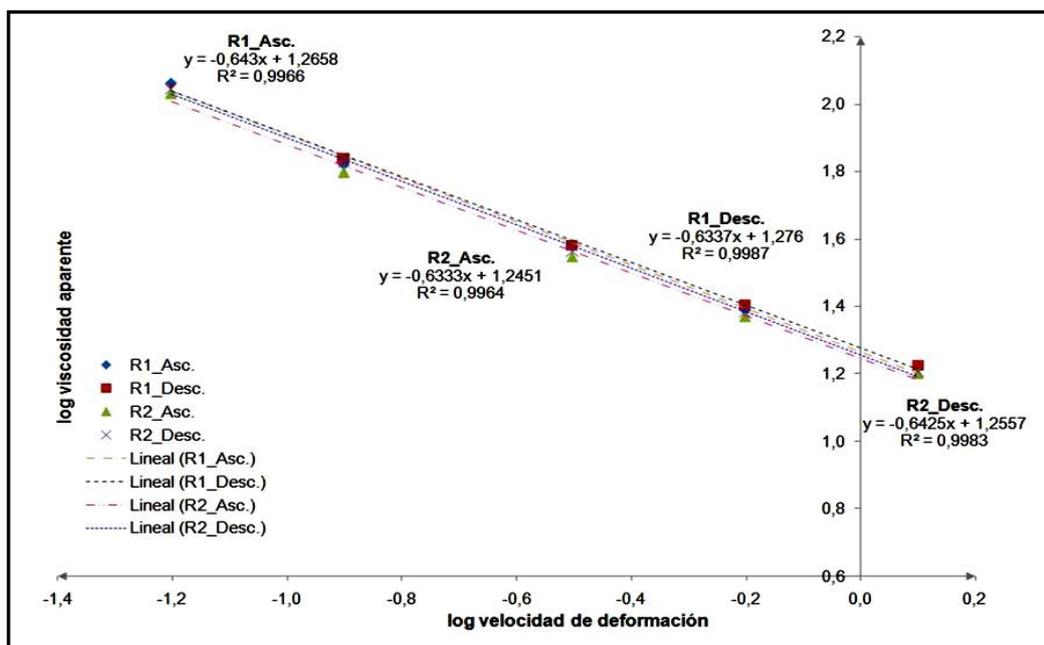
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.9. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B1 (Pectina – 0,15%) en Jalea de Tomate de Árbol.



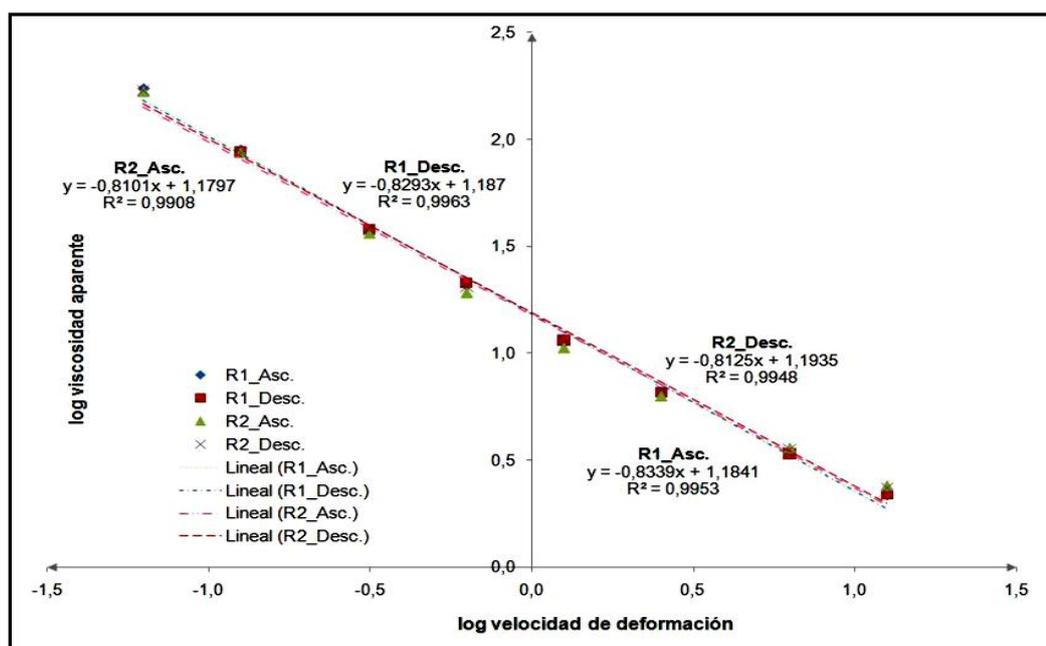
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.10. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en Jalea de en Jalea de Tomate de Árbol.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.11. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,15%) en Jalea de Tomate de Árbol.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.12. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en Jalea de Tomate de Árbol.

R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

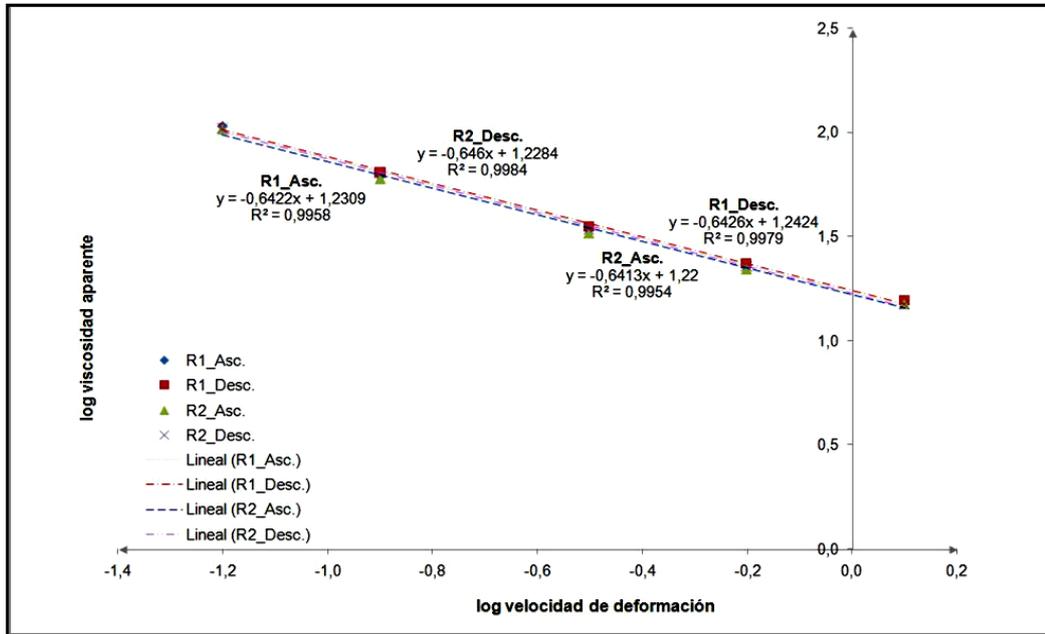
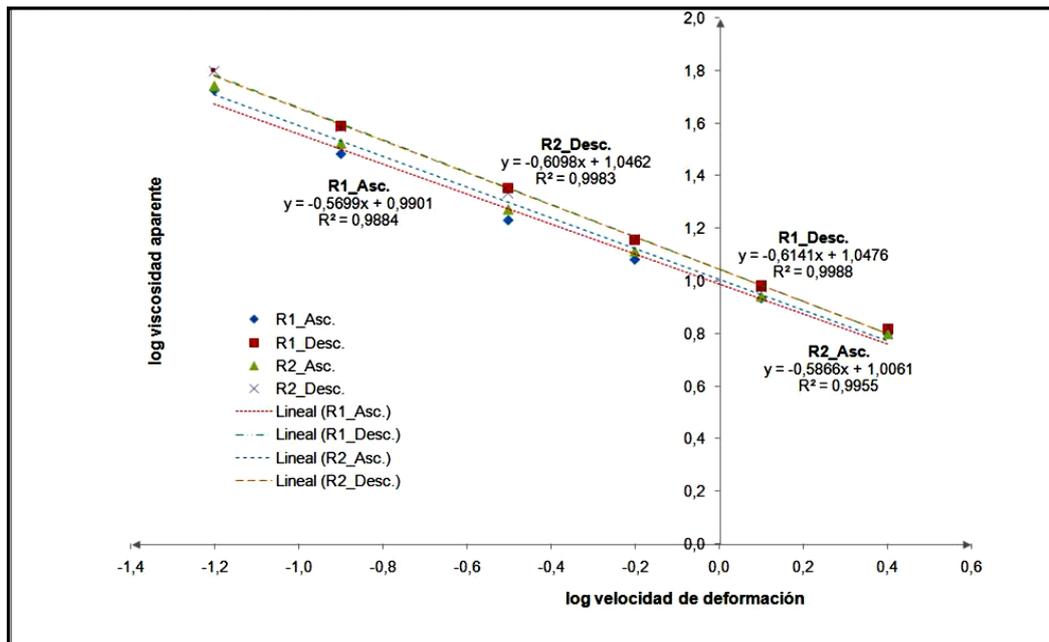


FIGURA D.13. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B1 (0,075% Pectina – 0,075% Quitosano) en Jalea de Tomate de Árbol.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.14. Relación existente entre Esfuerzo de cizalla [Pa.] y Velocidad de Deformación [1/s] de los tratamientos resultantes para Jalea de Tomate de Árbol.

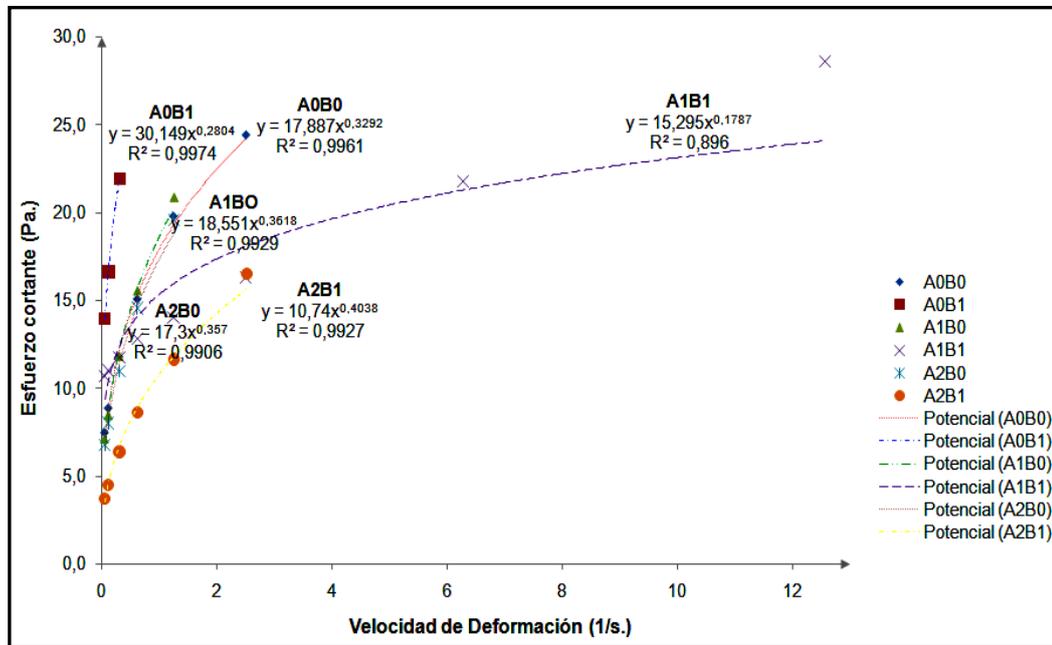
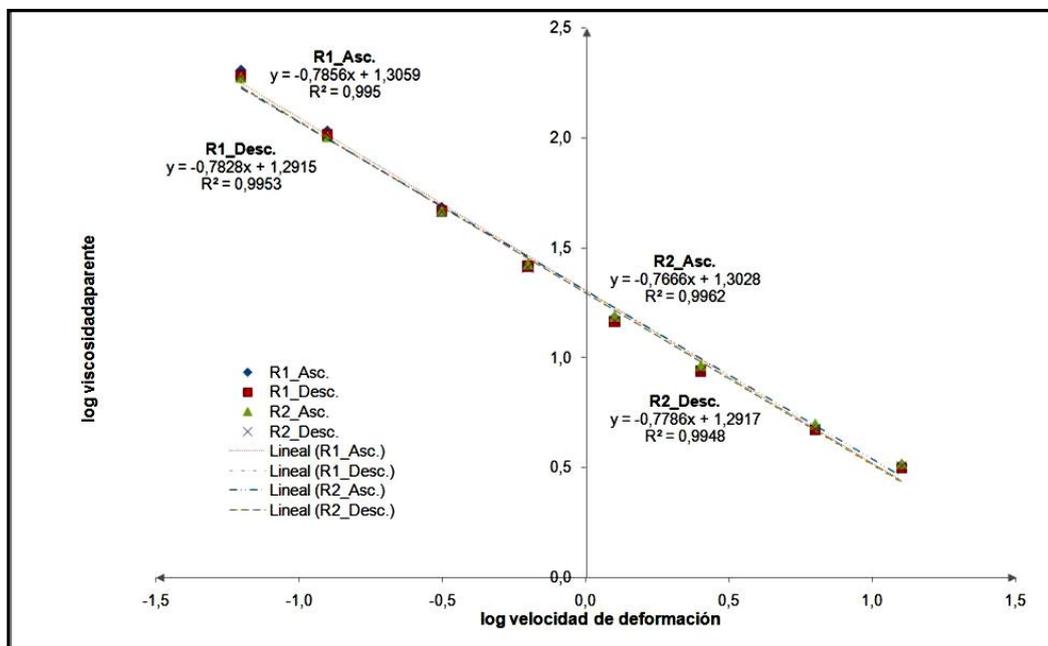
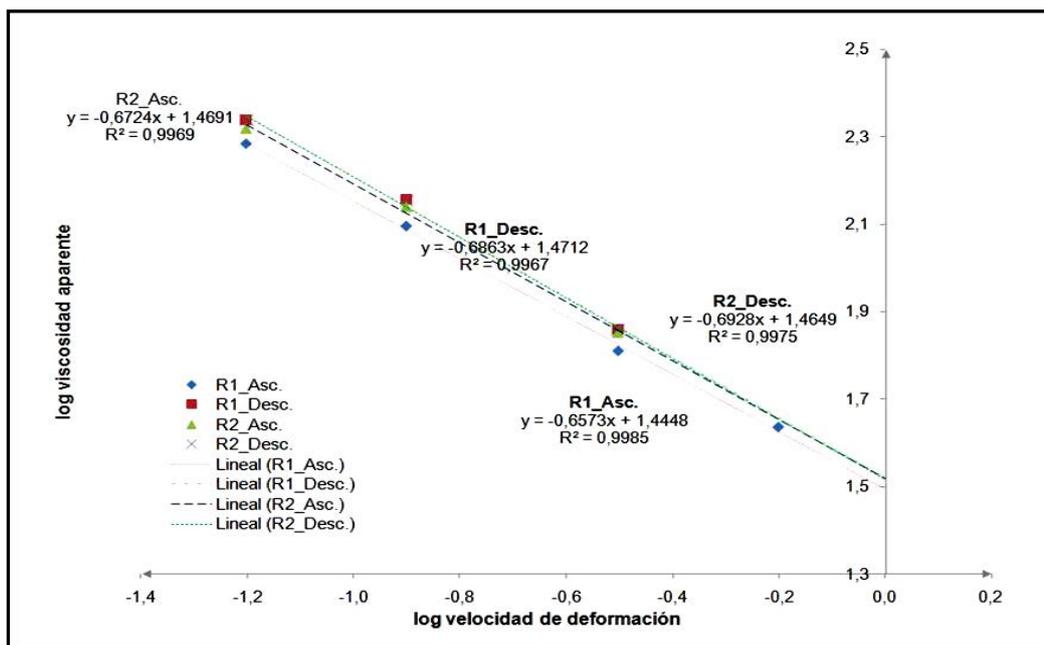


FIGURA D.15. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B0 (Pectina - 0%) en Jalea de Uvilla.



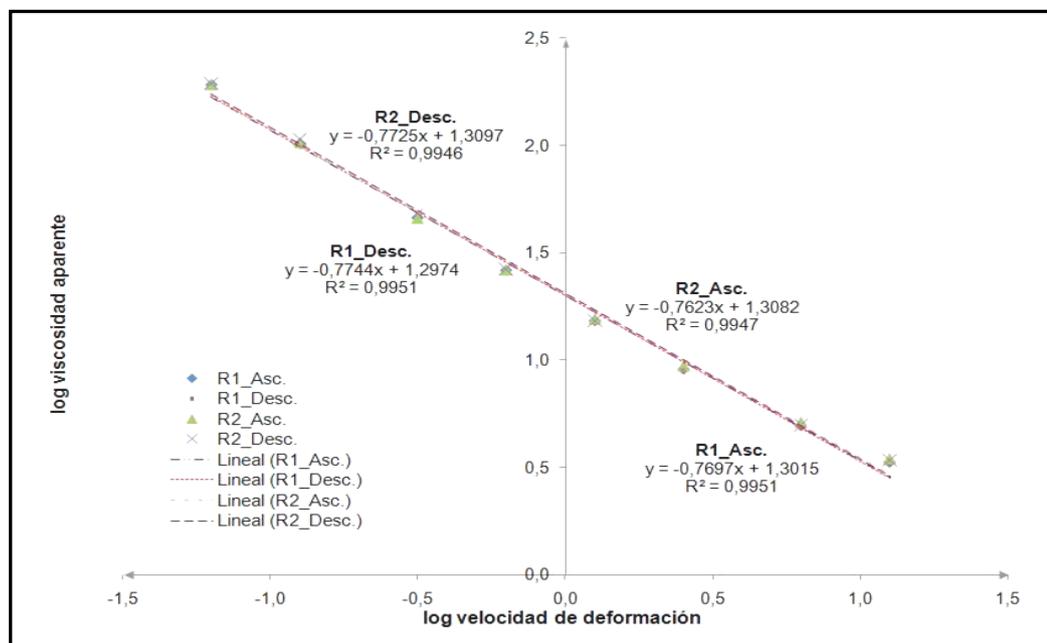
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente - Desc.: Forma descendente

FIGURA D.16. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A0B1 (Pectina - 0,25%) en Jalea de en Jalea de de Uvilla.



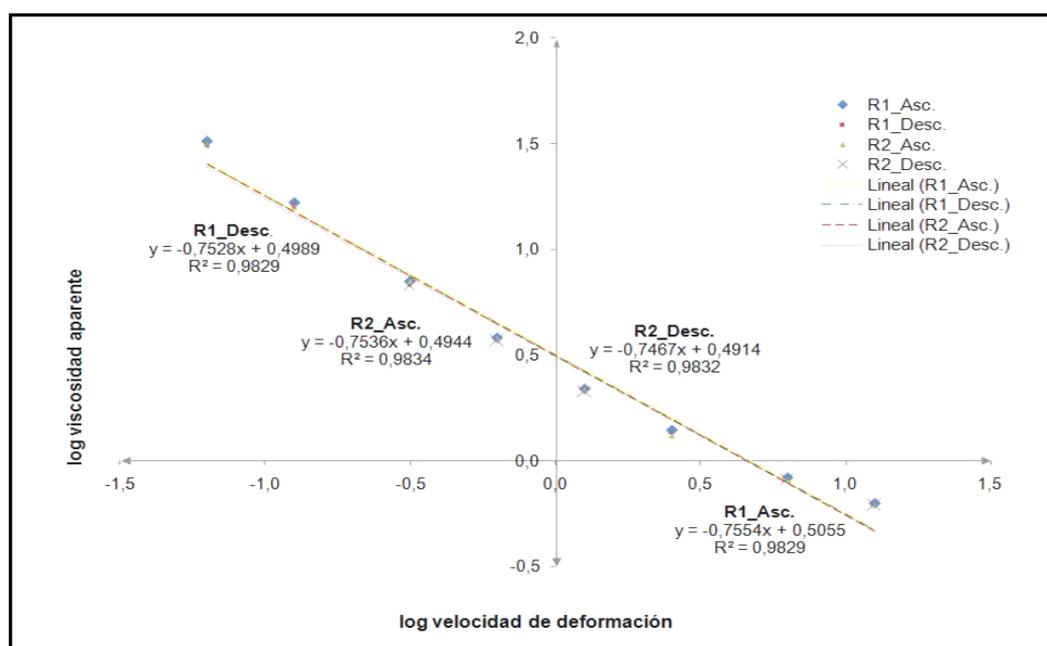
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente - Desc.: Forma descendente

FIGURA D.17. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B0 (Quitosano – 0%) en Jalea de en Jalea de de Uvilla.



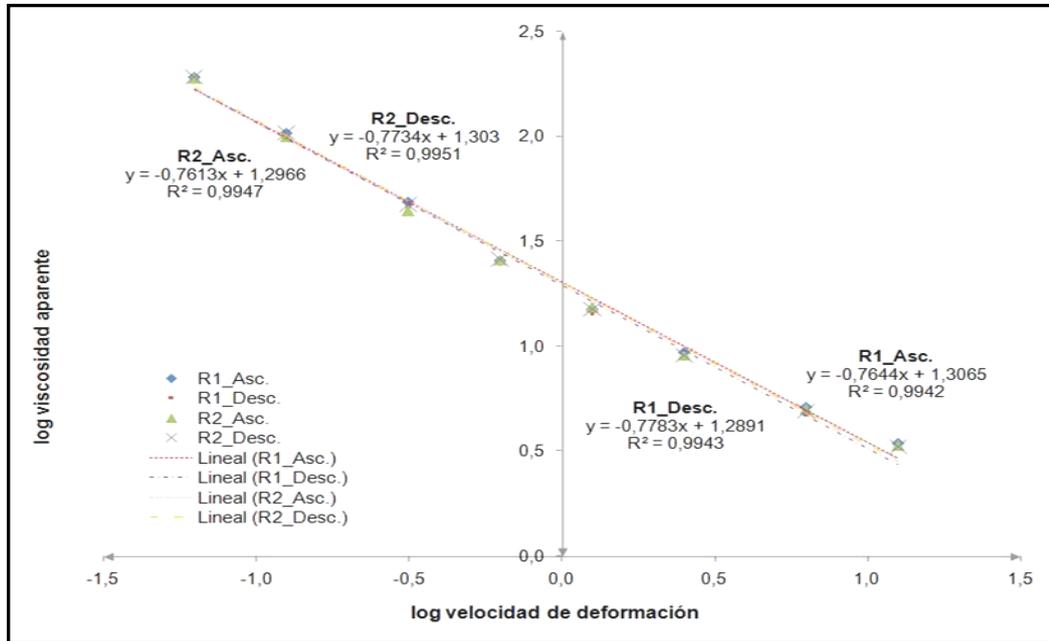
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.18. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A1B1 (Quitosano – 0,25%) en Jalea de de Uvilla.



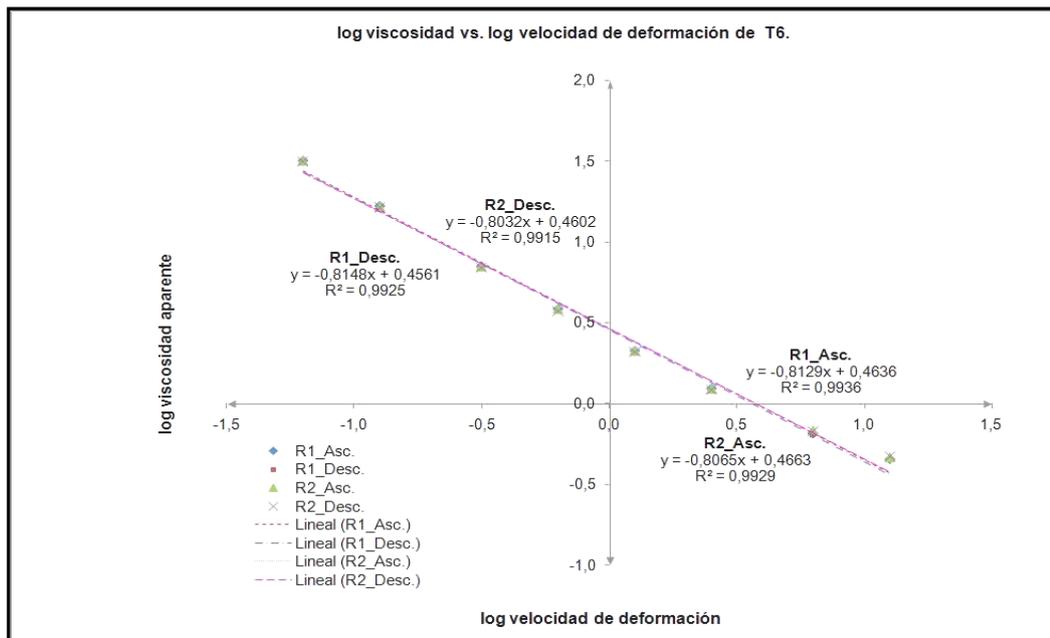
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.19. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B0 (0% Pectina – 0% Quitosano) en Jalea de de Uvilla.



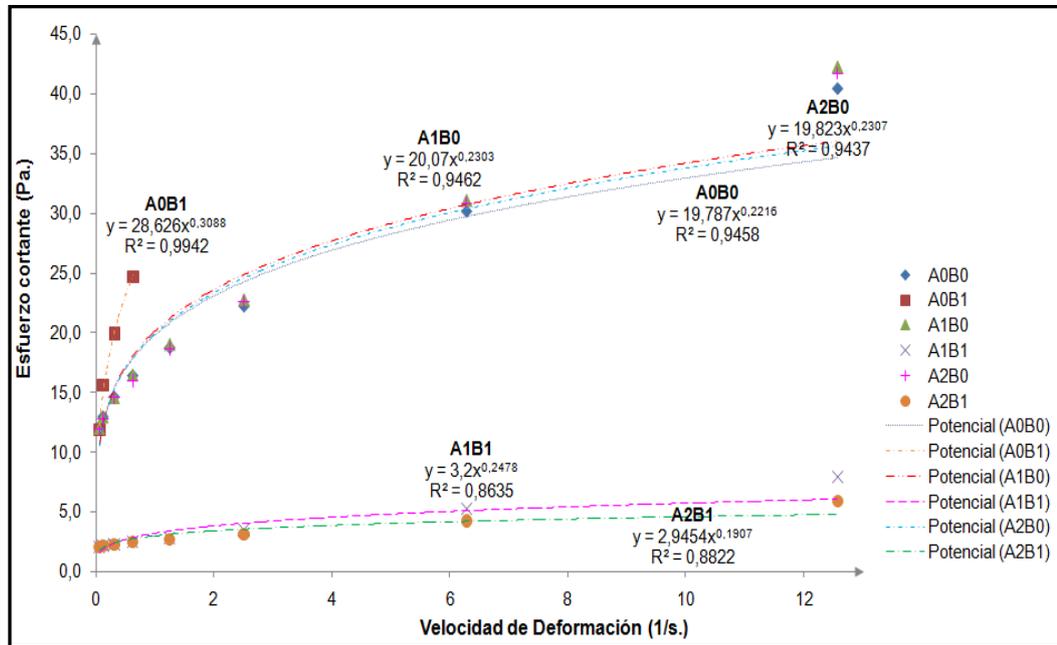
R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.20. Relación existente entre log viscosidad aparente $[\eta_F]$ y log velocidad de deformación $[4\pi N]$ en el tratamiento A2B1 (0,125% Pectina – 0,125% Quitosano) en Jalea de de Uvilla.



R1: Replica 1 - R2: Replica 2 - Asc.: forma Ascendente – Desc.: Forma descendente

FIGURA D.21. Relación existente entre Esfuerzo de cizalla [Pa] y Velocidad de Deformación [1/s.] de los tratamientos resultantes para Jalea de Uvilla.



ANEXO E
ANALISIS ESTADISTICO
INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO

TABLA E.1. Análisis de varianza del ÍNDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de naranjilla

FUENTE	Suma De Cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente-F	P-Valor
EFEKTOS PRINCIPALES					
A:AGENTE ESPESANTE	0,0377167	2	0,0188583	73,95	0,0002*
B:%CONCENTRACION	0,0352083	1	0,0352083	138,07	0,0001*
C:REPLICAS	0,000075	1	0,000075	0,29	0,6109
INTERACCION					
AB	0,0346167	2	0,0173083	67,88	0,0002*
RESIDUO	0,001275	5	0,000255		
TOTAL (Corregido)	0,108892	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA E.1.2 Medias por mínimos cuadrados del INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de naranjilla con 95,0 Intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIA TOTAL	12	0,390833			
AGENTE ESPESANTE					
Pectina Comercial	4	0,347500	0,00798436	0,326975	0,368025
Quitosano	4	0,470000	0,00798436	0,449475	0,490525
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,355000	0,00798436	0,334475	0,375525
CONCENTRACION					
0%	6	0,336667	0,0065192	0,319908	0,353425
0,20%	6	0,445000	0,0065192	0,428242	0,461758
REPLICAS					
1	6	0,393333	0,0065192	0,376575	0,410092
2	6	0,388333	0,0065192	0,371575	0,405092
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION					
Pectina Comercial 0%	2	0,335000	0,0112916	0,305974	0,364026
Pectina Comercial 0,20%	2	0,360000	0,0112916	0,330974	0,389026
Quitosano 0%	2	0,340000	0,0112916	0,310974	0,369026
Quitosano 0,20%	2	0,600000	0,0112916	0,570974	0,629026
Mezcla pectina- quitosano 0%	2	0,335000	0,0112916	0,305974	0,364026
Mezcla pectina- quitosano 0,20%	2	0,375000	0,0112916	0,345974	0,404026

TABLA E.1.3. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneos
Pectina Comercial	4	0,3475	B
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,3550	B
Quitosano	4	0,4700	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Quitosano		*-0,1225	0,029026
Pectina – Mezcla Pectina- Quitosano		-0,0075	0,029026
Quitosano – Mezcla Pectina-Quitosano		*0,1150	0,029026

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.1.4. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0%	6	0,336667	B
0,20%	6	0,445000	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
0% – 0,20%		*-0,108333	0,0236997

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.1.5. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
2	6	0,388333	A
1	6	0,393333	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
1 – 2		0,005	0,0236997

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.2. Análisis de varianza del ÍNDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de tomate de árbol.

FUENTE	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:AGENTE ESPESANTE	0,020150000	2	0,010075000	34,35	0,0012*
B:CONCENTRACION	0,012033300	1	0,012033300	41,02	0,0014*
C:REPLICAS	0,000133333	1	0,000133333	00,45	0,5301
INTERACCION					
AB	0,025016700	2	0,012508300	42,64	0,0007*
RESIDUO	0,001466670	5	0,000293333		
TOTAL (corregido)	0,058800000	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA E.2.2 Medias por mínimos cuadrados del INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de tomate de árbol con 95,0 intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
MEDIA TOTAL	12	0,320000				
AGENTE ESPESANTE						
Pectina Comercial	4	0,315000	0,00856349	0,292987	0,337013	
Quitosano	4	0,272500	0,00856349	0,250487	0,294513	
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,372500	0,00856349	0,350487	0,394513	
CONCENTRACION						
0%	6	0,351667	0,00699206	0,333693	0,36964	
0,15%	6	0,288333	0,00699206	0,27036	0,306307	
REPLICAS						
1	6	0,316667	0,00699206	0,298693	0,33464	
2	6	0,323333	0,00699206	0,30536	0,341307	
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION						
Pectina Comercial	0%	2	0,335000	0,0121106	0,303869	0,366131
Pectina Comercial	0,15%	2	0,295000	0,0121106	0,263869	0,326131
Quitosano	0%	2	0,365000	0,0121106	0,333869	0,396131
Quitosano	0,15%	2	0,180000	0,0121106	0,148869	0,211131
Mezcla pectina- quitosano	0%	2	0,355000	0,0121106	0,323869	0,386131
Mezcla pectina- quitosano	0,15%	2	0,390000	0,0121106	0,358869	0,421131

TABLA E.2.3. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneos
Quitosano	4	0,2725	C
Pectina Comercial	4	0,3150	B
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,3725	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Quitosano		*0,0425	0,0394055
Pectina – Mezcla Pectina- Quitosano		*-0,0575	0,0394055
Quitosano – Mezcla Pectina-Quitosano		*-0,1000	0,0394055

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.2.4. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0,15%	6	0,288333	B
0%	6	0,351667	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
0% – 0,15%		*0,0633333	0,0254187

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.2.5. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
1	6	0,316667	A
2	6	0,323333	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
1 – 2		-0,00666667	0,0254187

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.3. Análisis de varianza del ÍNDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de uvilla

FUENTE	Suma de Cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente -F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: AGENTE ESPESANTE	0,0060666700	2	0,0030333300	227,50	0,0000*
B: CONCENTRACION	0,0021333300	1	0,0021333300	160,00	0,0001*
C: REPLICAS	0,0000333333	1	0,0000333333	002,50	0,1747
INTERACCION					
AB	0,0072666700	2	0,0036333300	272,50	0,0000*
RESIDUO	0,0000666667	5	0,0000133333		
TOTAL (Corregido)	0,0155667000	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA E.3.2 Medias por mínimos cuadrados del INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO para jalea de uvilla con 95,0 Intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIA TOTAL	12	0,238333			
AGENTE ESPESANTE					
Pectina Comercial	4	0,265000	0,00182574	0,260307	0,269693
Quitosano	4	0,240000	0,00182574	0,235307	0,244693
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,210000	0,00182574	0,205307	0,214693
CONCENTRACION					
0%	6	0,225000	0,00149071	0,221168	0,228832
0,25%	6	0,251667	0,00149071	0,247835	0,255499
REPLICAS					
1	6	0,236667	0,00149071	0,232835	0,240499
2	6	0,240000	0,00149071	0,236168	0,243832
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION					
Pectina Comercial 0%	2	0,220000	0,00258199	0,213363	0,226637
Pectina Comercial 0,25%	2	0,310000	0,00258199	0,303363	0,316637
Quitosano 0%	2	0,230000	0,00258199	0,223363	0,236637
Quitosano 0,25%	2	0,250000	0,00258199	0,243363	0,256637
Mezcla pectina- quitosano 0%	2	0,225000	0,00258199	0,218363	0,231637
Mezcla pectina- quitosano 0,25%	2	0,195000	0,00258199	0,188363	0,201637

TABLA E.3.3. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneos
Mezcla Pectina-Quitosano	4	0,210	C
Quitosano	4	0,240	B
Pectina COmercial	4	0,265	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Quitosano		*0,025	0,00840128
Pectina – Mezcla Pectina- Quitosano		*0,055	0,00840128
Quitosano – Mezcla Pectina-Quitosano		*0,03	0,00840128

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.3.4. Contraste múltiple de rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0%	6	0,225000	B
0,25%	6	0,251667	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
0% – 0,25%		*-0,0266667	0,00541928

* denota diferencia estadística significativa

TABLA E.3.5. Contraste Múltiple de Rangos para INDICE DE COMPORTAMIENTO DE FLUJO según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para Jalea De Uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
1	6	0,236667	A
2	6	0,240000	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
1 – 2		-0,00333333	0,00541928

* denota diferencia estadística significativa

ANEXO F
ANALISIS ESTADISTICO
INDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ]

TABLA F.1. Análisis de varianza del ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] para jalea de naranjilla

FUENTE	Suma De Cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:AGENTE ESPESANTE	122,776	2	61,3881	1105,39	0,0000*
B:%CONCENTRACION	3,93307	1	3,93307	70,82	0,0004*
C:REPLICAS	0,054675	1	0,054675	0,98	0,3666
INTERACCION					
AB	117,662	2	58,8308	1059,35	0,0000*
RESIDUO	0,277675	5	0,055535		
TOTAL (Corregido)	244,703	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA F.1.2 Medias por mínimos cuadrados del ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Pa.sⁿ) para jalea de naranjilla con 95,0 Intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIA TOTAL	12	9,67583			
AGENTE ESPESANTE					
Pectina Comercial	4	13,585000	0,117829	13,2821	13,8879
Qitosano	4	05,750000	0,117829	5,44711	6,05289
Mezcla Pectina-Qitosano	4	09,692500	0,117829	9,38961	9,99539
CONCENTRACION					
0%	6	10,248300	0,0962072	10,001	10,4956
0,20%	6	09,103330	0,0962072	8,85602	9,35064
REPLICAS					
1	6	09,608330	0,0962072	9,36102	9,85564
2	6	09,743330	0,0962072	9,49602	9,99064
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION					
Pectina Comercial 0%	2	10,310000	0,1666360	9,88165	10,7384
Pectina Comercial 0,20%	2	16,860000	0,1666360	16,4316	17,2884
Qitosano 0%	2	10,145000	0,1666360	9,71665	10,5734
Qitosano 0,20%	2	01,355000	0,1666360	0,926648	1,78335
Mezcla pectina- qitosano 0%	2	10,290000	0,1666360	9,86165	10,7184
Mezcla pectina- qitosano 0,20%	2	09,095000	0,1666360	8,66665	9,52335

TABLA F.1.3. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
Qitosano	4	05,7500	C
Mezcla pectina- qitosano	4	09,6925	B
Pectina Comercial	4	13,5850	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Qitosano		*7,835	0,5422
Pectina – Mezcla Pectina- Qitosano		*3,8925	0,5422
Qitosano – Mezcla Pectina-Qitosano		*-3,9425	0,5422

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.1.4. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0,20%	6	09,10333	B
0%	6	10,2483	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0% - 0,20%		*1,145	0,349748

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.1.5. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de naranjilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
1	6	9,60833	A
2	6	9,74333	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
1 – 2		-0,135	0,349748

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.2. Análisis de varianza del ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] para jalea de tomate de árbol.

FUENTE	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:AGENTE ESPESANTE	205,355	2	102,677	39,34	0,0009*
B:CONCENTRACION	2,45707	1	2,45707	0,94	0,3765
C:REPLICAS	1,94407	1	1,94407	0,74	0,4276
INTERACCION					
AB	180,414	2	90,2068	34,56	0,0012*
RESIDUO	13,0513	5	2,61026		
TOTAL (corregido)	403,221	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA F.2.2 Medias por mínimos cuadrados del ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] para jalea de tomate de árbol con 95,0 Intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIA TOTAL	12	18,3808			
AGENTE ESPESANTE					
Pectina Comercial	4	24,0025	0,807814	21,9259	26,0791
Quitosano	4	16,9725	0,807814	14,8959	19,0491
Mezcla Pectina-Quitosano	4	14,1675	0,807814	12,0909	16,2441
CONCENTRACION					
0%	6	17,9283	0,659578	16,2328	19,6238
0,15%	6	18,8333	0,659578	17,1378	20,5288
REPLICAS					
1	6	18,7833	0,659578	17,0878	20,4788
2	6	17,9783	0,659578	16,2828	19,6738
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION					
Pectina Comercial 0%	2	18,1400	1,14242	15,2033	21,0767
Pectina Comercial 0,15%	2	29,8650	1,14242	26,9283	32,8017
Quitosano 0%	2	18,4500	1,14242	15,5133	21,3867
Quitosano 0,15%	2	15,4950	1,14242	12,5583	18,4317
Mezcla pectina- quitosano 0%	2	17,1950	1,14242	14,2583	20,1317
Mezcla pectina- quitosano 0,15%	2	11,1400	1,14242	8,2033	14,0767

TABLA F.2.3. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneos
Mezcla pectina- quitosano	4	14,1675	B
Quitosano	4	16,9725	B
Pectina Comercial	4	24,0025	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Quitosano		*7,030	3,71721
Pectina – Mezcla Pectina- Quitosano		*9,835	3,71721
Quitosano – Mezcla Pectina-Quitosano		2,805	3,71721

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.2.4. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0%	6	17,9283	A
0,15%	6	18,8333	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0% - 0,15%		-0,905	2,3978

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.2.5. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de tomate de árbol.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
2	6	17,9783	A
1	6	18,7833	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
1 – 2		0,805	2,3978

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.3. Análisis de varianza del ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] para jalea de uvilla

FUENTE	Suma de Cuadrados	G.L.	Cuadrados Medios	Cociente -F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:AGENTE ESPESANTE	451,014	2	225,507	2800,17	0,0000*
B:CONCENTRACION	193,282	1	193,282	2400,03	0,0000*
C:REPLICAS	0,0481333	1	0,0481333	0000,60	0,4744
INTERACCION					
AB	477,224	2	238,612	2962,90	0,0000*
RESIDUO	0,402667	5	0,0805333		
TOTAL (Corregido)	1121,9700	11			

* difiere significativamente – Significancia $\alpha=0.05\%$

TABLA F.3.2 Medias por mínimos cuadrados del ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] para jalea de uvilla con 95,0 Intervalos de confianza.

NIVEL	FRECUENCIA	MEDIA	ERROR ESTANDAR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIA TOTAL	12	15,8067			
AGENTE ESPESANTE					
Pectina Comercial	4	24,475	0,141892	24,1103	24,8397
Qitosano	4	11,62	0,141892	11,2553	11,9847
Mezcla Pectina-Qitosano	4	11,325	0,141892	10,9603	11,6897
CONCENTRACION					
0%	6	19,82	0,115854	19,5222	20,1178
0,25%	6	11,7933	0,115854	11,4955	12,0911
REPLICAS					
1	6	15,7433	0,115854	15,4455	16,0411
2	6	15,87	0,115854	15,5722	16,1678
AGENTE ESPESANTE CONCENTRACION					
Pectina Comercial 0%	2	19,57	0,200666	19,0542	20,0858
Pectina Comercial 0,25%	2	29,38	0,200666	28,8642	29,8958
Qitosano 0%	2	20,115	0,200666	19,5992	20,6308
Qitosano 0,25%	2	3,125	0,200666	2,60917	3,64083
Mezcla pectina- qitosano 0%	2	19,775	0,200666	19,2592	20,2908
Mezcla pectina- qitosano 0,25%	2	2,875	0,200666	2,35917	3,39083

TABLA F.3.3. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según AGENTE ESPESANTE – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneos
Mezcla Pectina- Qitosano	4	11,325	B
Qitosano	4	11,620	B
Pectina	4	24,475	A
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Pectina – Qitosano		*12,855	0,652926
Pectina – Mezcla Pectina- Qitosano		*13,150	0,652926
Qitosano – Mezcla Pectina-Qitosano		0,295	0,652926

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.3.4. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según %CONCENTRACION – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
0,25%	6	11,7933	B
0%	6	19,8200	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
0% - 0,25%		*8,02667	0,421172

* denota diferencia estadística significativa

TABLA F.3.5. Contraste múltiple de rangos para ÍNDICE DE CONSISTENCIA [Pa.sⁿ] según REPLICAS – Método: 95,0 porcentajes HSD de Tukey para jalea de uvilla.

Nivel	Frecuencia	Media LS	Grupos Homogéneo
1	6	15,7433	A
2	6	15,8700	A
Contraste		Diferencia	+/- Límites
1 – 2		-0,126667	0,421172

* denota diferencia estadística significativa

ANEXO G

**VALORES DE pH, SÓLIDOS SOLUBLES
Y
RESPUESTAS DE ANÁLISIS SENSORIAL**

TABLA G.1. VALORES REGISTRADOS DE pH, SOLIDOS SOLUBLES DE JALEA DE NARANJILLA, TOMATE DE ARBOL Y UVILLA EN TRANCURSO DE LA DETERMINACION DE PARAMETROS REOLÓGICOS

TRATAMIENTO	p H						SOLIDOS SOLUBLES (° Brix)					
	Naranja		Tomate de árbol		Uvilla		Naranja		Tomate de árbol		Uvilla	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	67,6	67,5	69,0	69,0	66,0	66,2
2	3,5	3,4	3,4	3,5	3,4	3,4	68,1	68,1	69,2	69,0	67,1	67,2
3	3,2	3,3	3,4	3,1	3,2	3,4	67,5	66,9	68,5	69	68	67
4	3,4	3,5	3,3	3,4	3,5	3,4	66,5	67,0	66,2	66,1	66,7	66,9
5	3,3	3,4	3,5	3,4	3,3	3,5	67,5	67,2	68,8	69,0	67,0	66,6
6	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	66,5	66,5	66,8	66,7	66,3	66,0

R1: Replica 1 – **R2:** Replica 2

TABLA G.2. VALORES OBTENIDOS EN EL ANALISIS SENSORIAL DE LA JALEA DE NARANJILLA

CATADORES	TRATAMIENTOS	APARIENCIA			CONSISTENCIA			OLOR			SABOR			ACEPTABILIDAD		
		R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO
1	1	4	4	4,0	4	5	4,5	2	2	2,0	4	5	4,5	3	5	4,0
1	2	5	4	4,5	5	4	4,5	1	2	1,5	5	5	5,0	4	4	4,0
2	3	4	5	4,5	5	4	4,5	1	3	2,0	5	5	5,0	5	5	5,0
2	4	1	2	1,5	3	1	2,0	3	3	3,0	3	2	2,5	2	1	1,5
3	5	5	4	4,5	4	4	4,0	1	3	2,0	5	4	4,5	5	4	4,5
3	6	2	3	2,5	1	1	1,0	1	2	1,5	3	5	4,0	3	2	2,5
4	1	4	4	4,0	5	4	4,5	3	3	3,0	4	4	4,0	4	5	4,5
4	3	4	4	4,0	4	5	4,5	2	3	2,5	5	4	4,5	5	3	4,0
5	2	5	4	4,5	4	5	4,5	3	3	3,0	4	1	2,5	5	3	4,0
5	5	5	3	4,0	5	4	4,5	3	3	3,0	4	4	4,0	3	5	4,0
6	4	2	1	1,5	2	2	2,0	3	3	3,0	3	2	2,5	2	2	2,0
6	6	3	2	2,5	2	2	2,0	2	2	2,0	5	3	4,0	3	3	3,0
7	1	5	4	4,5	5	5	5,0	3	3	3,0	5	4	4,5	4	4	4,0
7	4	2	1	1,5	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0	1	2	1,5
8	2	5	4	4,5	4	5	4,5	3	1	2,0	5	5	5,0	4	4	4,0
8	6	3	3	3,0	2	4	3,0	3	3	3,0	3	2	2,5	2	3	2,5
9	3	5	4	4,5	3	4	3,5	2	2	2,0	4	5	4,5	4	4	4,0
9	5	4	3	3,5	4	5	4,5	3	2	2,5	4	4	4,0	4	3	3,5
10	1	5	4	4,5	4	4	4,0	3	3	3,0	4	5	4,5	3	4	3,5
10	5	3	4	3,5	4	4	4,0	2	2	2,0	5	2	3,5	5	3	4,0
11	2	3	4	3,5	5	5	5,0	3	3	3,0	4	4	4,0	3	3	3,0
11	4	3	2	2,5	1	2	1,5	2	2	2,0	2	2	2,0	3	1	2,0
12	3	4	5	4,5	2	4	3,0	3	3	3,0	5	4	4,5	3	5	4,0
12	6	2	1	1,5	1	4	2,5	3	2	2,5	4	3	3,5	3	2	2,5
13	1	3	4	3,5	3	4	3,5	2	2	2,0	5	5	5,0	4	3	3,5
13	6	1	3	2,0	1	3	2,0	3	4	3,5	3	3	3,0	4	1	2,5
14	2	4	5	4,5	5	4	4,5	3	3	3,0	3	5	4,0	5	3	4,0
14	3	3	4	3,5	5	5	5,0	3	4	3,5	4	4	4,0	3	5	4,0
15	4	2	1	1,5	1	3	2,0	2	3	2,5	3	2	2,5	2	1	1,5
15	5	5	4	4,5	1	4	2,5	3	3	3,0	3	4	3,5	5	4	4,5

R1: Replica 1 – R2: Replica 2

TABLA G.3. VALORES OBTENIDOS EN EL ANALISIS SENSORIAL DE LA JALEA DE TOMATE DE ARBOL

CATADORES	TRATAMIENTO	APARIENCIA			CONSISTENCIA			OLOR			SABOR			ACEPTABILIDAD		
		R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO
1	1	4	3	3,5	3	1	2,0	3	2	2,5	5	4	4,5	4	3	3,5
1	2	5	4	4,5	4	4	4,0	4	5	4,5	5	5	5,0	5	4	4,5
2	3	4	5	4,5	3	3	3,0	3	3	3,0	4	5	4,5	5	5	5,0
2	4	5	3	4,0	4	4	4,0	3	3	3,0	3	3	3,0	4	4	4,0
3	5	5	3	4,0	4	4	4,0	3	3	3,0	5	5	5,0	5	4	4,5
3	6	5	4	4,5	3	3	3,0	2	2	2,0	2	3	2,5	4	3	3,5
4	1	5	4	4,5	4	5	4,5	3	2	2,5	3	3	3,0	5	3	4,0
4	3	4	3	3,5	1	2	1,5	4	4	4,0	4	3	3,5	5	3	4,0
5	2	4	2	3,0	4	4	4,0	3	3	3,0	4	3	3,5	5	3	4,0
5	5	5	2	3,5	1	1	1,0	4	4	4,0	4	4	4,0	3	2	2,5
6	4	3	2	2,5	1	2	1,5	3	3	3,0	4	4	4,0	4	4	4,0
6	6	5	2	3,5	2	2	2,0	2	2	2,0	5	3	4,0	5	3	4,0
7	1	4	2	3,0	1	4	2,5	3	4	3,5	4	4	4,0	5	4	4,5
7	4	5	4	4,5	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0	5	5	5,0
8	2	5	3	4,0	3	4	3,5	3	1	2,0	5	4	4,5	4	4	4,0
8	6	3	3	3,0	4	4	4,0	3	3	3,0	4	4	4,0	5	4	4,5
9	3	5	2	3,5	4	4	4,0	2	2	2,0	4	4	4,0	5	3	4,0
9	5	4	3	3,5	4	4	4,0	3	2	2,5	4	4	4,0	4	3	3,5
10	1	5	4	4,5	4	1	2,5	4	5	4,5	4	4	4,0	5	4	4,5
10	5	3	3	3,0	4	4	4,0	2	2	2,0	3	2	2,5	5	3	4,0
11	2	3	3	3,0	5	4	4,5	4	3	3,5	4	4	4,0	3	3	3,0
11	4	3	3	3,0	3	3	3,0	2	3	2,5	5	5	5,0	3	5	4,0
12	3	3	2	2,5	1	1	1,0	3	3	3,0	5	5	5,0	5	5	5,0
12	6	5	3	4,0	3	3	3,0	4	4	4,0	4	3	3,5	4	4	4,0
13	1	5	4	4,5	4	4	4,0	4	2	3,0	4	4	4,0	4	4	4,0
13	6	5	3	4,0	2	2	2,0	4	4	4,0	3	3	3,0	4	3	3,5
14	2	4	3	3,5	5	4	4,5	3	4	3,5	3	2	2,5	5	2	3,5
14	3	5	2	3,5	5	5	5,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0
15	4	5	3	4,0	3	3	3,0	2	2	2,0	4	4	4,0	5	4	4,5
15	5	4	3	3,5	4	4	4,0	3	4	3,5	3	4	3,5	5	4	4,5

R1: Replica 1 – R2: Replica 2

TABLA G.4. VALORES OBTENIDOS EN EL ANALISIS SENSORIAL DE LA JALEA DE UVILLA

CATADORES	TRATAMIENTOS	APARIENCIA			CONSISTENCIA			OLOR			SABOR			ACEPTABILIDAD		
		R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO	R1	R2	PROMEDIO
1	1	4	3	3,5	3	1	2,0	4	4	4,0	3	3	3,0	4	5	4,5
1	2	1	1	1,0	5	4	4,5		4	4,0	4	4	4,0	3	4	3,5
2	3	4	4	4,0	2	2	2,0	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0
2	4	2	1	1,5	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0	4	4	4,0
3	5	4	3	3,5	2	4	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0
3	6	2	2	2,0	3	1	2,0	2	3	2,5	2	1	1,5	4	4	4,0
4	1	3	3	3,0	3	1	2,0	4	4	4,0	5	5	5,0	4	4	4,0
4	3	4	4	4,0	3	2	2,5	3	3	3,0	3	3	3,0	3	3	3,0
5	2	1	1	1,0	5	4	4,5	3	3	3,0	5	5	5,0	4	4	4,0
5	5	3	3	3,0	4	1	2,5	2	2	2,0	5	5	5,0	5	5	5,0
6	4	3	2	2,5	4	2	3,0	2	2	2,0	4	4	4,0	3	3	3,0
6	6	4	3	3,5	4	1	2,5	3	2	2,5	3	3	3,0	5	5	5,0
7	1	3	4	3,5	4	4	4,0	4	4	4,0	4	5	4,5	1	1	1,0
7	4	4	4	4,0	3	1	2,0	3	4	3,5	4	4	4,0	4	4	4,0
8	2	1	1	1,0	5	4	4,5	3	3	3,0	3	3	3,0	4	4	4,0
8	6	4	4	4,0	2	1	1,5	1	2	1,5	4	4	4,0	3	3	3,0
9	3	4	3	3,5	3	2	2,5	2	2	2,0	3	3	3,0	4	4	4,0
9	5	3	4	3,5	4	4	4,0	2	2	2,0	4	4	4,0	3	3	3,0
10	1	5	5	5,0	3	1	2,0	4	4	4,0	4	4	4,0	5	5	5,0
10	5	3	4	3,5	2	1	1,5	3	3	3,0	2	2	2,0	2	3	2,5
11	2	1	2	1,5	4	5	4,5	4	4	4,0	4	4	4,0	5	5	5,0
11	4	3	3	3,0	2	3	2,5	3	3	3,0	2	1	1,5	5	5	5,0
12	3	3	4	3,5	4	1	2,5	1	2	1,5	3	4	3,5	4	4	4,0
12	6	4	3	3,5	1	2	1,5	3	3	3,0	4	4	4,0	4	2	3,0
13	1	4	5	4,5	1	1	1,0	4	4	4,0	4	3	3,5	4	4	4,0
13	6	4	3	3,5	2	1	1,5	3	3	3,0	3	2	2,5	5	5	5,0
14	2	1	2	1,5	4	5	4,5	2	2	2,0	4	4	4,0	4	4	4,0
14	3	5	4	4,5	3	1	2,0	2	2	2,0	3	4	3,5	2	3	2,5
15	4	3	3	3,0	1	2	1,5	2	3	2,5	3	3	3,0	3	3	3,0
15	5	4	5	4,5	1	2	1,5	3	3	3,0	2	4	3,0	5	5	5,0

R1: Replica 1 – R2: Replica 2

ANEXO H

**RESUMEN DE ANALISIS ESTADISTICO DE p H
Y
EVALUACION SENSORIAL**

TABLA H.1. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES pH Y SOLIDOS SOLUBLES PARA JALEA DE NARANJILLA

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
FACTOR A: AGENTE ESPESANTE					
pH	0,0054	2	0,002708	0,64	0,5640
Sólidos Solubles	2,0467	2	1,023330	15,31	0,0074
FACTOR B: % CONCENTRACION					
pH	0,0469	1	0,046875	11,14	0,0206
Sólidos Solubles	0,1875	1	0,187500	2,81	0,1548
REPLICAS					
pH	0,0102	1	0,010208	2,43	0,1801
Sólidos Solubles	0,0208	1	0,020833	0,31	0,6007
INTERACCION AB					
pH	0,0088	2	0,004375	1,04	0,4192
Sólidos Solubles	1,0400	2	0,520000	7,78	0,0292*
RESIDUO					
pH	0,0210	5	0,004208		
Sólidos Solubles	0,3342	5	0,066833		
TOTAL (Corregido)					
pH	0,0923	11			
Sólidos Solubles	3,6292	11			

**TABLA H.2. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES pH Y SOLIDOS SOLUBLES PARA
JALEA DE TOMATE DE ARBOL**

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
FACTOR A: AGENTE ESPESANTE					
pH	0,0867	2	0,043333	3,38	0,1180
Sólidos Solubles	5,6017	2	2,800830	83,61	0,0001*
FACTOR B: % CONCENTRACION					
pH	0,0033	1	0,003333	0,26	0,6320
Sólidos Solubles	7,2075	1	7,207500	215,15	0,0000*
REPLICAS					
pH	0,0008	1	0,000833	0,06	0,8090
Sólidos Solubles	0,0075	1	0,007500	0,22	0,6560
INTERACCION AB					
pH	0,0267	2	0,013333	1,04	0,4194
Sólidos Solubles	4,1850	2	2,092500	62,46	0,0003*
RESIDUO					
pH	0,0642	5	0,012833		
Sólidos Solubles	0,1675	5	0,033500		
TOTAL (Corregido)					
pH	0,1817	11			
Sólidos Solubles	17,1692	11			

**TABLA H.3. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES pH Y SOLIDOS SOLUBLES PARA
JALEA DE UVILLA**

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
FACTOR A: AGENTE ESPESANTE					
pH	0,0050	2	0,002500	0,34	0,7264
Sólidos Solubles	1,0050	2	0,502500	4,57	0,0744
FACTOR B: % CONCENTRACION					
pH	0,0033	1	0,003333	0,45	0,5301
Sólidos Solubles	0,0300	1	0,030000	0,27	0,6238
REPLICAS					
pH	0,0133	1	0,013333	1,82	0,2354
Sólidos Solubles	0,1200	1	0,120000	1,09	0,3441
INTERACCION AB					
pH	0,0217	2	0,010833	1,48	0,3133
Sólidos Solubles	1,9850	2	0,992500	9,02	0,0219*
RESIDUO					
pH	0,0367	5	0,007333		
Sólidos Solubles	0,5500	5	0,110000		
TOTAL (Corregido)					
pH	0,0800	11			
Sólidos Solubles	3,6900	11			

TABLA H.4. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES APARIENCIA, CONSISTENCIA, OLOR, SABOR Y ACEPTABILIDAD PARA JALEA DE NARANJILLA

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
CATADORES					
Apariencia	1,8583	14	0,132338	0,37	0,9542
Consistencia	5,8833	14	0,420238	0,95	0,5462
Olor	4,9500	14	0,353571	0,83	0,6338
Sabor	4,1000	14	0,292857	0,73	0,7115
Aceptabilidad	1,5000	14	0,107143	0,54	0,8614
TRATAMIENTOS					
Apariencia	21,4583	5	4,291670	12,12	0,0006*
Consistencia	14,4583	5	2,891670	6,55	0,0059*
Olor	0,2500	5	0,050000	0,12	0,9855
Sabor	11,6250	5	2,325000	5,81	0,0090*
Aceptabilidad	17,8750	5	3,575000	17,88	0,0001*
RESIDUO					
Apariencia	3,5417	10	0,354167		
Consistencia	4,4167	10	0,441667		
Olor	4,2500	10	0,425000		
Sabor	4,0000	10	0,400000		
Aceptabilidad	2,0000	10	0,200000		
TOTAL (Corregido)					
Apariencia	37,3667	29			
Consistencia	41,7417	29			
Olor	9,3667	29			
Sabor	22,7417	29			
Aceptabilidad	28,8417	29			

TABLA H.5. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES APARIENCIA, CONSISTENCIA, OLOR, SABOR Y ACEPTABILIDAD PARA JALEA DE TOMATE DE ARBOL

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
CATADORES					
Apariencia	5,2833	14	0,377381	0,77	0,6836
Consistencia	15,8833	14	1,134520	0,82	0,6466
Olor	5,7833	14	0,413095	0,40	0,9443
Sabor	9,8750	14	0,705357	1,71	0,1987
Aceptabilidad	4,4583	14	0,318452	1,05	0,4826
TRATAMIENTOS					
Apariencia	1,0833	5	0,216667	0,44	0,8107
Consistencia	5,3333	5	1,066670	0,77	0,5944
Olor	0,8333	5	0,166667	0,16	0,9718
Sabor	5,6250	5	1,125000	2,73	0,0831
Aceptabilidad	1,3333	5	0,266667	0,88	0,5300
RESIDUO					
Apariencia	4,9167	10	0,491667		
Consistencia	13,9167	10	1,391670		
Olor	10,4167	10	1,041670		
Sabor	4,1250	10	0,412500		
Aceptabilidad	3,0417	10	0,304167		
TOTAL (Corregido)					
Apariencia	11,1667	29			
Consistencia	35,8000	29			
Olor	17,3667	29			
Sabor	15,6667	29			
Aceptabilidad	9,1750	29			

TABLA H.6. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES APARIENCIA, CONSISTENCIA, OLOR, SABOR Y ACEPTABILIDAD PARA JALEA DE UVILLA

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COCIENTE-F	P-VALOR
EFFECTOS PRINCIPALES					
CATADORES					
Apariencia	5,6250	14	0,401786	0,82	0,6397
Consistencia	7,9333	14	0,566667	1,36	0,3170
Olor	6,6000	14	0,471429	2,36	0,0886
Sabor	12,0333	14	0,859524	1,29	0,3488
Aceptabilidad	8,9000	14	0,635714	0,39	0,9496
TRATAMIENTOS					
Apariencia	18,5000	5	3,700000	7,59	0,0035*
Consistencia	15,7083	5	3,141670	7,54	0,0036*
Olor	3,2500	5	0,650000	3,25	0,0532
Sabor	4,4583	5	0,891667	1,34	0,3244
Aceptabilidad	0,7500	5	0,150000	0,09	0,9918
RESIDUO					
Apariencia	4,8750	10	0,487500		
Consistencia	4,1667	10	0,416667		
Olor	2,0000	10	0,200000		
Sabor	6,6667	10	0,666667		
Aceptabilidad	16,5000	10	1,650000		
TOTAL (Corregido)					
Apariencia	36,8417	29			
Consistencia	34,8417	29			
Olor	18,2000	29			
Sabor	23,6750	29			
Aceptabilidad	27,3667	29			

ANEXO I
DIAGRAMAS

DIAGRAMA I
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

**“PRUEBA SENSORIAL DE CALIDAD ACEPTABILIDAD
DE LA JALEA DE NARANJILLA, TOMATE DE ARBOL Y UVILLA”**

Características	Alternativas	Nº Muestras			
		----	----	----	----
Apariencia	No atractiva				
	Regular				
	Ligeramente buena				
	Buena				
	Muy buena				
Consistencia	muy viscosa				
	moderadamente viscosa				
	muy fluida				
	moderadamente fluida				
	ligeramente viscosa				
Olor	Desagradable				
	No tiene				
	Ligeramente perceptible				
	Normal característico				
	Intenso característico				
Sabor	Desagradable				
	Pobre				
	Regular				
	Bueno característico				
	Muy bueno característico				
Aceptabilidad	Desagrada mucho				
	Desagrada poco				
	Neutro				
	Gusta poco				
	Gusta mucho				

Comentarios sobre las muestras

BIBLIOGRAFIA

Libros

1. DESROSIER, N., 1964, CONSERVACION DE ALIMENTOS, Compañía Editorial Continental S.A., 1 era Edición, México- México. ; Pág. 319-326
2. RAUCH G.H., FABRICACIÓN DE MERMELADA, Editorial Acribia S.A., Zaragoza - España, Pág. 51-59
3. RANKEN M.D., MANUAL DE INDUSTRIAS DE ALIMENTOS, Editorial Acribia S.A, Pág. 381-396.
4. SOUTHGATE, D.; 1992, “CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS”, Editorial Acribia S.A., 3 era. Edición, Zaragoza- España; Pág. 59-67
5. VACLAVIK V., FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, Editorial Acribia S.A, Pág. 63-72 y 416.
6. ALVARADO, J. D., 1996. PRINCIPIOS DE INGENIERIA APLICADOS A ALIMENTOS, Quito – Ecuador; Radio Comunicaciones; Pp. 180 – 230
7. CHARM, S.E. 1981. FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING. 2nd ed. Wesport, Conn. The Avi Publishing Company. Pp: 54-69
8. MULLER, H.G. 1977. INTRODUCCION A LA REOLOGÍA DE ALIMENTOS. Traducido por Burgos Gonzales, J. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 174p.

Proyectos De Investigación

9. Alemida, A.V. y Arancibia, M.Y. 2005. Desarrollo de Tecnología para la obtención de quitina y Quitosano a partir de Caparazones de Camarón (*Penaeus vannamei*). Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato –Ecuador. 110 p y Anexos.
10. Arancibia, Mirari Y., Almeida, Alba V. y Alvarado, Juan de Dios. 2007. Efecto Del Quitosano En La Consistencia De Mermeladas De Mora. VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos. Volumen 16(3). Pp. 339-341.
11. Garcés P.A. y Ortíz C.E., 1988, Elaboración de Néctar y Jalea de Naranja. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato –Ecuador. 93 p y Anexos.
12. H.K. No, S.P. MEYERS, W. PRINYAWIWATKUL, Z. Xu. (2007). Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. Journal of food Science. Volumen 72(5).

Internet

13. Conservas. Ficha / 57 / UE , disponible en la pág. Web: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pprocesados/FRU20.HTM>
14. Guía Agroindustrial, citada en la pág. Web: http://www.sirzee.itcr.ac.cr/modules.php?op=modload&name=Guia_Exportar&file=agroindustria, (junio, 2006)

15. PROCOMER. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, citada en la pág. Web: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/ac-agrocadenas-indice.html>
16. Productos A Base De Azúcar, Disponible En: [http://faolex.fao.org/docs/texts/uru46384.doc.\(4/12/2001\)](http://faolex.fao.org/docs/texts/uru46384.doc.(4/12/2001))
17. Botánica Económica de los Andes Centrales, Frutos comestibles, publicada en la página web: www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2021.pdf.
18. NARANJILLA, Solanum quitoense Lam., disponible em la página web: www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IIICA/productos/naranjilla.mag.pdf.
19. TOMATE DE ARBOL, citada en la página web: www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IIICA/productos/tomate_arbol.mag.pdf.
20. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD UVILLA, publicada en la página Web: www.corpei.org/archivos/file/profiagro/descargas/uvilla_estudio-prefactibilidad.pdf.
21. Alimentatec, Portal de Tecnologías y Mercados del Sector Alimentario; citado en la Pág. Web: www.alimentatec.com/archivos (Diciembre; 2006)
22. BETANCURT, P. Industrialización de frutas y hortalizas: dulces, mermeladas y jaleas. Tecnología de alimentos. LATU. 2007. Disponible en: <http://www.biblioteca.fagro.edu.uy/>. Acceso en: 27 de Febrero de 2007

23. Fichas Técnicas, Disponible en:
<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/PROCESADOS.JPG>>