

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



EFFECTO DEL TIPO DE ÁCIDO Y CONCENTRACIÓN DE
ALCOHOL EN EL GRADO DE GELIFICACIÓN DE LA
PECTINA EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE NARANJA
(*Citrus sinensis*)

Tesis para optar el Título Profesional de
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Santillán Bailón Miriam Magaly

Asesores:

Mag. Rosario Esther Tarazona Minaya

Mag. Fredy Anibal Alvarado Zambrano

HUARAZ – PERÚ

2019



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: SANTILLÁN BAILÓN MIRIAM MAGALY
Código de alumno: 081.0204.431 Teléfono: 985550060
Correo electrónico: MAGASAN_23@HOTMAIL.COM DNI o Extranjería: 44372789

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación Trabajo académico
 Trabajo de suficiencia profesional Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller Título Segunda especialidad
 Licenciado Magister Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

«EFECTO DEL TIPO DE ÁCIDO Y CONCENTRACIÓN DE ALCOHOL EN EL
GRADO DE GELIFICACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA DE LA
CÁSSARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS)»

5. Facultad de: INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS


6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: TARAZONA HUAYA ROSARIO ESTHER Teléfono: 980254406
Correo electrónico: RTARAZONA20@HOTMAIL.COM DNI o Extranjería: 31662856

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente deajo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 44372789

FECHA: 26 / AGOSTO / 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MODALIDAD: TESIS

Los miembros del Jurado que suscriben, se reunieron en acto público para calificar la Sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller:

SANTILLÁN BAILÓN MIRIAM MAGALY

TITULADA

"EFECTO DEL TIPO DE ÁCIDO Y CONCENTRACIÓN DE ALCOHOL EN EL GRADO DE GELIFICACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA DE LA CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)"

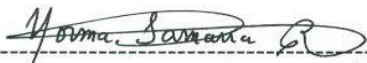
Después de haber escuchado el informe y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declararon APTO para optar el TÍTULO PROFESIONAL con el calificativo de:

APROBADO POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE DIECISÉIS (16)

En consecuencia, la sustentante de acuerdo a la Ley Universitaria y las normas estatutarias queda en condición de recibir el Título de Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Huaraz, 21 de Junio del 2019



Dra. NORMA E. GAMARRA RAMÍREZ
Presidente



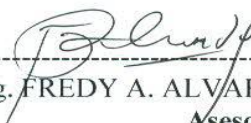
Mag. RAFAEL J. CASTRO RAMÍREZ
Secretario



Mag. JULIO C. INTI BARRETO
Vocal



Mag. ROSARIO E. TARAZONA MINAYA
Asesor



Mag. FREDY A. ALVARADO ZAMBRANO
Asesor

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis queridos padres Celia Bailón y Eloy Santillán, quienes con abnegación y sacrificio me dieron la posibilidad de lograr mis estudios.

A mi hermano Wilder Santillán y abuelos Justina Figueroa y Arturo Bailón, por darme apoyo en todo momento para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A mi alma mater, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, quien me acogió y formó en sus aulas, hasta culminar mi más preciado anhelo, el de ser profesional.
- ❖ A la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y a su plana docente, quienes, con el sano propósito de contribuir en mi formación profesional, transmitieron sus conocimientos, sin limitación alguna.
- ❖ A la Mag. Rosario Esther Tarazona Minaya, asesora de la presente tesis por su apoyo constante.
- ❖ Al Mag. Fredy Anibal Alvarado Zambrano, Co - asesor de la presente tesis por su apoyo constante y desinteresado.

Índice General

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. Locales o Regionales.....	5
2.1.2. Nacionales.....	5
2.1.3. Internacionales.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1. Naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	10
2.2.2. Generación de desechos de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	11
2.2.3. Utilización de desechos de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	12
2.2.4. Características de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), como desecho de la venta de jugos.....	13
2.2.5. Pectina.....	15
2.2.6. Gelificación de la pectina.....	31
2.2.7. Aplicación en la industria alimentaria.....	34
2.2.8. Calidad de pectinas.....	34
2.3. BASES CONCEPTUALES.....	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	38
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	38
3.2.1. Materia prima.....	38
3.2.2. Insumos.....	38
3.2.3. Materiales.....	39
3.2.4. Equipos.....	40

3.2.5.Otros.....	41
3.3.MÉTODOS.....	41
3.3.1.Técnicas y procedimientos de recolección de datos.....	41
3.3.2.Métodos de análisis.....	42
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
Etapa I. Recolección y pre- tratamiento de la materia prima.....	46
Etapa II. Extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), utilizando el método de hidrólisis ácida.....	52
Etapa III. Evaluación de los tratamientos de estudio.....	58
Etapa IV.Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) con la pectina comercial.....	60
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	61
3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO.....	62
3.6.1.Contrastación de hipótesis.....	62
3.6.2.Pruebas paramétricas.....	63
3.6.3.Pruebas no paramétricas.....	65
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1. RECOLECCIÓN Y PRE- TRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	67
4.1.1.Obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	67
4.1.2.Evaluación del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante análisis fisicoquímico.....	71
4.1.3. Obtención de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	71
4.2.EXTRACCIÓN DE PECTINA DEL ALBEDO SECO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), UTILIZANDO EL MÉTODO DE HIDRÓLISIS ÁCIDA.....	75
4.2.1.Pruebas preliminares.....	75
4.2.2.Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	86
4.3. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE ESTUDIO.....	93
4.3.1.Análisis fisicoquímico de la pectina de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	93

4.3.2. Selección de los mejores tratamientos y determinación del grado de gelificación.....	116
4.4. COMPARACIÓN SENSORIAL DE LA PECTINA DEL ALBEDO SECO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>) CON LA PECTINA COMERCIAL.....	122
V. CONCLUSIONES.....	124
VI. RECOMENDACIONES.....	125
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
VIII. ANEXOS.....	133

Índice de Tablas

Nro.....	Pág
Tabla 01. Características de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), como desecho de la venta de jugos	14
Tabla 02. Relación entre el grado de esterificación y el contenido de metoxilo en pectina.	19
Tabla 03. Aplicación de la pectina (HM), en alimentos.	34
Tabla 04. Especificaciones oficiales de pureza para pectinas comerciales	36
Tabla 05. Indicadores para las pruebas preliminares.	53
Tabla 06. Indicadores para el proceso tecnológico.	54
Tabla 07. Escala del Test de comparación de características (TCC).....	46
Tabla 08. Nivel de combinación y número de repeticiones de los tratamientos del estudio	62
Tabla 09. Análisis de varianza (ANOVA).....	64
Tabla 10. Composición física de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	67
Tabla 11. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de la obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	70
Tabla 12. Características fisicoquímicas del albedo fresco.	71
Tabla 13. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de obtención de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	74
Tabla 14. Datos de la hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción	76
Tabla 15. Análisis de varianza para el rendimiento según pH y tiempo de hidrólisis, al 95%	76
Tabla 16. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento según pH y tiempo de hidrólisis, al 95%	77
Tabla 17. Datos de la prueba preliminar de albedo seco/agua acidulada.	78
Tabla 18. Análisis de varianza para el rendimiento vs proporción de albedo seco/agua acidulada, al 95%.	79
Tabla 19. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs proporción de albedo seco/agua acidulada, al 95%	79

Tabla 20. Datos de la prueba preliminar de porcentaje de etanol respecto a la solución péctica.....	80
Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica, al 95%.....	81
Tabla 22. Prueba de significancia de Fisher para rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica, al 95 %	81
Tabla 23. Datos de la prueba preliminar de tiempo de precipitación de la pectina.....	82
Tabla 24. Análisis de varianza para el rendimiento según el tiempo de precipitación, al 95%.....	83
Tabla 25. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs tiempo de precipitación de la pectina, al 95%	83
Tabla 26. Datos de la prueba preliminar del secado de la pectina a diferentes temperaturas	84
Tabla 27. Análisis de varianza para el rendimiento según la temperatura de secado, al 95%.....	85
Tabla 28. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs temperatura de secado de la pectina, al 95%	86
Tabla 29. Rendimiento de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	87
Tabla 30. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	90
Tabla 31. Análisis de varianza para el rendimiento según tipo de ácido y concentración de alcohol, al 95%.....	91
Tabla 32. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento, al 95%	92
Tabla 33. Características fisicoquímicas de la pectina de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	94
Tabla 34. Análisis de varianza % humedad, al 95%.....	96
Tabla 35. Prueba de significancia de Fisher para la humedad, al 95%.....	97
Tabla 36. Comparaciones múltiples de Dunnett para la humedad, al 95%	98
Tabla 37. Análisis de varianza para la ceniza, al 95%	99
Tabla 38. Prueba de significancia de Fisher para la ceniza, al 95%	100
Tabla 39. Comparaciones múltiples de Dunnett para la ceniza, al 95%	101
Tabla 40. Análisis de varianza para la alcalinidad de cenizas, al 95%	103
Tabla 41. Prueba de significancia de Fisher para la alcalinidad de cenizas, al 95%.....	103

Tabla 42. Comparaciones múltiples de Dunnett para la alcalinidad de cenizas, al 95%	104
Tabla 43. Análisis de varianza para el peso equivalente, al 95%	105
Tabla 44. Prueba de significancia de Fisher para el peso equivalente, al 95%	106
Tabla 45. Comparaciones múltiples de Dunnett para el peso equivalente, al 95%	107
Tabla 46. Análisis de varianza para % metoxilo, al 95%	108
Tabla 47. Prueba de significancia de Fisher para % metoxilo, al 95%	109
Tabla 48. Comparaciones múltiples de Dunnett para % metoxilo, al 95%	110
Tabla 49. Análisis de varianza para % ácido galacturónico, al 95%	111
Tabla 50. Prueba de significancia de Fisher para % ácido galacturónico ,95%	112
Tabla 51. Comparaciones múltiples de Dunnett para % ácido galacturónico ,95%	113
Tabla 52. Análisis de varianza para el grado de esterificación, al 95%	114
Tabla 53. Prueba de significancia de Fisher para el grado de esterificación ,95%	115
Tabla 54. Comparaciones múltiples de Dunnett para el grado de esterificación, 95%	116
Tabla 55. Resultado de pruebas de identificación	117
Tabla 56. Resultados parciales para el grado de gelificación	118
Tabla 57. Resultados finales para el grado de gelificación	119
Tabla 58. Análisis de varianza para el grado de gelificación y contrastación de hipótesis, al 95%	121
Tabla 59. Prueba de significancia de Fisher para el grado de gelificación ,95%	121
Tabla 60. Comparaciones múltiples de Dunnett para el grado de gelificación,95%	121
Tabla 61. Prueba de Kruskal - Wallis para el análisis sensorial, al 95%	123
Tabla 62. Comparación entre parejas para el atributo de apariencia, al 95%	123

Índice de Gráficos

Nro.....	Pág
Gráfico 01. Partes del fruto de la naranja (<i>Citrus sinensis</i>) y su porcentaje en peso.	11
Gráfico 02. Generación anual de desechos de naranja, expresada en toneladas...	12
Gráfico 03. Estructura química de la pectina.	15
Gráfico 04. Clasificación de pectinas según % metoxilo.....	17
Gráfico 05. Diagrama de flujo cualitativo para la extracción de pectina cítrica...	20
Gráfico 06. Diagrama de flujo cualitativo para de la obtención de albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), adaptado de León y Riveros (2014).....	47
Gráfico 07. Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), adaptado de León y Riveros (2014).....	50
Gráfico 08. Diagrama de flujo cualitativo de la extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), adaptado de León y Riveros (2014)	55
Gráfico 09. Diseño experimental del efecto del tipo de ácido y concentración de alcohol en el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	61
Gráfico 10. Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	68
Gráfico 11. Diagrama de proceso para la obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	69
Gráfico 12. Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de obtención del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	72
Gráfico 13. Diagrama de proceso para la obtención de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	73
Gráfico 14. Rendimiento vs hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción.....	76
Gráfico 15. Rendimiento vs Proporción de albedo seco/agua acidulada.....	78
Gráfico 16. Rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica .	80
Gráfico 17. Rendimiento vs tiempo de precipitación de la pectina.	82
Gráfico 18. Rendimiento vs temperatura de secado de la pectina	85

Gráfico 19. Rendimiento de los tratamientos de estudio.....	87
Gráfico 20. Diagrama de flujo cuantitativo del tratamiento con mejor rendimiento	88
Gráfico 21. Diagrama de proceso para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	89
Gráfico 22. Diagrama de Pareto de los efectos principales y de la interacción de los factores de estudio.....	91
Gráfico 23. % humedad vs tipo de ácido y concentración de alcohol	96
Gráfico 24. % cenizas vs tipo de ácido y concentración de alcohol	99
Gráfico 25. % alcalinidad de cenizas vs tipo de ácido y concentración de alcohol	102
Gráfico 26. Peso Equivalente vs tipo de ácido y concentración de alcohol.....	105
Gráfico 27. % metoxilo vs tipo de ácido y concentración de alcohol.....	108
Gráfico 28. % ácido galacturónico vs tipo de ácido y concentración de alcohol .	111
Gráfico 29. Grado de esterificación vs tipo de ácido y concentración de alcohol.	114
Gráfico 30. Grado de gelificación vs tipo de ácido y concentración de alcohol...	120
Gráfico 31. Análisis sensorial para los mejores tratamientos.	122

Índice de Anexos

Nro.....	Pág
Anexo 01. Metodología de la investigación	133
Anexo 02. Imágenes del proceso de obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	136
Anexo 03. Evaluación del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	138
Anexo 04. Imágenes del proceso de obtención del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	140
Anexo 05. Informe de análisis fisicoquímico del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	141
Anexo 06. Imágenes de las pruebas preliminares.....	142
Anexo 07. Imágenes del proceso tecnológico para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).	143
Anexo 08. Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja, por repetición.	146
Anexo 09. Gráficas de control para el rendimiento de todos los tratamientos.	152
Anexo 10. Procedimientos de laboratorio para el índice de madurez, ácido galacturónico y el grado de esterificación de las pectinas.	153
Anexo 11. Imágenes de los análisis fisicoquímicos de la pectina del albedo seco de naranja y pectina cítrica comercial.	154
Anexo 12. Imágenes de la determinación del grado de gelificación	154
Anexo 13. Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja con la pectina comercial	155
Anexo 14. Informe de análisis fisicoquímico del mejor tratamiento obtenido.....	156
Anexo 15. Ficha de análisis sensorial comparativo entre la pectina del albedo seco de naranja y la pectina comercial.....	157
Anexo 16. Resultados para el análisis sensorial comparativo entre la pectina del albedo seco de naranja y la pectina comercial.....	158
Anexo 17. Ficha técnica de la pectina cítrica comercial.	159
Anexo 18. Informe de análisis fisicoquímico de la pectina cítrica comercial.	161

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del tipo de ácido y concentración de alcohol en el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), para lo cual la cáscara fue procesada hasta obtener albedo fresco de naranja, cuya caracterización fisicoquímica reportó: humedad 69 %, cenizas 0.4%, pH 4.32, 11.84 °Brix, acidez 0.70 %, sólidos totales 31 % e índice de madurez 16.91, posteriormente el secado del albedo alcanzó un rendimiento de 9.90% y humedad de 3.35%.

Del albedo de naranja seco y molido se extrajo pectina mediante hidrólisis ácida, con un arreglo factorial 3², evaluando el efecto del tipo de ácido y concentración de alcohol, con los niveles ácido clorhídrico, ácido cítrico, ácido acético y 60°, 70°, 96°Gl respectivamente, sobre el grado de gelificación de la pectina.

El tratamiento con mayor grado de gelificación, fue la combinación ácido clorhídrico y 96°Gl, reportando un rendimiento de 13.287 %, humedad 9.15 %, cenizas 1.55 %, alcalinidad de cenizas 1.69 %, peso equivalente 1877.2 mg/meq, metoxilo 10.6 %, ácido galacturónico 78.32 %, grado de esterificación 77.0 %, grado de gelificación 167° SAG y su comparación sensorial con una pectina comercial, mostró una diferencia significativa en el atributo apariencia.

Palabras Claves: *albedo, pectina, grado de gelificación.*

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of acid type and alcohol concentration on the degree of gelling of the pectin extracted from the orange peel (*Citrus sinensis*), for which the peel was processed until obtaining fresh orange albedo, whose physicochemical characterization reported: humidity 69%, ash 0.4%, pH 4.32, 11.84 ° Brix, acidity 0.70%, total solids 31% and maturity index 16.91, later the drying of the albedo reached a yield of 9.90% and humidity of 3.35%.

From the albedo of dried and ground orange, pectin was extracted by acid hydrolysis, with a factorial arrangement of 3², evaluating the effect of the type of acid and alcohol concentration, with the levels of hydrochloric acid, citric acid, acetic acid and 60 °, 70 °, 96 ° GI respectively, on the degree of gelling of the pectin.

The treatment with the highest degree of gelling was the combination of hydrochloric acid and 96 ° GI, reporting a yield of 13.287%, humidity 9.15%, ash 1.55%, ash alkalinity 1.69%, equivalent weight 1877.2 mg / meq, methoxyl 10.6%, galacturonic acid 78.32%, degree of esterification 77.0%, degree of gelation 167 ° SAG and its comparison with a commercial pectin, showed a significant difference in the appearance attribute.

Key words: *albedo, pectin, degree of gelation.*

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra localidad se observan comerciantes que ofrecen el jugo de naranja, actividad que genera desechos, que fueron reutilizados para la extracción de pectina, con el fin de disminuir la contaminación ambiental y contribuir al desarrollo de la ciencia de los alimentos; planteamiento que se traduce en la investigación que tiene como título “Efecto del tipo de ácido y de la concentración de alcohol en el grado de gelificación de pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)”, con la finalidad de determinar el grado de gelificación.

El método empleado en la presente investigación fue de tipo experimental, el diseño metodológico comenzó con la recolección y pre – tratamiento de la materia prima: obtención del albedo fresco de naranja, inactivación de las enzimas pécticas, reducción de sólidos solubles y secado, consiguiéndose un rendimiento en base seca de 9.90 % y humedad de 3.35%.

La extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), se llevó a cabo mediante una hidrólisis ácida, utilizando tres tipos de ácidos (ácido clorhídrico, ácido cítrico y ácido acético) como agente extractante, seguido de una precipitación alcohólica usando diferentes concentraciones de alcohol (60°, 70° y 96°), para finalmente secarlo y molerlo; destacándose el tratamiento T3 (ácido clorhídrico y alcohol de 96°) con un rendimiento promedio de 13.287 ± 0.614 %; asimismo su caracterización fisicoquímica presentó los siguientes resultados: humedad 9.15%, cenizas 1.55%, alcalinidad de cenizas 1.69%, peso equivalente 1877.2 mg/meq, % metoxilo 10.6, % ácido galacturónico 78.32, grado de esterificación 77.00 y grado de gelificación 167° SAG.

Finalmente, los tres mejores tratamientos (T3, T5 y T9), se compararon a nivel sensorial con una pectina comercial *Insumos & Soluciones*, presentando resultados similares para los diferentes atributos, con excepción del atributo de apariencia; de aquí se desprende como conclusión general que los factores evaluados (tipo de ácido y concentración de alcohol), mostraron influencia significativa sobre el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), cumpliendo así, cuatro aspectos fundamentales, los mismos que fueron enunciados a través de los siguientes objetivos específicos:

- Realizar el análisis fisicoquímico de la cáscara de naranja desechada por los comerciantes de jugo de naranja en la ciudad de Huaraz.
- Extraer la pectina de la cáscara de naranja utilizando ácido clorhídrico, ácido acético, ácido cítrico y alcohol etílico a 60°, 70° y 96° grados Gl.
- Evaluar los tratamientos de estudio mediante el análisis fisicoquímico y seleccionar los mejores tratamientos según su grado de esterificación
- Seleccionar el mejor tratamiento mediante la determinación del grado de gelificación y su posterior comparación sensorial con una pectina comercial.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Locales o Regionales

Álvarez (2011), llevo a cabo el trabajo de investigación “*Extracción y caracterización de pectinas*”, para lo cual se utilizó como materia prima el albedo de naranja seca, cuyo rendimiento fue del 6.89 %, la extracción de pectina se realizó con ácido acético, pH de 4, tiempo de hidrólisis de 120 min. y temperatura de 90°C, con una relación cáscara/agua acidulada de 1/60, empleando un 60% de alcohol etílico de 96° en la precipitación, dejando reposar un tiempo de 24 horas; finalmente el secado se produjo con 50° C por 24 horas. La pectina obtenida mostró un rendimiento de 1.5134 %, peso equivalente 862, metoxilo 8.73 y un Grado de gelificación de 125°SAG.

2.1.2. Nacionales

Chávez (2010), en su trabajo “Extracción de pectina a partir de cáscara de "naranja criolla" (Citrus aurantium L.) proveniente de la provincia de Rodríguez de Mendoza”, obtuvo pectina a partir de cáscara de "naranja criolla" (Citrus aurantium L.) mediante el método de hidrólisis ácida; con HCl , temperaturas de 60°C y 90°C, pH de 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0, agua acidulada en una relación cáscara/ agua de 1 a 30 y con agitación constante, precipitación con alcohol etílico de 80° y 96° , un secado con 60° C . Los resultados obtenidos muestran que empleando un pH de 2.0 en el agua acidulada, temperatura de

90°C y un alcohol de 96°, se obtiene el mejor rendimiento 15.6%.

León y Riveros (2014), con el tema de tesis “*Extracción y Caracterización química de las pectinas de las cáscaras del Maracuyá Amarillo (Passiflora edulis, var flavicarpa degener), Granadilla (Passiflora ligularis juss) y Tumbo Serrano (Passiflora mollissima H.B.K. bailey)*”, en el cual los autores exponen la extracción de pectina se realizó empleando los parámetros: pH 2 y 3, temperatura de 80 y 95 °C y tiempo de 60 y 90 minutos, obteniéndose 8 tratamientos para cada fruto. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento N° 7 (temperatura 95 °C, pH 2 y tiempo 90 minutos) reportando un rendimiento de 21.18% para el maracuyá amarillo, 12.60 % para la granadilla y 16.06% para el tumbo serrano. La pectina en polvo obtenida del maracuyá amarillo, granadilla y tumbo serrano fueron caracterizadas químicamente y presentaron los siguientes resultados: contenido de metóxilo (%Me) 9,05, 8,08, 9,10%; ácido galacturónico (%AG) 80,81, 79,69, 76,47% y grado de esterificación (%GE) 63,59, 57,57, 67,58%, respectivamente.

2.1.3. Internacionales

Cáceres y Rivas (2004), en su publicación llamada “*Comparación del poder de gelificación de la pectina comercial con pectina extraída de la cáscara de naranja variedad valencia*”, obtuvo pectina, utilizando desechos de una industria productora de jugo de naranja, que le proporcionó cáscara de naranja verde y madura, las características para la cáscara verde fueron: rendimiento

5.66%, humedad 8.9%, metoxilo 6.82% y ácido galacturónico 74.30 % ;la cáscara madura presentó un rendimiento 4.82 %, humedad 9%,metoxilo 6.60% y ácido galacturónico 74.29 %. Las variables de la extracción fueron las siguientes: hidrólisis ácida con HCl, pH de 2.0, temperatura de 90°C y tiempo de 60 minutos, utilizando alcohol de 80° en una proporción 2:1 respecto a la sustancia péctica para la precipitación, una relación cáscara/agua acidulada de 1/50, un tiempo de precipitación de una hora y un secado a 60° C por dos horas.

Devia (2003),en su trabajo de investigación titulado “*Proceso para producir pectinas cítricas*”; utilizó las cáscaras de naranja valencia, resultantes como desecho en un negocio dedicado a la venta de jugo de naranja; para la hidrólisis ácida se empleó ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico 37%, hasta obtener un pH entre 1.5 y 3 a temperatura de ebullición y tiempo de hidrólisis de unos 30 a 40 minutos, haciendo uso de una relación de cáscara /agua acidulada de 1/10,alcohol de 70° y empleando un 80 % de alcohol en la precipitación,con un tiempo de precipitación de 4 horas y un secado de 40°C por 12 horas. El rendimiento fue de 10.5% con una buena apariencia.

Higuera (2017), cuya publicación titulada “*Aprovechamiento de la cáscara de gulupa como fuente de pectina para la industria alimentaria*” planteó como objetivo principal realizar una extracción de pectina empleando el método de hidrolisis ácida con ácido clorhídrico utilizando un diseño de experimentos multifactorial 2² teniendo como factores la temperatura y el pH a dos niveles diferentes, considerando pH de 2 y 3 y temperaturas de 80 y 90°C.Se manejaron

cuatro tratamientos de extracción para los cuales se obtuvieron los mejores resultados en el tratamiento “D” con pH=3 y T= 90°C con los siguientes valores: rendimiento promedio de 7.3211%, acidez libre = 4,1249%, peso equivalente= 1551.8561%, grado de esterificación=83.3627%, porcentaje de metoxilación = 10.0106%, grado de gelificación =165 °SAG y humedad=9.41%. De igual manera se evaluó el comportamiento del mejor tratamiento de pectina extraída de corteza de gulupa por medio de la elaboración de una solución ideal bajo condiciones de proceso, frente a los valores reportados en la ficha técnica de una pectina comercial, obteniendo como resultado una pectina con valores muy cercanos a los reportados en la pectina comercial.

Rodríguez y Román (2004), en su informe “*Extracción y evaluación de pectina a partir de la cáscara de naranja de las variedades Citrus sinensis y citrus paradisi y propuesta de diseño de planta piloto*”; detalla que se extrajo pectina a partir de la cáscara de naranja de las variedades *Citrus sinensis* y *Citrus paradisi* a través de una hidrólisis ácida con HCl 2N, las variables operacionales fueron pH= 2.5, 2.8 y 3.0; tiempo de extracción de 45, 60 y 75 minutos, a una temperatura constante de 85°C, utilizando una relación cáscara/agua acidulada de 1/20, alcohol para la precipitación de 60° con una proporción del 70% de alcohol respecto a la solución péctica extraída, con un tiempo de reposo para la precipitación de 12 horas y un secado a 90° C en una estufa con ventilación. El mejor tratamiento para la variedad *Citrus sinensis* resultó con los parámetros

de pH 3.2 y tiempo de hidrólisis de 75 minutos, con un rendimiento del 12.52%, metóxilo 9.27 % y ácido galacturónico de 91.11 %.

Zegada (2015), en su trabajo titulado “*Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO)*”, presenta un estudio de comparación, a nivel laboratorio, de dos métodos de extracción de pectina a partir de residuos de cáscara de naranja: el método por hidrólisis ácida convencional y el método de extracción por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). El ácido utilizado para la extracción fue el ácido cítrico, a temperatura de ebullición 91°C, por 45 minutos, la precipitación se realizó con alcohol de 96° y un tiempo de reposo para la precipitación de 8 horas . Se establecen los siguientes valores óptimos para la operación de hidrólisis mediante ambos métodos, dentro de los rangos estudiados: 2.17 para el pH, 40:1 para la proporción de solvente: materia prima (ml:g) y 50 % de etanol respecto de la solución péctica. Para la hidrólisis ácida convencional se obtuvo un rendimiento promedio de 20.1%, metóxilo 8.4%, ácido galacturónico 77.4% y un grado de esterificación 73.3%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Naranja (*Citrus sinensis*)

Augusti (2000), menciona que la naranja es una baya denominada hesperidio, surge como consecuencia del crecimiento del ovario y está formado por aproximadamente 10 unidades copelares alrededor del eje floral por el que contactan entre sí, formando lóculos en cuyo interior crecen las semillas y los sacos del zumo.

a. Clasificación taxonómica de la naranja (*Citrus sinensis*)

Chapman (2000), clasifica a la naranja en el orden gerenciales, familia de las Rutáceas, género *Citrus* y especie *Citrus sinensis*.

b. Partes del fruto de la naranja (*Citrus sinensis*)

Soto (2009), refiere que la naranja está compuesta de pericarpio y semillas.

En particular, la cáscara de naranja está formada por exocarpio (flavedo), capa externa de color anaranjado, que contiene el aceite y los pigmentos de la cáscara, y por el mesocarpio (albedo), capa interna esponjosa de color blanco que constituye el 95% de la cáscara, cuya finalidad es servir de unión entre el endocarpio (pulpa) y el exocarpio (Flavedo), además en el albedo se encuentran las sustancias que dan la acidez al jugo de naranja.

El endocarpio o pulpa es la parte comestible del fruto y está dividido en varios segmentos donde se encuentran los sacos de jugo individuales y las semillas, si las hay; así como se esquematiza en el gráfico 01.

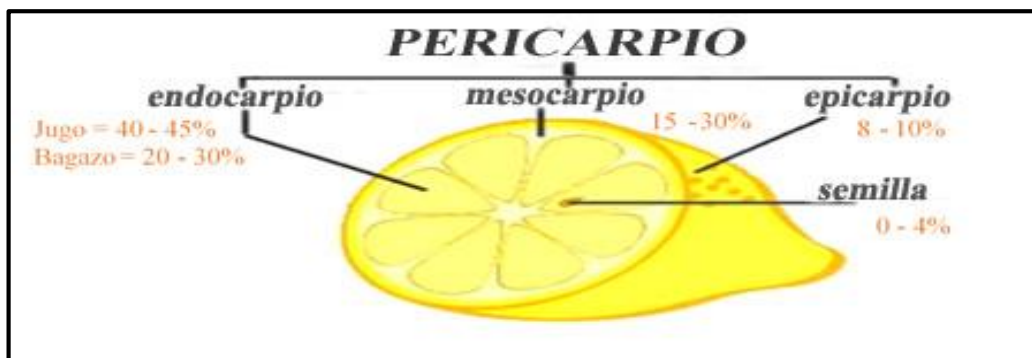


Gráfico 01. Partes del fruto de la naranja (*Citrus sinensis*) y su porcentaje en peso.

Fuente: Augusti (2000).

c. Importancia comercial de la naranja (*Citrus sinensis*)

Cozar y Mucha (2011), indican que, en el Perú, el cítrico de mayor importancia es el naranjo dulce (*Citrus sinensis*) con sus variedades “Washington navel” (naranja de ombligo o sin pepa) y “valencia” (naranja para jugo).

2.2.2. Generación de desechos de naranja (*Citrus sinensis*)

Una problemática actual con respecto a la conservación medioambiental es la generación de desperdicios de naranja, ya que según Battison (2018), en la campaña 2016- 2017 se generaron 28 millones de toneladas de desechos de naranja a nivel mundial, siendo el principal Brasil; sin embargo, el Perú, pese a no ser uno de los principales productores de naranja también genera una cantidad importante de desperdicios, alrededor de 264,675.00 toneladas de desechos de naranja (*Citrus sinensis*) al año, haciendo un 60% de la producción nacional. En el gráfico 02, se muestra la generación anual de desechos de naranja.

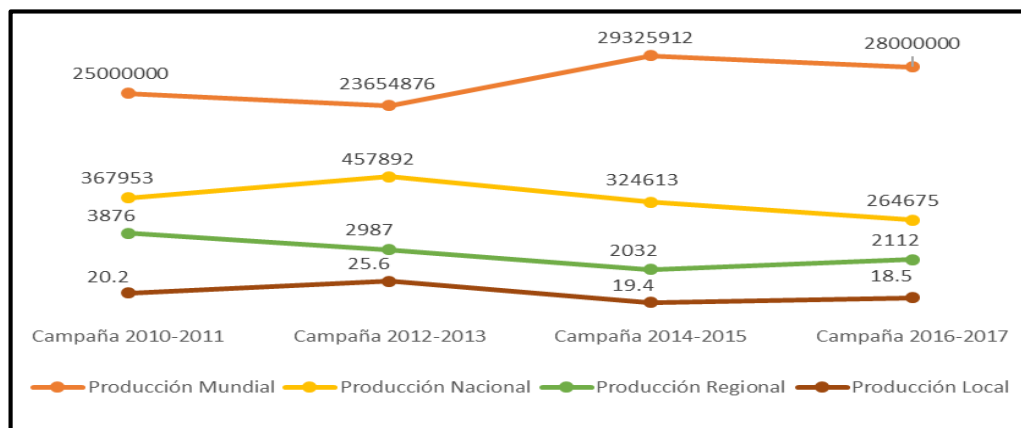


Gráfico 02. Generación anual de desechos de naranja, expresada en toneladas.

Fuente: Battison (2018).






2.2.3. Utilización de desechos de naranja (*Citrus sinensis*)

Soto (2009), señala que cada una de las partes de la naranja posee ciertas características que hacen posible su uso, así pues, del flavedo se extrae aceite esencial de naranja, para la obtención de pectina cítrica se utiliza cáscara de naranja (específicamente el albedo), los concentrados para animales son elaborados con el bagazo de la naranja (fibra blanca que queda después de la extracción del zumo), en el caso de las semillas de la naranja, estas son usadas para la obtención de vitamina E. Además, se están encontrando otros usos para la utilización de desperdicios de la industria de jugos de naranja, así por ejemplo como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos, también como fuente de energía tales como la elaboración de bioetanol y biogás.

2.2.4. Características de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), como desecho de la venta de jugos

La Tabla 01, indica la composición estructural de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), como desecho y además resalta las características fisicoquímicas del albedo fresco, obtenido de la cáscara como desechos, que según Durán y Villa (2013), varían mucho con las condiciones de clima, altitud, suelo, grado de madurez y principalmente la temperatura. La humedad, la acidez y las cenizas del albedo, se relacionan inversamente con varios factores como el aumento de la relación agua superficial/volumen, maduración, naturaleza de la superficie de recubrimiento, lesión mecánica, ataque de insectos y aumentan con el régimen térmico día /noche. En cambio, los sólidos solubles, el pH y el índice de madurez, aumentan con la maduración y disminuyen con la temperatura del suelo y la altitud. Del mismo modo para el albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), Cozar y Mucha (2011), señalan que el contenido de humedad es el parámetro más importante y depende de la calidad de la materia prima, del grosor de la cáscara, así como del proceso de secado al cual se sometieron. En la literatura para el albedo seco de naranja, se halla un porcentaje de humedad del 3.31%.

Tabla 01. Características de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), como desecho de la venta de jugos

Naranja(<i>Citrus sinensis</i>)			Composición estructural de la cáscara de naranja(<i>Citrus sinensis</i>), como desecho			Características fisicoquímicas del albedo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), obtenido de la cáscara de naranja, como desecho de la venta de jugos.						
Grado de Madurez			Epicarpio* (%)	Endocarpio* (%)	Albedo* (%)	%Humedad	%Cenizas	pH	°Brix	%Acidez	%Sólidos totales	Índice de madurez
1	Muy verde		10.00±0.02	8.92±0.01	81.08±0.08	79.8±0.2	0.44±0.01	2.9±0.1	7.0±0.01	1.20±0.05	20.2±0.02	5.83
2	Verde		9.15±0.07	11.78±0.05	79.07±0.06	79.1±0.2	0.43±0.05	3.5±0.5	9.4±0.7	0.95±0.2	20.9±0.2	9.89
3	Pintón		2.83±0.04	19.59±0.02	77.58±0.04	78.39±0.01	0.42±0.03	3.9±0.5	10.9±0.02	0.81±0.1	21.61±0.01	13.46
4	Maduro		2.37 ± 0.06	22.98 ± 0.07	74.58±0.04	75.65±0.07	0.41±0.02	4.1±0.4	11.7±1.3	0.73±0.02	24.35±0.06	16.03
5	Sobre maduro		1.86±0.08	33.32±0.02	64.82±0.09	75.01±0.09	0.38±0.04	4.4±0.4	12.0±0.8	0.70±0.02	24.99±0.9	17.14

Nota: Los datos con (*) fueron proporcionados por Álvarez (2011).

Fuente: Durán y Villa (2013)

2.2.5. Pectina

Kimball (1999), refiere que el término pectina engloba a un conjunto de compuestos de elevado peso molecular (de 100.000 a 200.000), que es utilizado como aditivo seguro, el cual no tiene restricción de uso, que se componen de 150 a 1.500 unidades de ácido galacturónico unidas mediante enlaces glucosídicos a (1 →4) y cadenas laterales con arabinosa, xilosa, ramnosa y galactosa, por lo general la galactosa y la arabinosa se encuentran en las cadenas laterales unidas a la cadena principal formando ramificaciones, mientras que la ramnosa forma parte de la cadena principal, tal como se señala en el gráfico 03.

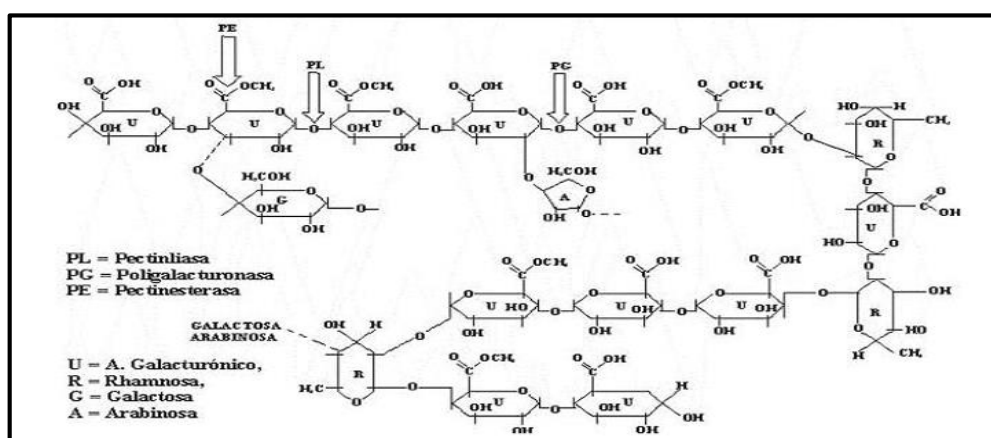


Gráfico 03. Estructura química de la pectina.
 Fuente: Acevedo y Ramírez (2011).

a. Características fisicoquímicas de las pectinas

Las características fisicoquímicas de las pectinas son:

a.1) Humedad

Es la proporción de agua presente en la pectina, que en exceso genera

pectinas difíciles de pulverizar, que se adhieren a las superficies, tienen menor estabilidad y tiempo de vida útil, debido a que el agua facilita el desarrollo de microorganismos. (Barreto,2017)

a.2) Cenizas

La cantidad de cenizas en la pectina representa el contenido total de minerales u residuo inorgánico y se utiliza para calcular la pureza y determina la calidad. La mayor parte de las cenizas que acompañan a las pectinas, se componen de carbonatos alcalinos o bases. (Gómez *et al.*, 2001).

a.3) Alcalinidad de cenizas o % carbonato (%AC)

Mediante la alcalinidad de cenizas se determina el porcentaje de carbonatos presentes en la pectina, en general, una alta alcalinidad de cenizas acompaña a una baja acidez (pH alto) y viceversa. La proporción encontrada, al igual que el porcentaje de cenizas, es claramente dependiente de los métodos de extracción y purificación utilizados. Es importante para determinar el balance ácido- base y para detectar adulteración en la pectina. (Gómez *et al.*, 2001).

a.4) Peso equivalente (PE)

Gamboa (2009), indica que el peso equivalente está asociado con la cantidad de grupos carboxilos libres que conforman la cadena de pectina y que los mismos aumentan con el estado de maduración de la fruta y disminuyen con la acidez del medio (pH bajos), además León y Riveros (2014), agrega que el peso equivalente se relaciona con la firmeza del gel

(a mayor peso equivalente mayor es la fuerza del gel). Esta característica nos permite tener una idea del grado de esterificación, poder gelificante y viscosidad de la pectina, ya que al aumentar el peso equivalente también aumenta el grado de esterificación.

a.5) Contenido de metoxilos (%Me)

El porcentaje de metoxilación, determina las características gelificantes de la pectina, la proporción de metilación se expresa por el contenido en metoxilo (-OCH₃); lo cual dará a la pectina un grado determinado. (Acevedo y Ramírez,2011). En el gráfico 04 se detalla la clasificación de pectinas según % metoxilo.



Gráfico 04. Clasificación de pectinas según % metoxilo.

Fuente: Acevedo y Ramírez (2011).

a.6) Contenido de ácido galacturónico (%AG)

Calderón y Matos (2011), afirma que el ácido galacturónico sirve para definir la fuerza del precipitado y comprobar la pureza del producto, puesto que la pectina es un polímero del ácido galacturónico. Valores menores de ácido galacturónico es indicativo de que ha ocurrido una fragmentación de la pectina, ya sea por hidrólisis o acción enzimática, en caso de la pectina comercial se puede presentar un bajo % ácido galacturónico, según León y Riveros (2014), debido a la presencia de azúcares estandarizantes y sales buffers usadas para su normalización.

Es importante considerar que el ácido galacturónico es estable, es decir, no resulta alterado en los procesos de extracción de la pectina. Sin embargo, muchos de los carbohidratos que forman parte de la pectina pueden sufrir una hidrólisis parcial durante el proceso de extracción de la misma. (Gamboa,2009).

a.7) Grado de esterificación (%GE)

Rivadeneira (2009), menciona que el grado de esterificación define las características del gel a formar por la pectina. La resistencia del gel, la viscosidad de las disoluciones y la velocidad de gelificación (poder gelificante), disminuyen con el grado de esterificación; mientras que a mayor grado de esterificación decrece el tiempo de gelificación. Por lo tanto, Grünauer (2009) concluye que el grado de esterificación, es el parámetro químico más importante para el análisis de las pectinas y que

tiene relación con el contenido de metóxilos presentes; al respecto Gamboa (2009), agrega que existen otros grupos químicos que probablemente intervienen en la esterificación con los grupos carboxilo del ácido poligalacturónico.

En la tabla 02, se muestra la relación existente entre el grado de esterificación y el contenido de metoxilo de las pectinas.

Tabla 02. Relación entre el grado de esterificación y el contenido de metoxilo en pectina.

Grado de esterificación (%)	Contenido de metoxilos (%)
30	4.90
40	6.53
50	8.16
60	9.79
70	11.42
80	13.06
90	14.69
100	16.32

Fuente: García (2000).

b. Extracción de pectina

Devia (2003), refiere que el método de obtención de pectina, influye sobre el tipo de pectina a obtener e Higuera (2017), agrega que, a nivel industrial, las pectinas se extraen mayormente de cáscara de cítricos, mediante hidrólisis ácida, con rendimiento de alrededor de 12% al 25% de pectina, por ello es llamada la extracción comercial de la pectina.

En el gráfico 05, se muestra el diagrama de flujo cualitativo para la extracción de la pectina cítrica, recomendado por León y Riveros (2014).

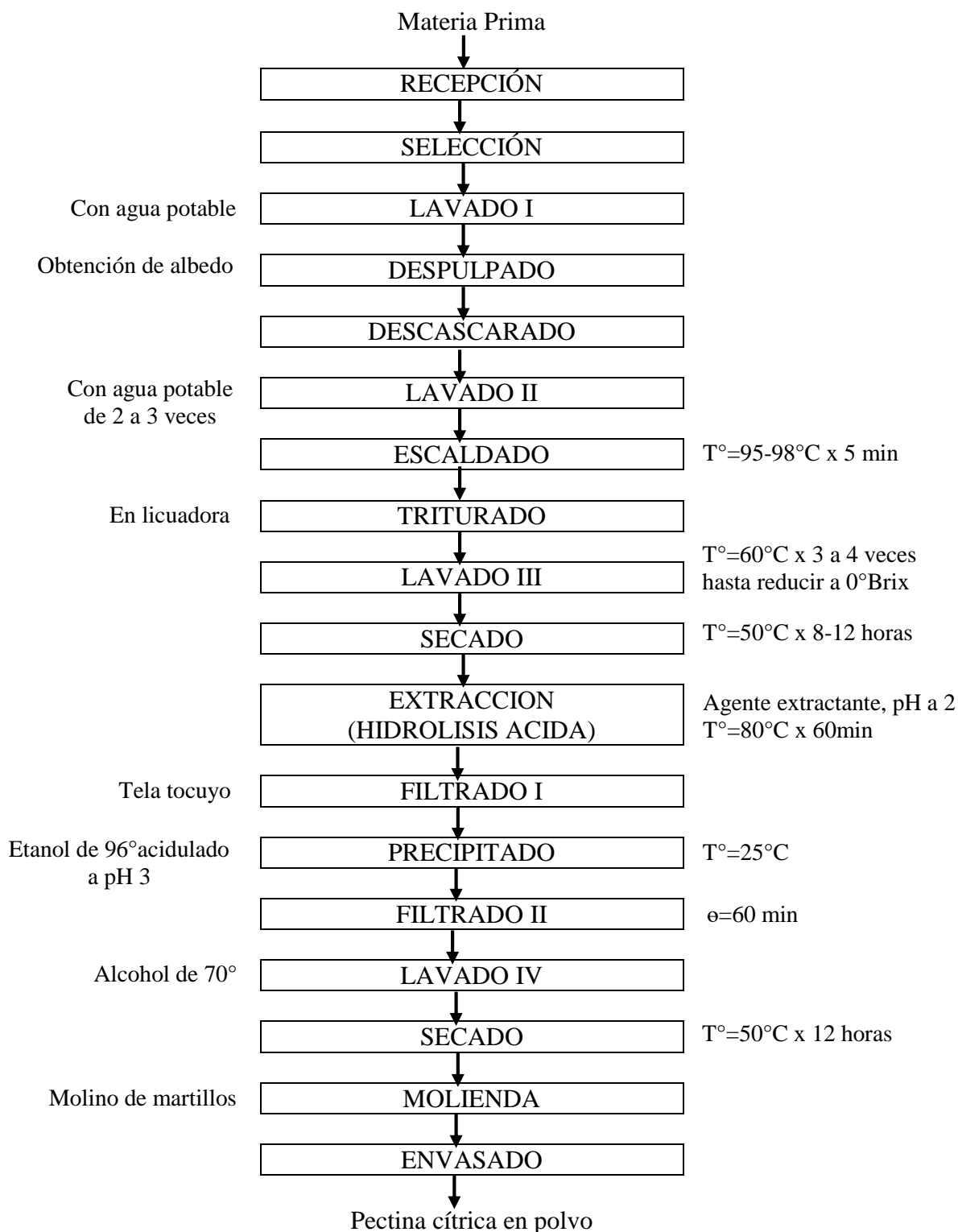


Gráfico 05. Diagrama de flujo cualitativo para la extracción de pectina cítrica.

Fuente: León y Riveros (2014)

Las condiciones a tomar en cuenta en cada operación unitaria, señalada en el gráfico 05, son:

b.1) Materia prima

Los factores que hay que tener en cuenta para escoger el fruto materia de extracción de pectina son: el estado de madurez, características del fruto, cantidad, homogeneidad y estado de la muestra (Gamboa,2009)

Estos factores inciden directamente sobre el rendimiento del proceso; pero se debe tomar en cuenta, que mayores rendimientos de pectina, no necesariamente indica la obtención de pectinas de buena calidad. (López,2013).

- **Estado de madurez:**

Mendoza (2017), sostiene que, durante la maduración, los tejidos de los frutos presentan una variación del contenido de pectina soluble. En estado inmaduro, la pectina está totalmente esterificada, lo que le confiere mayor rigidez al tejido; en procesos de extracción industrial, se buscan bajos estados de maduración, para obtener mayores rendimientos de pectina, con calidad, de alto peso equivalente, metóxilo y grado de esterificación; no obstante, la acción natural de las enzimas sobre los tejidos durante la maduración convierte la protopectina en pectina soluble, ablandando los frutos y disminuyendo el peso equivalente, grado de metoxilación y grado de esterificación

en las pectinas , es decir, que los residuos agroindustriales de cáscaras de frutos maduros son una fuente, en menor proporción aprovechable, para la industria agroalimentaria.

- **Características del fruto**

Barreto (2017), refiere que las características del fruto (composición del suelo en la que fue cultivado el vegetal, al uso de fertilizantes u otros factores ambientales), influyen sobre la cantidad de cenizas (material inorgánico) y alcalinidad de cenizas reportados en las pectinas. Además, Gamboa (2009), refiere que la tipología y variedad de la planta, inciden mucho en el rendimiento de extracción de pectina. La cantidad de material péctico que se puede obtener varía con cada fruta, con los tejidos de esa fruta en particular. La cáscara, el área central, y el albedo (en el caso de las frutas cítricas) son las fuentes más ricas en pectina.

- **Muestra recolectada**

Álvarez (2011), refiere que la muestra debe ser sana, la corteza no debe presentar magulladuras y partes en estado de descomposición; además de proceder de lotes homogéneos (muestras recolectadas de diversidad de variedades de fruto pueden influir en el rendimiento y en el peso equivalente en forma directa) y en cantidad suficiente. Pagán (2000), encontró además que el tiempo de almacenamiento

también incide en el rendimiento de obtención de pectina (muestras refrigeradas presentan mayor rendimiento que muestras frescas).

b.2) Proceso de obtención de albedos en cítricos

Según lo explica Devia (2003), la obtención del albedo en cítricos obedece al aspecto final de la pectina que se desea, porque para un producto puro, de color blanco, se debe separar el mesocarpio o albedo de la epidermis o exocarpio de la cáscara (flavedo), mientras que, si se acepta una pectina con algún color, puede omitirse este proceso de separación; ya que en caso de los cítricos el flavedo, la parte central y el albedo son fuentes muy ricas en pectinas. El proceso de obtención de albedo en los cítricos forma parte de una metodología patentada, que, con leves modificaciones, según el fruto, sigue la misma secuencia: recepción de materia prima, selección, pesado, limpieza, cortado, lavado y desinfectado.

b.3) Escaldado

Álvarez (2011), refiere que el proceso de calentamiento del albedo, se realiza con el fin de inactivar las enzimas pectinolíticas, evitando la liberación de ácidos, azúcares y metabolitos atrapados en la matriz polimérica; además de eliminar suciedad o microorganismos presentes en el albedo de la cáscara y por consiguiente lograr una extracción más efectiva de la pectina, disminuyendo la posibilidad de afectar el

contenido de peso equivalente, % metoxilo, % ácido galacturónico, grado de esterificación, características organolépticas y, por consiguiente, el poder gelificante. Los tipos y funciones de las enzimas pectinolíticas son las siguientes:

- **Pectin metil esterasa (PME)**, que remueve pequeñas ramificaciones de las cadenas pectínicas, no afecta la longitud, alterando la solubilidad de la pectina y produciendo pectinas de bajo metoxilo e incluso ácido poligalacturónico, volviéndola más sensible al ataque de otras enzimas. Se encuentra en frutos cítricos, manzanas y tomate
- **Poligalacturonasas (PG, PMG)**, que rompen las cadenas pécticas añadiendo una molécula de agua e hidrolizando el enlace entre dos moléculas de ácido galacturónico. Produciendo variaciones leves o severas a la viscosidad péctica.
- **Pectinliasas (PTE, PATE)**, que rompen las cadenas pécticas principalmente en las pectinas de alto metóxilo, removiendo una molécula de agua y liberando productos con un doble enlace insaturado, no lo producen las frutas, sino los hongos de frutas contaminadas microbiológicamente.
- **Pectoliasas**, que actúan en los ácidos poligalacturónicos o en pectinas de bajo metoxilación con una acción similar a la descrita para la pectinlialia (producida por bacterias).

b.4) Triturado o licuado

León y Riveros (2014), sostienen que la trituración tiene una influencia directa sobre el rendimiento de pectina obtenida, debido a que aumenta el área superficial de contacto, haciendo que las partículas de albedo sean lo más fina posibles, evitando el proceso de molienda y facilitando así el proceso de extracción; además Ferreira *et al.* (1995), menciona que debido a las condiciones de trituración y al tamaño de partícula, la pectina puede ganar humedad hasta cierto nivel.

b.5) Lavados

Devia (2003), menciona que el aspecto final de la pectina depende en buena parte del proceso de lavado, que se debe realizar varias veces, considerando el grado de impurezas que pueda contener y que modifican su color; Maldonado *et al.* (2010), agrega que es importante eliminar al máximo los azúcares neutros asociados, látex, gomas y demás compuestos presentes en la estructura de la cáscara, que pudieran hidrolizarse junto con la pectina extraída; afectando las características de la pectina (peso equivalente, % metoxilo, % ácido galacturónico, grado de esterificación y gelificación); sin embargo los lavados se deben efectuar en cantidades prudentes, pues en exceso pueden eliminar sustancia pectica, reduciendo el rendimiento.

Del mismo modo Gómez *et al.* (2001), concluye que trazas de ácido

mineral que contaminan las pectinas (residuos de cloruro que provienen del HCl, y sales de ácido cítrico que se arrastra en la extracción), debido a problemas en el lavado o purificación pueden afectar la concentración de iones hidrógeno elevando el % de cenizas y alcalinidad de cenizas (ya que la mayor parte de las cenizas que acompañan a las pectinas consisten de carbonatos alcalinos o bases).

Mendoza (2017), resalta la importancia de los lavados con etanol (para remover impurezas solubles en alcohol), pues pueden evitar la coloración café oscura y sabor astringente amargo, que indica la presencia de otras sustancias polifenólicas o metabolitos secundarios, que no se solubilizaron en el proceso de separación de la pectina en la solución.

b.6) Hidrólisis

Álvarez (2011), resalta la importancia de utilizar agua desmineralizada, en todo el proceso de hidrólisis ácida, con el propósito de eliminar especialmente los iones calcio, los cuales tienen un efecto negativo en el rendimiento del proceso; además de repercutir en el % de cenizas y alcalinidad de cenizas. En el proceso de hidrólisis participan múltiples variables, que modifican sus resultados, entre ellos se tiene:

- **La relación cáscara seca /agua acidulada**, incide directamente sobre el rendimiento, ya que el empleo de relaciones menores a 1/16, no permite continuar con el proceso de extracción de pectina, debido a la viscosidad de la solución péctica. (Maldonado *et al.*,2010).

- **Agente extractante**, se conoce como agente extractante al ácido utilizado en el proceso de hidrólisis, al respecto, Gamboa (2009), refiere que los ácidos orgánicos (ácidos presentes en las frutas y verduras), tienen un menor poder de extracción en comparación con los ácidos inorgánicos, López (2013), relaciona el poder extractante con el rendimiento; debido a que un ácido inorgánico extrae con mayor fuerza la pectina de las paredes celulares y del tejido vegetal del fruto; a lo expuesto Gamboa(2009), agrega que el poder extractante de los ácidos, también se encuentra relacionado con mejores % metoxilo y grado de esterificación; sin embargo es importante recalcar que los ácidos galacturónicos, resultan algo inestables en ácidos minerales (ácido fuertes u inorgánicos) calientes. López (2013), menciona que los agentes extractantes más utilizados son: el ácido clorhídrico, sulfúrico o sulfuroso para pectinas sólidas y ácidos orgánicos como el cítrico, tartárico u acético se prefieren para la pectina líquida; porque resulta más conveniente por ser menos tóxico y de probado uso agroindustrial; sin embargo el ácido cítrico en su forma anhidra, tiende a formar pequeños cristales al estar en agua caliente que pueden retener más humedad; además, Gamboa (2009), agrega que el ácido cítrico, tiende a formar sales con iones metálicos del recipiente, los cuales resultan buenos controladores del pH y aumentan el % de cenizas y alcalinidad de cenizas; efecto

contrario causa el ácido clorhídrico, que resulta con mayor % ácido galacturónico, % metoxilo y presenta menos cenizas y mejores rendimientos, debido a que el ácido clorhídrico se ioniza en medio acuoso, presentando más hidrógenos activos; Zegada (2015), aclara también que los ácidos sulfurosos, nitrosos y fosfatados no son recomendables para la hidrólisis debido a que dejan muchas impurezas.

- **pH**, Maldonado *et al.* (2010), considera al pH, el parámetro más importante en la tecnología de extracción de pectina, los rangos de pH deben situarse entre 1.5 – 3.0; procesos fuera de éstos parámetros dan como resultado pectinas de bajo metoxilo, Gamboa (2009), agrega que, disminuyendo el pH, aumenta la acidez del medio, lográndose mayor rendimiento, por ende, el peso equivalente disminuye; así que es recomendable encontrar un equilibrio en el proceso.
- **Temperatura**, Maldonado *et al.* (2010), indica que varían de 60 a 100 °C, temperaturas inferiores a 60° C, no son lo suficientemente altas para poder producir hidrólisis y solubilizar la pectina. Temperaturas altas (mayores a 90°C), tampoco son ideales, puesto que degradan la pectina; motivo por el cual López (2013), afirma que la temperatura ideal se sitúa en 85°C, debido a que ablanda el tejido de la materia prima, aumentando el rompimiento de los enlaces glucosídicos

presentes en la pectina; sin registrar pérdidas significativas en el rendimiento.

- **Tiempo**, Chávez (2010), afirma que la solución obtenida en la hidrólisis ácida se somete a tiempo suficiente para evaporar el 60 % de la carga inicial. Al respecto, Guerrero et al. (2017), atribuyeron los altos rendimientos de la pectina extraída a la temperatura de 90 °C, debido al aumento en el rompimiento de los enlaces glucosídicos; sin embargo, Gamboa (2009), aclara que un mayor tiempo de hidrólisis puede provocar una mayor fragmentación de la molécula de pectina, por lo que el contenido de ácido galacturónico tenderá a ser menor.

b.7) Precipitado y filtrado

León y Riveros (2014), afirma que cuando la pectina es precipitada por adición de alcohol, se forma un coágulo fibroso, y cuanto más fibroso es el precipitado, indica mayor rendimiento y firmeza del gel de la pectina (de fácil filtrado); Gamboa (2009), agrega que la característica de fibrosidad del gel precipitado, se relaciona directamente con la concentración del alcohol y del tiempo de reposo para la precipitación; mientras más concentrado sea el alcohol mayor poder precipitante posee y el producto presentará mejores rendimientos y características (% metoxilo ,grado de esterificación y gelificación); sin embargo, esto ocasiona una coprecipitación de las proteínas intercelulares, almidones, ácidos nucleicos y restos acidulares que podrían afectar en el % de

cenizas y alcalinidad de cenizas, éste inconveniente se agudiza cuando se utiliza la combinación ácido cítrico más alcohol de alta concentración. Con respecto al volúmen de alcohol que se requiere para una precipitación ideal, Devia (2003), recomienda un volumen de alcohol equivalente al 80% de la solución que se va a precipitar, para no afectar el rendimiento ni la calidad de la pectina.

b.8) Secado, molienda y envasado

La pectina es muy susceptible de degradación a temperaturas altas, motivo por el cual Chávez (2010), recomienda que, en el secado, la temperatura no sobrepase los 60°C, para evitar los procesos de pardeamiento no enzimático que obedecen a la reacción de Maillard y que repercuten de manera directa con el grado de esterificación de la pectina, reduciendo su contenido de agua ligada y de metoxilos; del mismo modo, Gamboa (2009), recalca que los secados a bajas temperaturas, tiempos prolongados más el efecto individual de la concentración de alcohol, tampoco son recomendables, puesto que dan a la pectina una coloración oscura (por los azúcares y proteínas que pueden estar conformando las muestras de pectina evaluadas); presentándose como láminas de textura gelatinosa o pegajosa, de difícil secado y molienda.

Álvarez (2011), recomienda que las operaciones de secado y molienda, deben realizarse en forma continua (envasar la pectina seca lo más rápido

posible), en recipientes herméticamente sellados, para así evitar la oxidación y humedecimiento de la pectina, ya que ésta es fácilmente oxidada y altamente higroscópica; López (2013), agrega que si las sustancias pécticas sólidas con menos de 10% de humedad son debidamente envasadas, permanecen casi inalterables por mucho tiempo a temperatura de medio ambiente (18 - 22°C).

2.2.6. Gelificación de la pectina

Pagán (2000), refiere que desde el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante de las pectinas es su aptitud para formar geles.

Un gel de pectina está constituido principalmente por agua retenida en una red tridimensional de moléculas de pectina. La pectina es dispersable en agua (sólido disperso en una fase continua líquida), pero bajo las condiciones adecuadas, se puede convertir en un gel (líquido disperso en una fase continua sólida). Esto ocurre cuando las moléculas de pectina interactúan entre sí en puntos específicos. No es fácil formar geles de pectina, se requiere un delicado equilibrio de pectina, agua, azúcar, y ácido. (Higuera, 2017).

La capacidad para formar geles o grado de gelificación de las pectinas se define como el número de gramos de azúcar con los cuales un gramo de pectina forma un gel de firmeza estándar, bajo condiciones controladas de acidez y sólidos solubles. Los gramos de azúcar requeridos para formar el gel se expresan como grados SAG. Las pectinas comerciales de buena calidad tienen grados de gelificación entre 150 y 130° SAG. (Acevedo y Ramírez, 2011).

La adición de azúcar y de ácido modifica todo completamente. El azúcar desarrolla una acción deshidratante sobre la pectina y la lleva al límite de la solubilidad; el ácido, liberando iones hidrógeno positivos, neutraliza la acción de los iones carboxilo negativos, reduce al mínimo el aumento de la carga eléctrica y la disociación de la pectina y favorece las uniones físicas de sus moléculas; de la acción mutua entre el azúcar y del ácido sobre la pectina en solución, a temperatura suficiente para facilitar la solubilización y las uniones físicas de los componentes, nace la estructura reticular que, enfriándose se solidifica en forma de gel, por otro lado se puede agregar que la rigidez del gel depende de la relación de azúcar y ácido, una alta concentración de azúcar hace que sea menor la cantidad de agua soportada por la estructura, una alta concentración de ácido aumenta la dureza del gel, pero un exceso puede generar sinéresis de la pectina, bajas concentraciones de ácido producen fibras tan blandas que la estructura del gel será incapaz de soportar el líquido y se formaran grumos indeseables. (Higuera,2017).

a. Capacidad de gelificación o grado de gelificación (GG)

Barraza (2015), menciona que el grado de gelificación de una pectina es medida por la consistencia o fuerza del gel obtenido al emplear una formulación determinada.

La firmeza o consistencia del gel depende del contenido adecuado de azúcar y ácido que se incorpore, más un rango de pH que resulte óptimo; ya que el pH de la solución de pectina tenderá a disminuir los grupos

carboxilatos altamente hidratados y cargados, para dar paso a grupos carboxílicos no cargados y ligeramente hidratados. Esto permite que las moléculas que constituyen la pectina puedan asociarse mediante las llamadas zonas de unión, formando así una red tridimensional que atrapa la solución acuosa de las moléculas de soluto (Gamboa, 2009).

a.1) Graduación de la pectina

Navarro (2001), indica que en 1959 un comité especial del institute of Food technologists estudió el problema de la estandarización de las pectinas comerciales que se estaban utilizando. El método de estandarización de las pectinas de alto índice de metoxilo(HM), propuesto por ese instituto es el utilizado para definir el grado de gelificación de una pectina.

- **Grados SAG o Grados sacarométricos (GG)**

Navarro (2001), define los grados SAG como una unidad de medida para las pectinas de alto grado de esterificación (HM); para las pectinas de bajo metoxilo no existe una regulación conocida (no existe forma de medirlas).

Se denomina grados SAG debido a que la prueba principal consiste en medir con un aparato llamado ridgelímetro el hundimiento (SAG en inglés) de los geles formados con pectinas HM, también existen otros métodos de laboratorio para su determinación. Asimismo, Acevedo y Ramírez (2011), mencionan que el grado SAG, se define como el

número de gramos de azúcar con los cuales un gramo de pectina HM, forma un gel de firmeza estándar, bajo condiciones establecidas de pH igual 3.2 – 3.5; de 65 a 70 °Brix.

2.2.7. Aplicación en la industria alimentaria

En la tabla 03, se muestra las diversas aplicaciones de las pectinas de alto metoxilo (HM), en la industria alimentaria.

Tabla 03. Aplicación de la pectina (HM), en alimentos.

Tipo	Grado de Esterificación	Uso en la industria alimentaria	Condiciones de empleo
Gelificación muy rápida	74-77%	Confituras de frutas enteras(bayas,ciruelas,albaricoques) ,jaleas(cortezas en suspensión)	SS=63-66%;pH=3.1-3.0; Tiempo: mínimo 3minutos
Gelificación rápida	71-74%	Confituras rápidas cocidas al aire libre	SS=63-56%; pH=2.9-3.3 Tiempo:4-8minutos
Gelificación rápida media	66-69%	Rellenos para pastelería industrial(ricos en pulpa)	SS=70-72%; pH=3.2-3.6 Tiempo: 10 – 12 minutos
Gelificación lenta	58-65%	Confituras clásicas cocidas a presión reducida. Confituras de frutas acidas cocidas al aire libre. Jaleas acidas	SS=63-66%;pH=2.8-3.1 Tiempo:15-25 minutos
Gelificación muy lenta	<%58	Confituras de frutas acidas cocidas a presión reducida, jaleas muy acidas	SS=63-56%;pH=2.6-2.9 Tiempo:30- 120 minutos

Fuente: López (2013).

2.2.8. Calidad de pectinas.

Suarez *et al.* (2013), señala que la pectina es un aditivo clasificado dentro de los espesantes y gelificantes, que tiene el propósito de proporcionar estabilidad fisicoquímica al alimento, mejorar las características sensoriales y alargar la vida de anaquel del alimento. Para que una sustancia sea admitida como aditivo debe estar bien caracterizada químicamente y debe superar los controles toxicológicos, microbiológicos y sensoriales establecidos por parte de los

correspondientes organismos nacionales e internacionales para comprobar su inocuidad, entre los organismos que poseen competencia en la regulación de aditivos alimentarios se encuentra la FAO (Food and Agriculture Organization), el comité de especificaciones Codex (Food Chemicals Codex, FCC), la NTP 209.710:2014 y la USP (Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos), los cuales han establecido especificaciones fisicoquímicas y sensoriales para la pectina comercial que se señalan en la tabla 04.

Tabla 04. Especificaciones oficiales de pureza para pectinas comerciales

Características	FAO (1978)	FCC (1981)	NTP 209.710:2014	USP
Humedad	Max 12%	Max 12%	Max 10%	Max 10%
Cenizas Totales	-	Max 10%	Max 4.0%	-
Cenizas insolubles en ácido	-	-	Max 0.4%	-
Alcalinidad de cenizas	-	-	Max 3.6%	-
Metanol, etanol	Max 1%	-	-	-
Contenido de nitrógeno pectina	Max 0.5%	-	-	-
Peso Equivalente	-	-	Min 1000 (mg/meq)	-
Ácido galacturónico	Min 65%	Min 70%	Min 78%	Min 74%
Grado de esterificación de HM	-	Min 50%	Min 50%	-
Grado de esterificación de LM	-	Max 50%	Max 50%	-
Metoxilos	-	-	Min 7.0%	Min 6.7%
Metales pesados ppm	-	Max 40%	20 ppm	-
Arsénico	-	-	10 ppm	-
Azúcares y ácidos orgánicos	-	-	Max 2.0%	Max 20mg
Grado de gelificación	-	-	80 (pectinas sólidas)	Ensayos de Identificación
	-	-	10 (pectinas líquidas)	
Características sensoriales	-	-	Aspecto -polvo fino o grueso (pectinas sólidas o líquido gelatinoso (pectinas líquidas) Color -propio Olor - inodoro Sabor -mucilaginoso	Polvo fino o grueso de color amarillo claro.

Fuente: López (2013).

2.3. BASES CONCEPTUALES

- **Ácido galacturónico**, sirve para definir la fuerza del precipitado y comprobar la pureza del producto, puesto que la pectina es un polímero del ácido galacturónico.
- **Albedo**, capa blanca esponjosa que constituye el 95% de la cáscara, cuya finalidad es servir de unión entre el endocarpio (pulpa) y el exocarpio (Flavedo).
- **Concentración de alcohol**, grados alcohólicos o fuerza del alcohol.
- **Contenido de metoxilo**, determina las características gelificantes de la pectina, la proporción de metilación se expresa por el contenido en metóxilo (-OCH₃); lo cual dará a la pectina un grado determinado.
- **Grado de esterificación**, define las características del gel a formar por la pectina, es el parámetro químico más importante para el análisis de las pectinas y que tiene relación con el contenido de metóxilos presentes.
- **Grado de gelificación**, expresada como la cantidad de azúcar (sacarosa) que gelificará una parte de pectina para obtener una firmeza dada bajo condiciones establecidas de pH = 3.2 – 3.5; de 65 a 70° Brix y pectina dentro de los límites de 0.2 a 1.5%.
- **Pectina**, es un conjunto de compuestos de elevado peso molecular (de 100.000 a 200.000), que es utilizado como aditivo seguro, el cual no tiene restricción de uso, que se componen de 150 a 1.500 unidades de ácido galacturónico unidas a cadenas laterales con arabinosa, xilosa, ramnosa y galactosa.
- **Tipo de ácido**, agente extractante en la hidrólisis ácida.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de tesis, se desarrolló en los laboratorios de ingeniería de industrias alimentarias – UNASAM, mientras que, para algunos análisis fisicoquímicos, tales como porcentaje de humedad, cenizas, pH, sólidos solubles, acidez titulable, sólidos totales y alcalinidad de cenizas de la presente investigación se solicitó los servicios del laboratorio de ensayos clínicos, biológicos e industriales “COLECBI” S.A.C de la ciudad de Nuevo Chimbote.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materia prima

En la realización del experimento se utilizó 105 kg de cáscara de “naranja dulce” (*Citrus sinensis*), en estado maduro, incluyendo el albedo (o parte interna blanca de la cáscara), semillas y membranas, desechadas por los comerciantes de jugo de naranja de la ciudad de Huaraz.

3.2.2. Insumos

a. Ácidos, se empleó para la extracción de pectina:

- 66 ml de ácido clorhídrico (HCl) 37%
- 525 g de ácido cítrico anhidro (C₆H₈O₇) 99.7 %
- 656 ml de ácido acético (CH₃COOH) 99%

b. Alcohol comercial, se empleó para la precipitación de la pectina.

- 50 Litros de alcohol 96°
- 39 Litros de alcohol 70°

- 50 Litros de alcohol 60°
- c. 50 gramos de pectina comercial *Insumos & Soluciones*, se empleó para la comparación de las características fisicoquímicas y los tratamientos del análisis sensorial. (La ficha técnica se aprecia en el Anexo 17).

3.2.3. Materiales

- 01 termómetro de mercurio *GIARDINO ITALY* (0-250°C).
- 02 pinzas de acero inoxidable.
- Materiales de plástico, bateas, baldes, jarras volumétricas y coladores de plástico.
- Cuchillos y cucharas de acero inoxidable, marca Facusa.
- 01 espátulas de acero inoxidable.
- 10 bandejas de acero inoxidable.
- 3 metros de tela de tocuyo
- 02 mallas
- Materiales de vidrio: probetas, buretas, pipetas, matraces para titulación, vasos de precipitado (50, 100, 250 y 500 ml), matraces Erlenmeyer, Fiolas aforadas, tubos de ensayo, placas petri marca *pyrex*, botellas de vidrio, baguetas, crisoles.
- 04 gradillas para tubos de ensayo.
- 05 tapas de plástico.
- 01 tabla de picar.
- 01 mesa de concreto enchapada con mayólica.

- 50 bolsas de polietileno de baja densidad.
- 02 rollos de papel aluminio.
- 01 cronómetro.
- 03 ollas con tapa de acero inoxidable (20 L. de capacidad).
- 01 balón de gas.

3.2.4. Equipos

- 01 balanza analítica marca *PRECISA*, modelo XT 120A (0.01 – 120 gr.)
- 01 refractómetro marca *HANNA*, modelo HI 96801
- 01 equipo de titulación marca *KIMAX*, modelo MKA-520.
- 01 balanza eléctrica, marca *TECSI SAC*, modelo SF- 400, de sensibilidad 1g.
- 01 balanza tipo reloj, marca *Valtox*, modelo 310, capacidad de 30 Kg, de sensibilidad 100 g.
- 01 pH – metro digital portátil marca *SCHOTT*, modelo D-55014 Mainz.
- 01 cocinillas marca *METAL MECANIC*, modelo semi industrial.
- 01 estufa marca *BINDER*, modelo ED 115, temperaturas de 5 - 300°C.
- 01 estufa marca *MEMMERT*, modelo UN 30, temperaturas de 20 - 250°C.
- 01 mufla marca *Naber Industria Fenbau*, modelo 2804 Lilienthal Bremen, con temperatura máxima de 1200°C.
- 01 campana extractora marca *LABCONCO*, modelo Standard.
- 01 cocinilla eléctrica marca *IMACO*, modelo Dinamic Duo 8023.
- 01 licuadora doméstica marca *Osterizer*, modelo 465-42, de 3 velocidades.

- 01 molino casero marca *Corona*, modelo 11707.

3.2.5. Otros

- 150 g de hidróxido de sodio
- 5 ml de fenolftaleína al 1 %
- 5 ml de anaranjado de metilo al 0.5% en agua destilada (indicador)
- 5 ml de rojo de fenol o rojo de Hinton (indicador)
- 4 Litros de agua destilada
- 1 ml de soluciones buffer de 4 y 7 para calibración del potenciómetro

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Técnicas y procedimientos de recolección de datos

La recolección de información se dio mediante el uso de fuentes primarias y secundarias.

a. Fuentes primarias

a.1) Observación; para el estudio se realizó una observación directa para la ubicación de los puestos u negocios de venta de jugo de naranja en la ciudad de Huaraz, haciendo uso de una guía de observación. (Anexo 02 – Imagen 1)

a.2) Entrevista; se llevó a cabo de manera directa a los vendedores de jugo de naranja de la ciudad de Huaraz, para el cálculo de la generación semanal de cáscara de naranja (incluye albedo, semillas y membrana), utilizando un formato de registro. (Anexo 02 – Imagen 2)

a.3) Aplicación de test estandarizado, se diligenció mediante la aplicación del test de perfil de características para una prueba sensorial, se realizó mediante cartillas de evaluación. (Anexo 15)

a.4) Investigación en laboratorio; los datos se obtuvieron en forma directa de la manipulación de los tratamientos, llevándose a cabo en los laboratorios de la facultad de ingeniería de industrias alimentarias y fueron anotados en las hojas de apuntes.

b. Fuentes secundarias

Se obtuvo información a partir de fuentes secundarias externas a través de artículos encontrados en bases de datos (Universia, Scielo, Redalyc, entre otras), y tesis revisadas en las bibliotecas de las universidades y tesis publicadas en la web, que contienen información relacionada.

3.3.2. Métodos de análisis

a. Análisis fisicoquímico del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

Se realizaron los siguientes análisis:

- **Determinación del rendimiento:** Se determinó mediante el cálculo de la relación del peso del albedo de naranja y el peso inicial de la muestra procesada, multiplicada por 100% (Acevedo y Ramírez,2011)
- **Determinación de humedad:** Se realizó mediante el uso de una estufa, marca *MEMMERT*, a 105°C, utilizando 5 gramos de albedo fresco de naranja, de acuerdo a la NMX-F-289 (NORMEX, 1977). (Anexo 03 – Imagen 1)

- **Determinación de cenizas:** Se determinó por incineración de la materia orgánica a 600°C hasta peso constante, mediante el uso de una mufla marca *Naber Industria Fenbau*, usando cinco gramos de albedo fresco de naranja, según lo descrito por la norma UNE 64019 (AENOR, 1971). (Anexo 03 – Imagen 2)
- **Determinación de pH:** Se realizó con cinco ml del jugo del albedo fresco de naranja y un potenciómetro marca *SCHOTT*, expresando los resultados en unidades de pH a temperatura indicada (Meyer y Palthinieri, 1990). (Anexo 03 – Imagen 3)
- **Determinación de sólidos solubles:** Se determinó mediante un refractómetro de mesa, marca *HANNA*, con escala de 0-100°Brix mediante lectura directa, vertiendo dos gotas del jugo del albedo fresco de naranja. (Meyer y Palthinieri, 1990). (Anexo 03 – Imagen 4)
- **Determinación de la acidez titulable:** Se determinó por titulación de una muestra de 5 ml de jugo del albedo fresco de naranja con hidróxido de sodio 0.1N, hasta el viraje a color rosado. Expresando los resultados en gramos de ácido cítrico/100 gramos de muestra, de acuerdo con la NMX-FF-011. (NORMEX, 1982).(Anexo 03 – Imagen 5)
- **Determinación de sólidos totales:** Se determinó mediante el método de estufa con secado a 103° C, con una estufa marca *MEMMERT*, usando cinco gramos de albedo fresco de naranja. (Pearson, 1976).(Anexo 03–Imagen 6)

- **Determinación del índice de madurez:** Se determinó calculando la relación de sólidos solubles entre la acidez titulable. (Yúfera,1979).

El informe de Colecibi SAC para los análisis fisicoquímicos se ven en el Anexo 03 – Imagen 7, excepto el índice de madurez cuyo procedimiento se muestra en el Anexo 10 - A

b. Análisis fisicoquímico de la pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*) y pectina comercial.

Se realizaron los siguientes análisis proximales:

- **Humedad,** se pesó un gramo de pectina y se secó a 70°Cx 16 horas, mediante una estufa, según la NMX-F-289 (NORMEX, 1977).
- **Cenizas,** se pesó un gramo de pectina y se calcinó por 4 horas a 600°C hasta peso constante, mediante una mufla marca Naber; según lo recomienda la norma UNE 64019 (AENOR, 1971).
- **Alcalinidad de cenizas (%AC),** las cenizas anteriores se disolvieron en 25 ml de HCl 0.1N. Se calentó hasta ebullición, se enfrió y tituló en presencia de fenolftaleína, con NaOH 0.1N, de acuerdo con la norma NMX-F- 325-S (NORMEX, 1979).
- **Peso equivalente (PE),** se determinó por titulación de 0.5 gramos de pectina con NaOH a pH 7.5, usando como indicador rojo de Hinton (Owens, 1952). (Anexo 11 – Imagen 1).
- **Contenido de metoxilo (%Me),** se determinó saponificando con NaOH 0.25 N y HCl 0.25N la muestra utilizada para la determinación del peso

equivalente, titulando el grupo carboxilo liberado con NaOH 0.1 N. (Owens, 1952). (Anexo 11 – Imagen 2)

- **Contenido de ácido galacturónico (%AG)**, se halló con los datos del peso equivalente, contenido de metóxilo, y alcalinidad de cenizas (Owens, 1952). (Anexo 10 – B)
- **Grado de esterificación (%GE)**, se halló con los datos del ácido galacturónico (%AG) y metoxilo (%ME). (Doesburg, 1965).(Anexo 10– C).

c. Análisis sensorial de la pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*) y la pectina comercial; mediante el test de comparación de características

c.1) Panelistas

Se consideraron 30 panelistas semi entrenados (entre varones y mujeres cuyas edades oscilaron entre 20 a 30 años de edad), los cuales compararon las propiedades organolépticas como el color, aroma, textura y apariencia de la pectina obtenida de los tratamientos T3, T5 y T9 con una muestra patrón (P) o pectina comercial *Insumos & Soluciones*, de acuerdo a la escala del Test de comparación de características (TCC). (Espinosa, 2007).

c.2) Atributos de evaluación

Para la evaluación por parte de los panelistas, se consideró la escala que se muestra en la tabla 07.

Tabla 05. Escala del Test de comparación de características (TCC)

Grado de similitud con la muestra patrón (P)	Escala
Ninguna	5
Ligera	4
Moderada	3
Mucha	2
Extrema	1

Fuente: Espinosa (2007).

c.3) Preparación de la muestra

Se prepararon siete gramos de pectina de los tratamientos T3, T5, T9 y de la muestra patrón (P) o pectina comercial *Insumos & Soluciones* y se colocaron en platillos de porcelana. El análisis sensorial, se realizó en un ambiente acondicionado para este fin, las muestras se colocaron en orden aleatorio para su presentación a los jueces evaluadores. Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación. (Anexo 15).

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos planteados se siguió un cronograma establecido, cumpliendo las etapas que se presentan a continuación (Anexo 01: a, b).

Etapas I. Recolección y pre- tratamiento de la materia prima.

En base a la observación y entrevistas realizadas de manera directa, existen en la ciudad de Huaraz 40 puestos de vendedores de jugo de naranja, que acumulan semanalmente un promedio total de 345 kg de cáscara de naranja; incluyendo albedo, semillas y membrana, ésta cantidad no es constante debido a que depende directamente de las ventas, sin embargo, se fijó una cantidad

estándar de muestra aplicando el tipo de muestreo probabilístico, resultando un tamaño de muestra de 5.57 kg cada semana. (Anexo 02 – Imagen 3). Para la determinación de la cantidad de muestra se utilizó la siguiente formula:

$$n = P\sqrt{N} ; \text{ en donde } N = \text{universo}; n = \text{número de muestra y}$$

$$P = \text{probabilidad} = 0.3$$

a. Obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

Se detalla la descripción de la obtención de albedo fresco, desde la recepción de cáscara de naranja (incluyendo el albedo, semillas y membranas), hasta obtener el albedo fresco de naranja, mostrando el proceso en el gráfico 06.

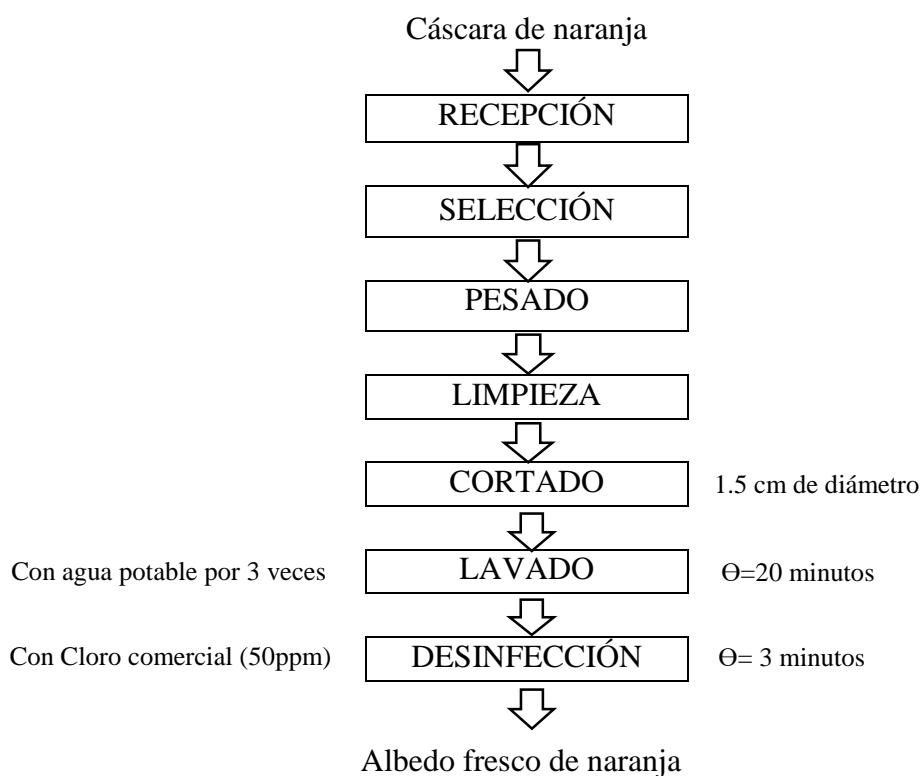


Gráfico 06. Diagrama de flujo cualitativo para de la obtención de albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), adaptado de León y Riveros (2014)

a.1) Recepción

Se recolectó un total de 105 kg de cáscara de “naranja dulce” (*Citrus sinensis*), incluyendo el albedo (o parte interna blanca de la cáscara), semillas y membranas, de diferentes vendedores de jugos de la ciudad de Huaraz, con el fin de tener una muestra variada. El proceso de recepción se realizó durante los meses de Febrero hasta Agosto del 2017, muestreando una cantidad de 5.57 kg de cáscara de naranja semanalmente, operación que se realizó manualmente mediante el uso de costales de polietileno con lo cual se trasladó la materia prima al laboratorio (Anexo 02 – Imagen 4)

a.2) Selección

Esta operación se realizó manualmente, con la finalidad de eliminar los daños físicos de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), incluyendo el albedo, semillas y membranas. (Anexo 02– Imagen 5)

a.3) Pesado

Se pesó la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), incluyendo el albedo, semillas y membranas, para realizar los cálculos necesarios para el balance de materia y también el rendimiento. El proceso se llevó a cabo mediante una balanza convencional marca *Valtox*. (Anexo 02– Imagen 6)

a.4) Limpieza

Se retiró mediante un cuchillo de cocina, marca *Facusa*, los restos del epicarpio, endocarpio y semillas de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y se dejó solamente el albedo o mesocarpio, para favorecer la coloración de la pectina extraída. (Anexo 02– Imagen 7)

Paralelo a la operación de limpieza se calculó, en base a la generación semanal de cáscara de naranja; es decir 5.57 kg, el porcentaje de las partes de la cáscara de naranja para definir su composición física.

a.5) Cortado

El albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), se cortó, mediante un cuchillo de cocina, marca Facusa, en cubos de 1.5 cm de lado aproximadamente, para que el proceso de extracción de pectina sea uniforme. (Anexo 02– Imagen 8)

a.6) Lavado

Se procedió a lavar el albedo fresco de naranja unas tres veces por 20 minutos, con agua potable para remover así las impurezas. (Anexo 02– Imagen 9)

a.7) Desinfección

Se sometió el albedo fresco de naranja a una desinfección, durante tres minutos con una solución de cloro comercial (50 ppm), marca Clorox para eliminar bacterias que pudieron estar presentes.(Anexo 02– Imagen 10).

b. Evaluación del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), mediante análisis fisicoquímico.

Debido a que se utilizó cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) de diferentes vendedores de jugos de la ciudad de Huaraz, se realizaron pruebas preliminares de humedad, cenizas, pH, sólidos solubles, acidez titulable, sólidos totales e índice de

madurez, en tres fechas distintas y se comparó con los resultados de los análisis encargados a Colecibi SAC, con el fin de conocer su composición y establecer la idoneidad para la extracción de pectina. Para la realización de todos los análisis fisicoquímicos se utilizaron 700 gramos de albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), ya que todos los análisis se hicieron por triplicado (Anexo 03).

c. Obtención de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

En el gráfico 07, se describe el procedimiento desde el lavado del albedo fresco de naranja hasta obtener el albedo seco. (Anexo 04)

Además, se determinó el rendimiento del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), siguiendo la metodología descrita por Acevedo y Ramírez (2011) y para comprobar la eficiencia del secado se realizó la determinación de la humedad, empleando el procedimiento descrito por la NMX-F-289 (NORMEX,1977). (Anexo 05).

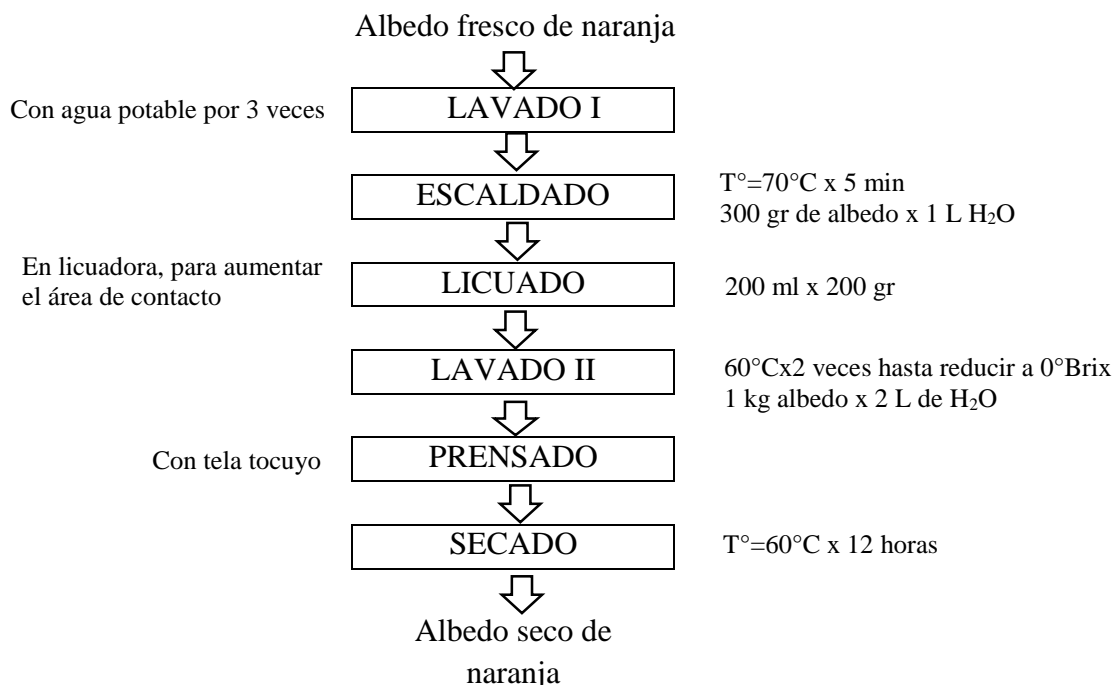


Gráfico 07. Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), adaptado de León y Riveros (2014).

c.1) Lavado I

El albedo fresco de naranja se lavó con agua potable unas tres veces a fin de eliminar restos de pulpa adheridos. (Anexo 04 – Imagen 1)

c.2) Escaldado

Llamado blanqueado o inactivación de enzimas, se realizó con el propósito de hacer más eficiente el proceso de extracción. Se inactivó las enzimas pécticas, usando la relación de un litro de agua por cada 300 g de albedo fresco de naranja, luego se procedió a calentar esta mezcla a 70°C durante 5 minutos, transcurrido este tiempo, se enfrió rápidamente y se filtró con un colador a fin de retener los sólidos. (Anexo 04 – Imagen 2)

c.3) Licuado

Se trituró el albedo escaldado en una licuadora casera, marca *Osterizer*, con el propósito de aumentar el área superficial de contacto y facilitar así el proceso de extracción de la pectina. La relación que se tomó es de 200 ml de agua destilada por cada 200 g. de albedo. (Anexo 04 – Imagen 3)

c.4) Lavado II

A la fase sólida triturada se le efectuó 2 lavadas con agua destilada caliente a una temperatura de 60 °C, hasta reducir el contenido de sólidos solubles hasta cero, medidos con un refractómetro digital, marca *HANNA*. Para agilizar el proceso se usó una relación de 2 litros

de agua por cada kilogramo de la muestra sólida. Ésta operación se realizó para obtener una muestra libre de impurezas. (Anexo 04 – Imagen 4)

c.5) Prensado

La solución heterogénea se prensó manualmente, extrayendo el exceso de agua, presionando en una tela tocuyo y reteniendo el sólido. (Anexo 04 – Imagen 5)

c.6) Secado

La muestra sólida con cero °Brix se colocó en una bandeja y se secó a 60 °C en una estufa eléctrica, marca *MEMMERT*, por 12 horas, con el fin de reducir el peso de la muestra sólida y con ello la cantidad de agua acidulada en la hidrólisis. (Anexo 04 – Imagen 6)

Etapa II. Extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), utilizando el método de hidrólisis ácida.

a. Pruebas preliminares

En la tabla 05, se señalan los indicadores con las que se efectuaron las pruebas preliminares, que consistieron en tratamientos necesarios para la determinación de los parámetros tecnológicos durante la extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), con el fin de conocer el proceso, interpretarlo, adaptarlo y/o modificarlo (Anexo 06).

Tabla 06. Indicadores para las pruebas preliminares.

Indicador	Parámetro/producto	Cantidad
Materia prima	Cáscara de naranja (incluye albedo, semillas y membranas)	40 Kg
	Albedo seco de naranja	2190 g
Tiempo total de duración	Semanas	8
T (°C)	85	-
Tipo de ácido	HCl	25 ml
Grado de alcohol acidulado (Gl)°	96	20 L

a.1) Hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción

Se realizó con la finalidad de obtener los parámetros tecnológicos de pH y tiempo de extracción buscando el mejor rendimiento. Se trabajó con 540 gramos de albedo seco de naranja, pH igual a 2.0, 3.0 y 4.0 y tiempos de 60, 90 y 120 minutos. (Anexo 06 – Imagen 1).

a.2) Hidrólisis a diferentes proporciones de albedo seco/agua acidulada

Se realizó para establecer la proporción óptima de agua acidulada con respecto al albedo seco, buscando el mejor rendimiento. Se trabajó con 900 gramos de albedo seco de naranja y proporciones 1/10, 1/20, 1/30, 1/40, 1/50 y 1/60. (Anexo 06 – Imagen 2)

a.3) Porcentaje de etanol respecto a la solución péctica

Esta prueba se llevó a cabo para establecer el porcentaje de alcohol de 96°, acidulado con ácido clorhídrico diluido (37%), necesario en la solución péctica para obtener el mayor rendimiento. Se ensayó con 450

gramos de albedo seco de naranja y porcentajes de 40%,60% y 80%.

(Anexo 06 – Imagen 3)

a.4) Tiempo de precipitación de la pectina

En esta prueba se determinó el tiempo óptimo de precipitación de la pectina, para obtener mayores rendimientos. Se trabajó con 150 gramos de albedo seco de naranja y tiempos de 1,4,8,12 y 24 horas. (Anexo 06 – Imagen 4)

a.5) Secado de la pectina a diferentes temperaturas

La prueba se realizó con la finalidad de obtener la temperatura de secado óptima de la pectina, buscando el mejor rendimiento. Se trabajó con 150 gramos de albedo seco de naranja y temperaturas de 40,50 y 60° C. (Anexo 06 – Imagen 5)

b. Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*).

En la tabla 06, se especifica los indicadores para el proceso tecnológico de extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*).

Tabla 07. Indicadores para el proceso tecnológico.

Indicador	Parámetro/producto	Cantidad
Materia prima	cáscara de naranja	63 Kg
	albedo seco de naranja	3500 g
Tiempo total de duración	Semanas	12

En el gráfico 08, se detalla el proceso para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), mostrando su respectivo diagrama de flujo cualitativo, más la descripción detallada del proceso. (Anexo 07)

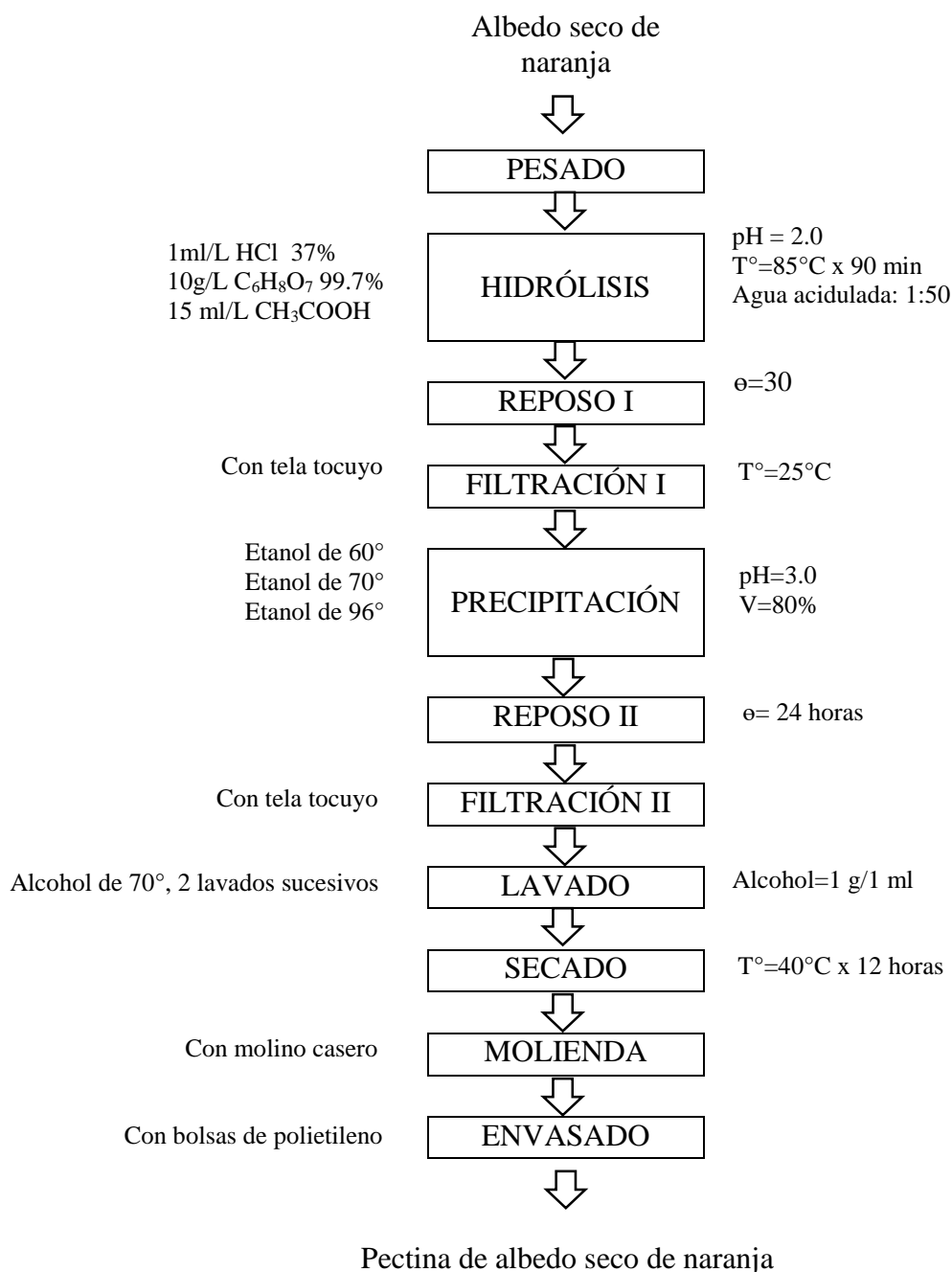


Gráfico 08. Diagrama de flujo cualitativo de la extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), adaptado de León y Riveros (2014)

b.1) Pesado

El proceso se realizó semanalmente, pesando tres muestras de 100 gramos de albedo seco de naranja cada una. Se llevó a cabo mediante una balanza convencional, marca *Valtox*, para calcular la cantidad de agua acidulada a utilizar en la hidrólisis ácida. (Anexo 07- Imagen 1)

b.2) Hidrólisis

Con el empleo de tres ollas de acero inoxidable se preparó cinco Litros de agua acidulada, agregando HCl 37% , $C_6H_8O_7$ 99.7% y CH_3COOH 99% respectivamente y sometiénndose a calentamiento a una temperatura de 85 °C, ajustando el pH a 2; luego se agregó 100 gramos de albedo seco de naranja a cada olla, con agitación constante durante 90 minutos para evitar que el material sólido precipite. (Anexo 07- Imagen 2).

b.3) Reposo I

Las tres muestras obtenidas reposaron 30 minutos para enfriar, antes del filtrado. (Anexo 07- Imagen 3).

b.4) Filtración I

Las tres muestras enfriadas, se filtraron usando tela tocuyo, presionando suavemente para separar el material sólido del líquido, la fracción líquida se enfrió rápidamente por debajo de 25°C sumergiéndola en agua previamente refrigerada para minimizar la degradación térmica de la pectina. (Anexo 07- Imagen 3).

b.5) Precipitación

Las tres muestras de solución péctica se mezclaron con etanol de 60°, etanol de 70°, etanol de 96°, respectivamente, ligeramente acidulado (a pH 3) en una cantidad del 80% del volumen de la solución péctica

mediante agitación fuerte y constante. La operación se realizó para lograr la precipitación de la pectina. (Anexo 07- Imagen 4)

b.6) Reposo II

Las nueve mezclas de solución péctica y etanol, se dejaron reposar durante 24 horas para la coagulación de la pectina, observándose la formación de un gel sobrenadante. (Anexo 07- Imagen 4)

b.7) Filtración II

De las nueve muestras de solución péctica se separaron suavemente los coágulos de pectina sobrenadante, mediante una cuchara marca *Facusa* de acero inoxidable. (Anexo 07- Imagen 5)

b.8) Lavado

Esta operación consistió en purificar las nueve muestras de pectina con dos lavados sucesivos con alcohol de 70°, asimismo ayudó a reducir el contenido de ceniza, el cual afecta la habilidad de la pectina de gelificarse. La relación utilizada fue de 1g de gel obtenido/1 ml de alcohol. (Anexo 07- Imagen 5)

b.9) Secado

Las nueve muestras de pectina se extendieron en placas petri, marca *Pyrex*, para su secado en una estufa marca Memmert, a 40 °C, por un promedio de 12 horas, dependiendo de la cantidad de muestra. (Anexo 07- Imagen 6)

b.10) Molienda

Las nueve muestras de pectina seca, se pulverizaron en un molino casero, marca *Corona*. Esta operación tiene por finalidad reducir el tamaño de las partículas y permitir una mayor solubilidad. (Anexo 07- Imagen 7)

b.11) Envasado

Las nueve muestras de pectina obtenida se envasaron en bolsas de polietileno para su almacenamiento en un lugar libre de humedad, al mismo tiempo se etiquetaron para su debida identificación. (Anexo 07-Imagen 7)

La eficiencia del proceso tecnológico se calculó en base a los rendimientos obtenidos de cada tratamiento, siguiendo el procedimiento descrito por Acevedo y Ramírez (2011).

Etapa III. Evaluación de los tratamientos de estudio.

Utilizando 12 gramos de pectina obtenida de cada uno de los nueve tratamientos del estudio y la pectina comercial; se realizaron los análisis fisicoquímicos que se llevaron a cabo con la finalidad de determinar la calidad de las pectinas obtenidas. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

a. Selección de los mejores tratamientos y determinación del grado de gelificación.

En base a los resultados obtenidos, se optó por trabajar con las pectinas que alcanzaron un elevado grado de esterificación, debido a que son pectinas de alto metoxilo (HM) y presentan mejores características de gelificación, medibles con el sistema °SAG, estos tratamientos fueron T3, T5 y T9. (Anexo12)

a.1) Pruebas de identificación

Utilizando la metodología descrita en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2008), se emplearon nueve gramos de pectina obtenida de los tratamientos T3, T5 y T9 y se realizaron cuatro pruebas, con tres

repeticiones cada una; que permitieron corroborar la capacidad de gelación de la pectina, éstas fueron (Anexo 12- Imagen 1):

- **Prueba del alcohol**

A una solución (1: 100) de las muestras de pectina, se agregó un volumen igual de etanol. Se formó un precipitado: gelatinoso translúcido (distinción de la mayoría de las gomas).

- **Prueba con hidróxido de sodio 2 N**

A 5 mL de solución (1: 100) de las muestras de pectina, se agregó 1 mL de solución de hidróxido de sodio 2 N y dejó en reposo a la temperatura ambiente durante 15 minutos. Se formó un gel o semigel.

- **Prueba con ácido clorhídrico 37%**

Al gel obtenido en la prueba con hidróxido de sodio 2 N, se acidificó con ácido clorhídrico 37% y se mezcló, formándose un precipitado gelatinoso, voluminoso e incoloro, que por ebullición se torna blanco y flocculento, indicando presencia de ácido péctico.

- **Prueba con agua caliente**

Se colocó 1.0 g de muestra de pectina en 9.0 ml de agua y se calentó, obteniéndose una solución con reposición del agua perdida por evaporación. Se formó un gel consistente.

a.2) Grado de gelificación

Se determinó utilizando 14 gramos de pectina obtenida de los tratamientos T3, T5 y T9 repartidas en escalas de 0.4 a 0.9 gramos en 50

ml de agua destilada, pH = 3.2 – 3.5 con ácido cítrico; de 65 a 70° Brix, en 100 gr de azúcar blanca, por triplicado, se dejó reposar 24 horas y se evaluó posteriormente las características de cada uno de ellos en forma visual, calculando así el grado de gelificación, utilizando la relación gramos de sacarosa /gramos de pectina usada. (Álvarez,2011). (Anexo 12- Imagen 2).

Etapa IV. Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*) con la pectina comercial

Se realizó la comparación sensorial de las pectinas obtenidas de los tratamientos T3,T5 y T9 con la pectina comercial , mediante el test de comparación de características (TCC).

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado para la investigación fue de tipo factorial 3^2 con tres réplicas, determinándose un número de nueve tratamientos haciendo un total de 27 experimentos iniciales, agregando una repetición de los tratamientos T1 y T4; y tres repeticiones de los tratamientos T5 y T9 para completar la cantidad necesaria de pectina que se utilizó en la investigación.

Los tratamientos del estudio, el nivel de combinación de las variables y el detalle del número de repeticiones se muestran en el gráfico 09 y en la tabla 08 respectivamente.

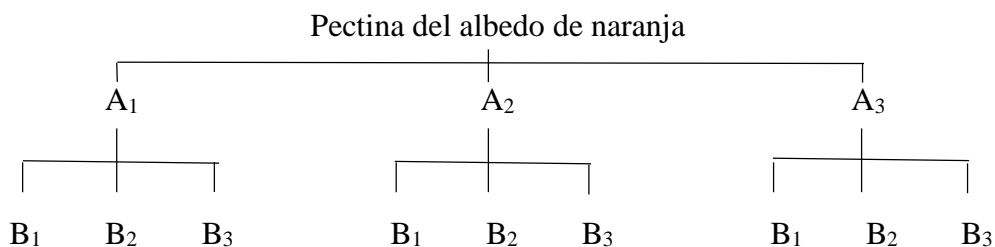


Gráfico 09. Diseño experimental del efecto del tipo de ácido y concentración de alcohol en el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

Arreglo factorial: $3 \times 3 = 09$ tratamientos

Donde:

Factor A: Tipo de ácido

A_1 , A_2 , A_3 = ácido clorhídrico(HCl), ácido cítrico($C_6H_8O_7$) y ácido acético(CH_3COOH); los tipos de ácido fueron tomados según los trabajos realizados por Chávez (2010), Zegada (2015) y Álvarez (2011), respectivamente, mencionadas en los antecedentes.

Factor B: Concentración de alcohol (° Gl)

B₁, B₂, B₃ = 60°, 70°, 96°; las concentraciones de alcohol, se tomaron según los trabajos realizados por Rodríguez y Román (2004), Devia (2003) y Chávez (2010), respectivamente, mencionadas en los antecedentes.

Tabla 08. Nivel de combinación y número de repeticiones de los tratamientos del estudio

Tratamientos	Nivel de combinación de las variables	Número de repeticiones
T1	A ₁ B ₁ (HCl; 60°)	4
T2	A ₁ B ₂ (HCl; 70°)	3
T3	A ₁ B ₃ (HCl; 96°)	3
T4	A ₂ B ₁ (C ₆ H ₈ O ₇ ; 60°)	4
T5	A ₂ B ₂ (C ₆ H ₈ O ₇ ; 70°)	6
T6	A ₂ B ₃ (C ₆ H ₈ O ₇ ; 96°)	3
T7	A ₃ B ₁ (CH ₃ COOH; 60°)	3
T8	A ₃ B ₂ (CH ₃ COOH ; 70°)	3
T9	A ₃ B ₃ (CH ₃ COOH; 96°)	6

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO

3.6.1. Contrastación de hipótesis:

Hipótesis: “El tipo de ácido y la concentración del alcohol afectan significativamente en el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)”

Y para la contratación de la experimentación se planteó las siguientes hipótesis estadísticas:

- Hipótesis nula (H_0), que al modificar el tipo de ácido y la concentración de alcohol no existe diferencia significativa en el grado de gelificación de la pectina del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

- Hipótesis alternativa (H_1), que al modificar el tipo de ácido y la concentración de alcohol si existe diferencia significativa en el grado de gelificación de la pectina del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B, \text{ para algún } i, j \text{ (Tratamiento)}$$

3.6.2. Pruebas paramétricas: Se desarrolló las siguientes pruebas estadísticas:

- Pruebas de análisis de varianza (ANOVA)** ($p\text{-value} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y $p\text{-value} < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula), se aplicó en todas las etapas del estudio y tuvo como objetivo identificar la significancia estadística de los diferentes factores o tratamientos en estudio al igual que la interacción de los mismos sobre la variable de respuesta, tal como se explica en la tabla 09.

Por otro lado, para su aplicación los datos deben cumplir con los supuestos del modelo:

- Independencia de observaciones, según las características de la investigación.
- Prueba de Normalidad ($H_0: X \sim N$ y $H_1: X \not\sim N$; $p\text{-value} < 0.05$ y $p\text{-value} > 0.05$ donde se rechaza o acepta la normalidad), en este caso se aplicó la prueba

de Shapiro – wilk (para muestras menores a los 50 datos) y la Prueba de Kolmogorob – Smirnov (para muestras mayores a los 50 datos).

- Prueba de Igualdad de varianza, ($H_0: \sigma_i^2 = \sigma_j^2$, $H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$; p-value <0.05, se rechaza la hipótesis nula y p-value >0.05, se acepta la hipótesis nula) se realizó mediante el test de la razón de la varianza o Levene.

Tabla 09. Análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	FC	p-value
Factor A	J – 1	SCA	SCA/(J-1)	$F_A = CM_A / CM_E$	$p(F_C > F_T)$
Factor B	K – 1	SCB	SCB / (K - 1)	$F_B = CM_B / CM_E$	
Interacción	(J – 1)(K – 1)	SCAB	SCAB / (J – 1)(K – 1)	$F_{AB} = CM_{AB} / CM_E$	
Error	N – JK	SC _E	SC _E / N – JK		
Total	N – 1	SC _T			

Donde:

J, K = Número de tratamientos (niveles) o grupos del factor de interés.

N = Número total de datos reportados

SC_T = Suma de los cuadrados totales

SC_E = Suma de cuadrados del Error

F_T = Valor de la tabla de distribución F

F_C = Valor calculado y p = Significancia Estadística

- b. Prueba de significancia de Fisher**, se aplicó en la comparación individual de la diferencia significativa entre tratamientos (p-value<0.05). Es así como:

$$LSD = t \sqrt{\frac{2CME}{n}}$$

Donde:

t = Valores de amplitud estandarizada, para la prueba de Fisher al nivel de 5% de probabilidad (tabla de t student).

CM_E = Cuadrado medio del error

n = Número de tratamientos

- c. Prueba de comparación múltiple de Dunnett**, procedimiento de comparación múltiple que se aplicó para comparar los tratamientos obtenidos con una muestra control (Pectina comercial).

$$d_r = \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

Donde:

CM_E = Cuadrado medio del error dentro de grupos

n = Número de tratamientos

3.6.3. Pruebas no paramétricas

a. Prueba de Kruskal – Wallis

Prueba que se empleó en la evaluación organoléptica del producto en sus diferentes formulaciones (Espinosa, 2007), a través de la ecuación:

$$H = \frac{12}{b \times t (t+1)} \sum \frac{R^2}{t} - 3b(t-1)$$

Dónde:

H= estadístico Chi-cuadrado

R=rangos de los tratamientos

b=número de degustadores y t = número de tratamientos.

Todos los ensayos realizados en el estudio, se llevaron a cabo con base en los tratamientos sugeridos por el programa STATGRAPHICS Centurion XVI, versión 16.1.15.

Para los análisis de datos (prueba de normalidad, prueba de homocedasticidad, análisis de varianza - *ANOVA*, prueba de significancia de Fisher, prueba de comparación múltiple de Dunnet y prueba de kruskal - Wallis), se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 25 y para los gráficos y estadísticos descriptivos se usó el software estadístico Minitab 18.1.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Recolección y pre- tratamiento de la materia prima.

4.1.1. Obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

En esta etapa se trabajó con cáscara de naranja que incluyó albedo, semilla y membrana y se procedió a su acondicionamiento, reportando los siguientes resultados:

Tabla 10. Composición física de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)

Características	Cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Álvarez (2011)
Epicarpio (%)	1.26 ± 0.05	2.37 ± 0.06
Endocarpio (%)	21.66 ± 0.03	22.98 ± 0.07
Albedo (%)	56.19 ± 0.02	74.58 ± 0.04

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

En la tabla 10, se presenta la composición de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en base a 5.57 kg de cáscara recolectada en una semana, comparados con los porcentajes obtenidos por Álvarez (2011); éstas cantidades son superiores a los reportados por el presente ensayo, debido principalmente a las características de la materia prima: el estado de madurez, características del fruto, cantidad, homogeneidad y estado de la muestra (Gamboa, 2009).

En el gráfico 10, se exponen los resultados del diagrama de flujo cuantitativo para la obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*). Las cifras están calculadas en base a la generación semanal de cáscara de naranja; es decir 5.57kg; recolectando para todo el proceso 105 kg de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), obteniéndose 59 kg de albedo fresco de naranja.

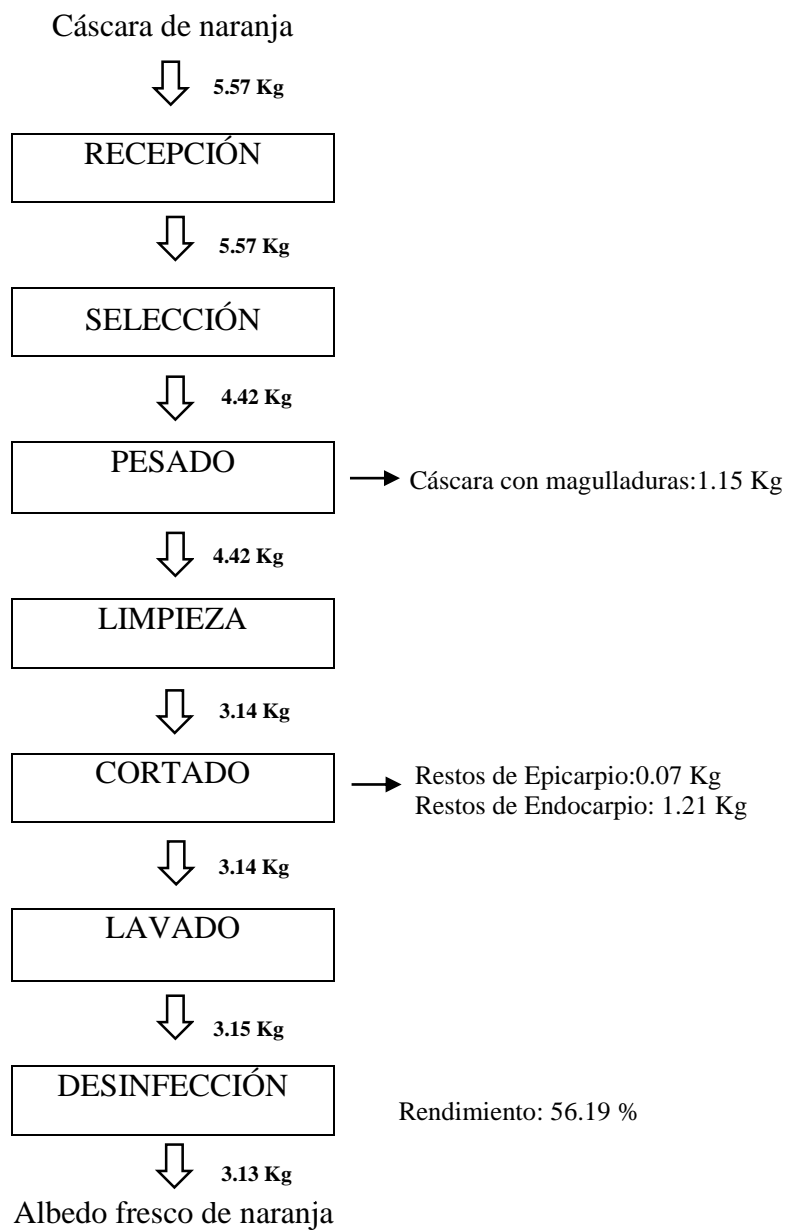


Gráfico 10. Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

En el gráfico 11, se muestra el diagrama de proceso para la obtención de albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*) y en la tabla 11, se detallan los tiempos totales que se emplearon para cada operación unitaria.

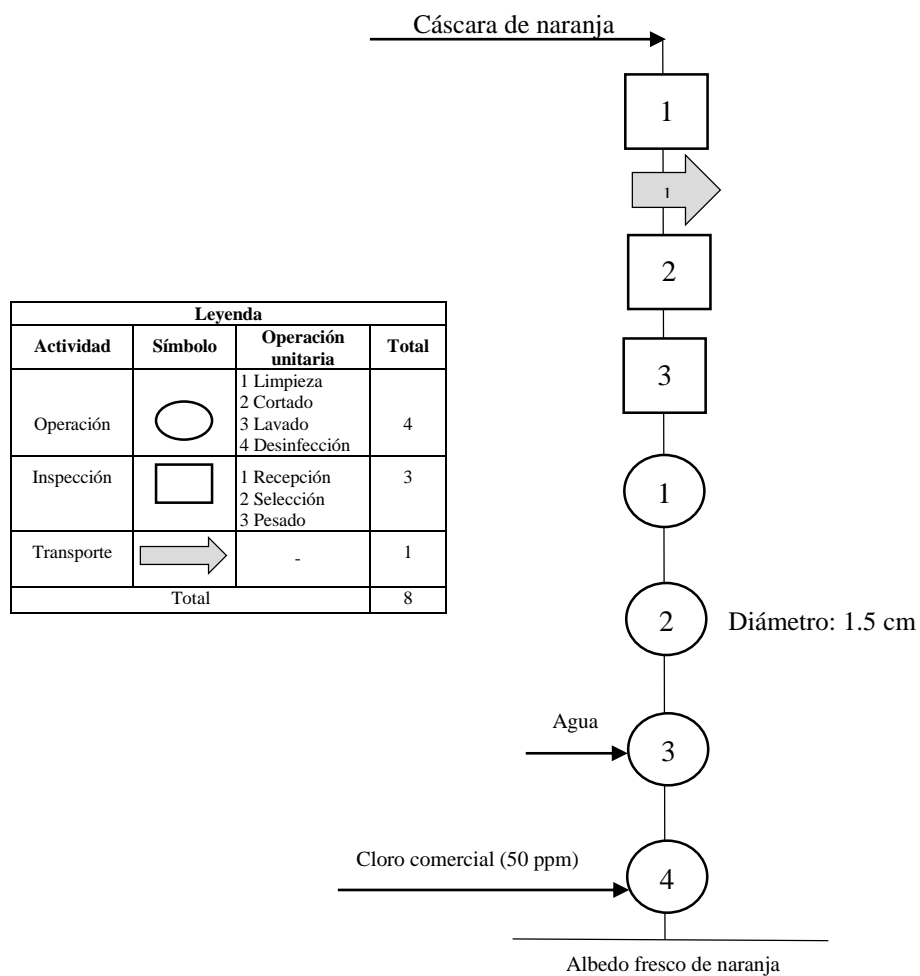


Gráfico 11. Diagrama de proceso para la obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

Tabla 11. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de la obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*).

○	Tiempo estándar de producción en minutos	□	Tiempo estándar de producción en minutos
1. Limpieza	240.00	1. Recepción	60.00
2. Cortado	252.00	2. Selección	180.00
3. Lavado	40.00	3. Pesado	10.00
4. Desinfección	20.00		
Total de tiempo	552.00		250.00
Tiempo en hora	9.20		4.17

4.1.2. Evaluación del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*), mediante análisis fisicoquímico

Se realizaron los análisis fisicoquímicos del albedo fresco de naranja y las imágenes se observan en el Anexo 03, excepto el Índice de madurez cuyo procedimiento se muestra en el Anexo 10 – A. Los resultados reportados fueron los siguientes:

Tabla 12. Características fisicoquímicas del albedo fresco.

Análisis	Resultados de pruebas preliminares			Resultados de Colechi SAC	Durán y Villa (2013)
	10/02/2017	17/02/2017	24/02/2017		
Humedad(%)	70.0±0.04	71.8 ± 0.05	70.0± 0.03	69.0	75.65±0.07
Cenizas(%)	0.39 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.39± 0.02	0.40	0.41±0.02
pH a 20°C	4.31± 0.04	4.32± 0.03	4.31± 0.05	4.32	4.10±0.40
Sólidos solubles(°Brix)	11.80 ± 0.02	11.84 ± 0.03	11.80± 0.03	11.84	11.70±1.30
Acidez titulable(%)	0.71 ± 0.01	0.70±0.04	0.71±0.02	0.70	0.73±0.02
Sólidos Totales(%)	30.0 ± 0.04	28.2± 0.05	30.0± 0.03	31.0	24.35±0.06
Índice de madurez	16.62	16.91	16.62	16.91	16.03

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

En la tabla 12, se visualizan los resultados de la caracterización fisicoquímica del albedo fresco de naranja; los valores indicados son muy similares a lo establecido por Durán y Villa (2013), quienes sostienen que la composición fisicoquímica del albedo varía mucho con las condiciones de clima, altitud, suelo, grado de madurez y principalmente la temperatura.

4.1.3. Obtención de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

En el gráfico 12, los cálculos realizados están en base a la generación semanal de cáscara de naranja, de modo que para la realización de todo el experimento se produjo 5.841 kg de albedo seco de naranja. Asimismo se aprecia un 9.90%

de rendimiento en base seca, que fue superior al 6.89% reportado por Álvarez (2011); la diferencia se debió, según León y Riveros (2014), a un licuado más eficiente, pues éste aumentó el área superficial de contacto, haciendo que las partículas de albedo sean lo más fina posibles, evitando la molienda y facilitando así el proceso de extracción; además Maldonado *et al.* (2010), agrega que los lavados se deben efectuar en cantidades prudentes, pues en exceso pueden eliminar sustancia péctica y reducir el rendimiento. Las afirmaciones de ambos autores coinciden con lo hallado experimentalmente, ya que se identificó las operaciones de licuado, lavado y prensado, como procesos críticos para el rendimiento de la extracción de pectina.

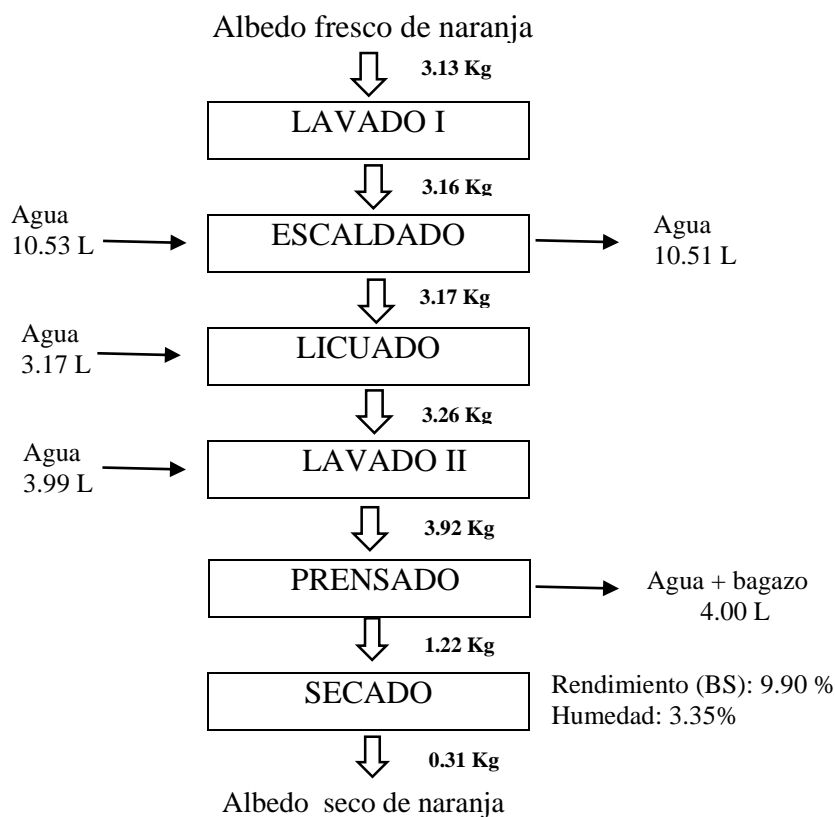


Gráfico 12. Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de obtención del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

La humedad fue de 3.35%, Cozar y Mucha (2011), señalan que éste depende de la calidad de la materia prima, del grosor de la cáscara y del secado al cual se sometieron. Sin embargo, la humedad de la muestra en estudio fue similar al reportado en la literatura que es de 3.31 %. (Anexo 05)

En el gráfico 13, se muestra el diagrama de proceso para la obtención de albedo seco de naranja y en la tabla 13, se pueden ver los tiempos totales empleados en cada operación unitaria.

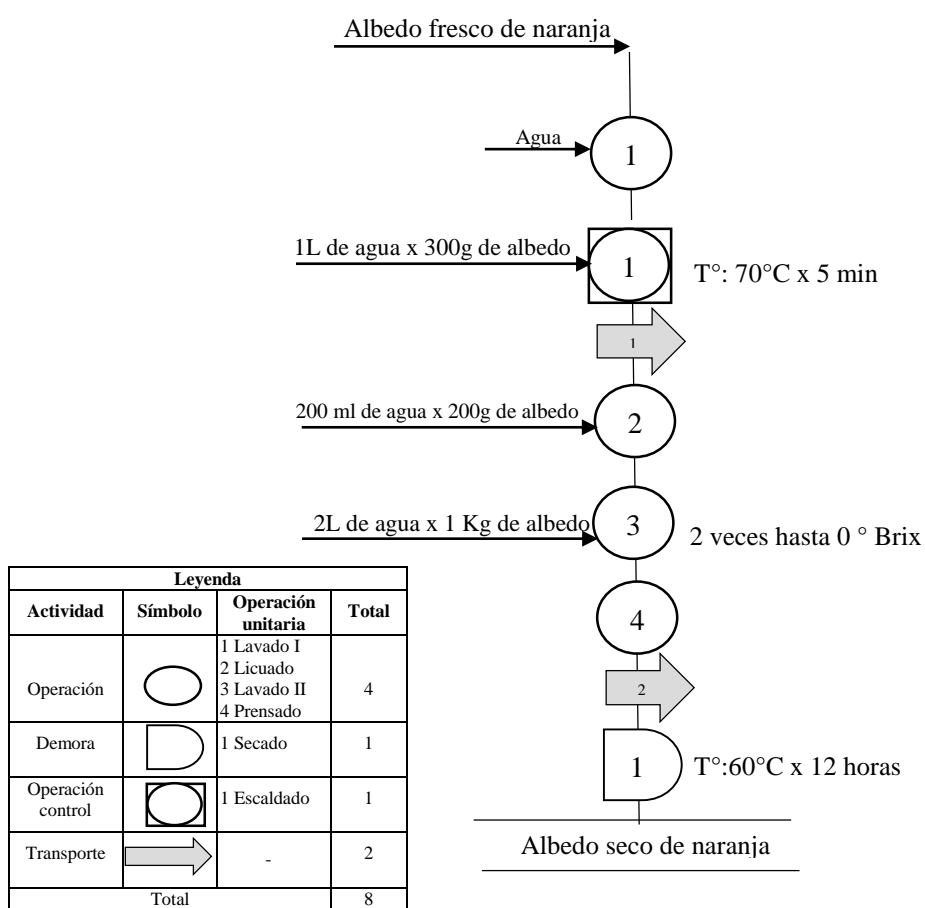





Gráfico 13. Diagrama de proceso para la obtención de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

Tabla 13. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de obtención de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

	Tiempo estándar de producción en minutos		Tiempo estándar de producción en minutos		Tiempo estándar de producción en minutos
1. Lavado I	40.00	1. Secado	720.00	1. Escaldado	30.00
2. Licuado	150.00				
3. Lavado II	97.00				
4. Prensado	95.00				
Total de tiempo	382.00		720.00		30.00
Tiempo en hora	6.37		12.00		0.50

4.2. Extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*), utilizando el método de hidrólisis ácida.

4.2.1. Pruebas preliminares

a. Hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción

Como se aprecia en la tabla 14 y gráfico 14, los rendimientos para la hidrólisis a diferentes pH 2.0, 3.0 y 4.0 y tiempos de extracción 60, 90 y 120 minutos, fueron entre 2.57% y 13.70%; obteniéndose el mayor rendimiento con un pH de 2.0 y un tiempo de 90 minutos. Según Maldonado *et al.* (2010), las condiciones de extracción óptimas de la pectina involucran un proceso con un pH entre 1.5 y 3.0, en cuanto al tiempo, Guerrero *et al.* (2017), atribuyen altos rendimientos de la pectina extraída a un tiempo de 90 minutos, debido al aumento en el rompimiento de los enlaces glucosídicos; sin embargo, Gamboa (2009), aclara que un mayor tiempo de hidrólisis puede provocar una mayor fragmentación de la molécula de pectina, por lo que el contenido de ácido galacturónico tenderá a ser menor; por consiguiente es necesario tomar en cuenta lo recomendado por Chávez (2010), que sugiere un tiempo suficiente para evaporar el 60 % de la carga inicial.

Tabla 14. Datos de la hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción

Peso de muestra	pH	Tiempo(minutos)	Pectina(g)	%Rendimiento	Tratamiento	Combinación pH x tiempo
20 gramos de albedo seco de naranja por tratamiento	2.0	60	2.588	12.94±0.01	Ta	2.0 x 60
		90	2.740	13.70±0.01	Tb	2.0 x 90
		120	2.102	10.51±0.01	Tc	2.0 x 120
	3.0	60	0.672	3.36±0.07	Td	3.0 x 60
		90	1.488	7.44±0.01	Te	3.0 x 90
		120	1.098	5.49±0.09	Tf	3.0 x 120
	4.0	60	0.99	4.95±0.02	Tg	4.0 x 60
		90	0.976	4.88±0.05	Th	4.0 x 90
		120	0.514	2.57±0.04	Ti	4.0 x 120

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

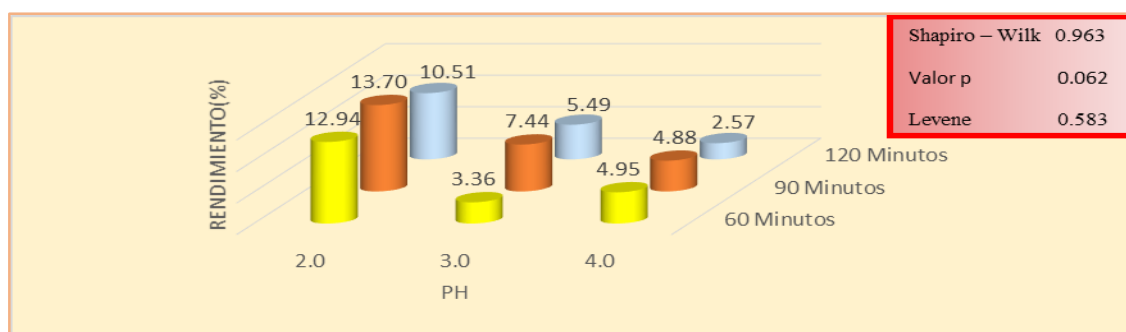


Gráfico 14. Rendimiento vs hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción

Tabla 15. Análisis de varianza para el rendimiento según pH y tiempo de hidrólisis, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
PH	2	354.578	177.289	89704.81	0.001
Tiempo	2	28.444	14.222	7196.09	0.001
pH*Tiempo	4	24.231	6.058	3065.15	0.001
Error	18	0.036	0.002		
Total	26	407.289			

El análisis de varianza que se detalla en la tabla 15, indica que existe diferencia significativa entre los rendimientos de los tratamientos, indicando que los factores en estudio y su interacción influyen sobre el proceso, pues

$p < 0.05$, en consecuencia se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 16, para N repeticiones por tratamiento.

Tabla 16. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento según pH y tiempo de hidrólisis, al 95%

pH	N	Media	Agrupación			Tiempo	N	Media	Agrupación		
2.0	9	12.3861	a			90	9	8.67290	a		
3.0	9	5.4300		b		60	9	7.08467		b	
4.0	9	4.1324			c	120	9	6.19093			c

Prueba de significancia de Fisher para interacción pH y tiempo											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
Tb	3	13.7029	a								
Ta	3	12.9438		b							
Tc	3	10.5115			c						
Te	3	7.4374				d					
Tf	3	5.4938					e				
Tg	3	4.9513						f			
Th	3	4.8785						f			
Td	3	3.3588							g		
Ti	3	2.5675								h	

En la tabla 16, la prueba de significancia de Fisher, muestra que el mayor rendimiento se obtuvo en el Tb que tiene una combinación de pH 2.0 y 90 minutos de tiempo; también se observa que los Tg y Th que tienen una combinación de pH igual a 4 y tiempos de 60 y 90 minutos, no muestran diferencia estadística significativa.

b. Hidrólisis a diferentes proporciones de albedo seco/agua acidulada.

En la tabla 17 y el gráfico 15, se muestran los rendimientos para diferentes proporciones de albedo seco/agua acidulada; 1/10, 1/20, 1/30, 1/40 y 1/50.

Los resultados fluctuaron entre 1.68% y 9.28%; al respecto Maldonado *et*

al. (2010), indica que el empleo de relaciones menores a 1/16, no permite continuar con el proceso de extracción de pectinas, debido a la viscosidad alta de la solución péctica; experimentalmente se comprobó que el proceso solo es posible a partir de la proporción 1/50, obteniéndose con éste el mejor rendimiento.

Tabla 17. Datos de la prueba preliminar de albedo seco/agua acidulada.

Datos	1/10	1/20	1/30	1/40	1/50	1/60
Peso inicial en g	50	50	50	50	50	50
Tratamiento(g/m)	50/500	50/1000	50/1500	50/2000	50/2500	50/3000
Solución péctica (ml)	170	340	510	680	850	1020
Peso de bagazo (g)	33.1	66.2	99.7	134.93	168.25	194.21
Alcohol 96° (ml)	136	272	408	544	680	816
Alcohol filtrado (ml)	271	542	902.7	1184	1489	1831
Peso de gel (g)	12.84	23.26	38.94	51.07	64.24	49.32
Peso pectina seca (g)	0.865	1.54	2.775	3.715	4.64	3.425
Rendimiento (%)	1.73±0.05	3.08±0.02	5.55±0.003	7.43±0.03	9.28±0.01	6.85±0.03

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

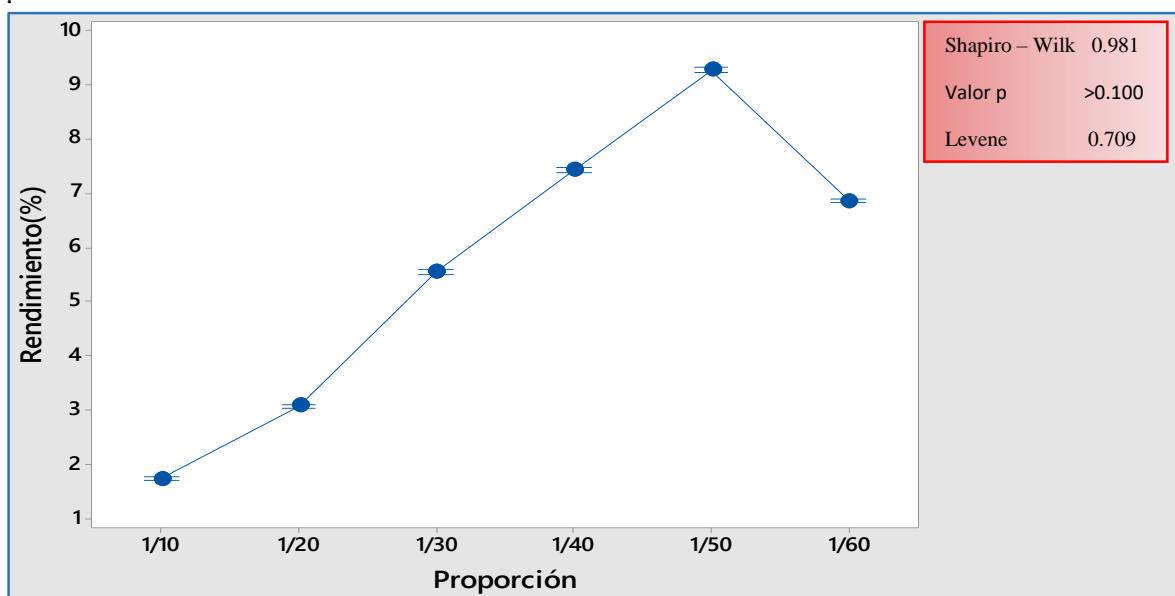


Gráfico 15. Rendimiento vs proporción de albedo seco/agua acidulada

Tabla 18. Análisis de varianza para el rendimiento vs proporción de albedo seco/agua acidulada, al 95%.

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Proporción	5	119.324	23.8648	29517.86	0.001
Error	12	0.010	0.0008		
Total	17	119.333			

El análisis de varianza mostrado en la tabla 18, expone que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, pues $p < 0.05$, de modo que se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs proporción de albedo seco/agua acidulada, al 95%

Proporción	Repeticiones	Media	Agrupación			
1/50	3	9.27678	a			
1/40	3	7.4288	b			
1/60	3	6.8507		c		
1/30	3	5.54897			d	
1/20	3	3.07791				e
1/10	3	1.7270				f

En la tabla 19, la prueba de significancia de Fisher, muestra que el mayor rendimiento se obtuvo con la proporción 1/50; presentando todos los tratamientos diferencia estadística significativa para sus medias.

c. Porcentaje de etanol respecto a la solución péctica

En la tabla 20 y gráfico 16, se observan los rendimientos para los diferentes porcentajes de etanol respecto a la solución péctica 40%,60% y 80%. En el experimento, el porcentaje de etanol igual a 80 %, mostró un gel definido,

consistente y fácil de filtrar; coincidiendo con lo recomendado por Devia (2003), que sostiene que para la precipitación de las pectinas se debe utilizar un porcentaje de etanol equivalente al 80% de la solución péctica, para no afectar el rendimiento.

Tabla 20. Datos de la prueba preliminar de porcentaje de etanol respecto a la solución péctica

Datos	40%	60%	80%
Peso inicial en gramos	50	50	50
Proporción g de albedo seco/ ml de agua	50/2500	50/2500	50/2500
Solución péctica (ml)	869	898	858
Peso de bagazo (g)	160.56	158.44	167.73
Gasto OH 96°Gl (ml)	347.6	538.8	686.4
Precipitación Observada	Se observó burbujas dispersas en toda la solución.	Formación de gel débil: Se vio una capa de burbujas delgada y grumos de gel disperso.	Formación de capa gruesa de gel consistente; capa de gel macizo y concentrado sobrenadante.
Alcohol filtrado (ml)	-	1376	1367
Peso de gel (g)	-	64.32	66.24
Peso pectina seca (g)	-	5.02	5.53
Rendimiento (%)	-	10.04±0.02	11.06±0.02

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

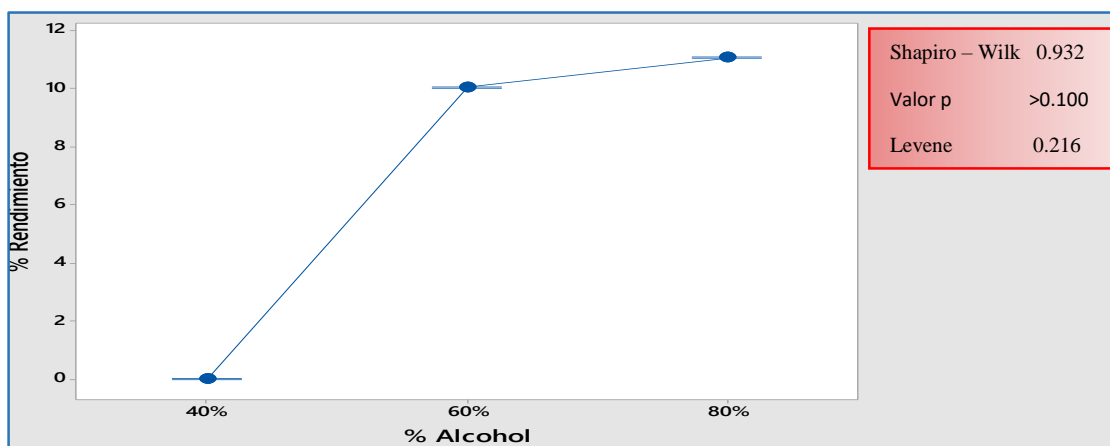


Gráfico 16. Rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica

Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica, al 95%.

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Porcentaje de etanol	2	224.166	112.083	420310.50	0.001
Error	6	0.002	0.000		
Total	8	224.167			

En la tabla 21, se aprecia el análisis de varianza para el rendimiento según porcentaje de etanol, resultando que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, ya que $p < 0.05$, por ende, se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Prueba de significancia de Fisher para rendimiento vs porcentaje de etanol respecto a la solución péctica, al 95 %

Factor	Repeticiones	Media	Agrupación		
80%	3	11.0600	a		
60%	3	10.0400		b	
40%	3	0.000000			c

En la tabla 22, la prueba de significancia de Fisher, muestra que el mayor rendimiento se obtuvo con el porcentaje de etanol de 80%; presentando todos los tratamientos diferencia estadística significativa para sus medias.

d. Tiempo de precipitación de la pectina.

En la tabla 23 y el gráfico 17, se exponen los rendimientos para los tiempos de precipitación 1, 4, 8, 12 y 24 horas respectivamente. En el ensayo, se pudo comprobar que el rendimiento, depende directamente del tiempo de precipitación; así lo sostiene Gamboa (2009), argumentando que la

característica de fibrosidad del gel precipitado, se relaciona directamente con la concentración del alcohol y del tiempo de reposo para la precipitación.

Tabla 23. Datos de la prueba preliminar de tiempo de precipitación de la pectina.

Proceso		Cantidad				
Hidrólisis	Peso de la muestra(g)	50				
	Agua acidulada(ml)	2500				
Filtración I	Peso de bagazo(g)	99.2				
	Solución péctica(ml)	2115				
Precipitación	Alcohol 96° (mL)	1692				
A partir de este resultado (2115 ml de sol. péctica) se dividió en cinco partes iguales para su posterior precipitación con alcohol 96°.						
Proceso		Datos				
Tiempo de precipitación (horas)	Reposo	1 hora	4 horas	8 horas	12 horas	24 horas
	Solución péctica(ml)	423	423	423	423	423
	Peso de gel (g)	51.8	59.4	60.8	79	79.2
Secado (°C)	Peso de pectina seca	2.74	3.145	3.185	3.65	4.16
Rendimiento (%)		5.48±0.13	6.29±0.08	6.37±0.01	7.30±0.03	8.32±0.03

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

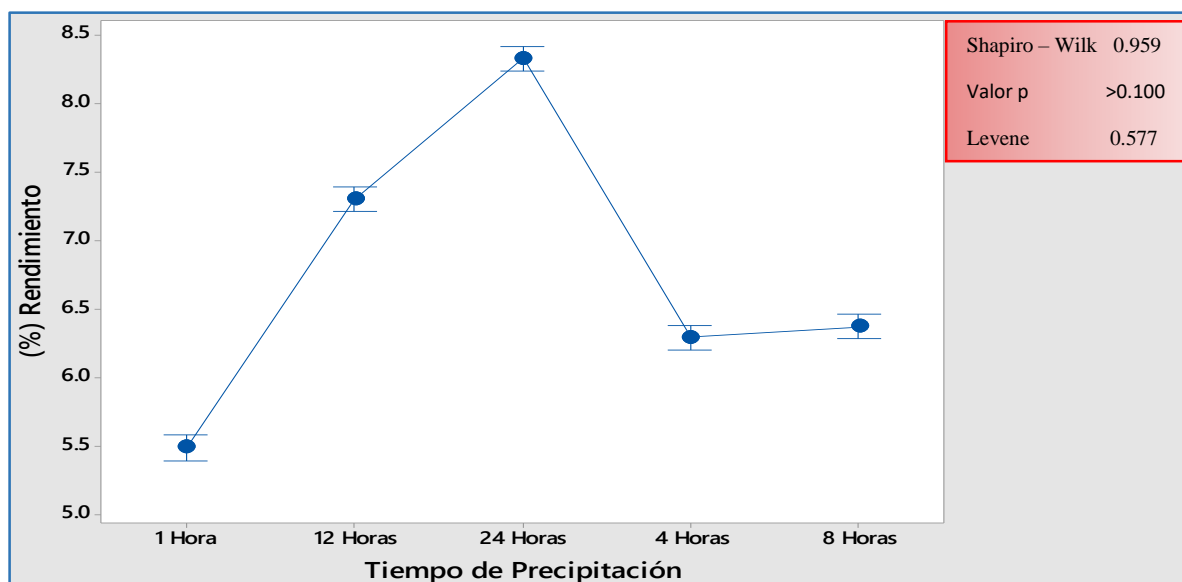


Gráfico 17. Rendimiento vs tiempo de precipitación de la pectina.

Tabla 24. Análisis de varianza para el rendimiento según el tiempo de precipitación, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tiempo de Precipitación	4	14.2113	3.55283	691.37	0.001
Error	10	0.0514	0.00514		
Total	14	14.2627			

La tabla 24, expone el análisis de varianza que muestra que existe diferencia significativa en el rendimiento para los diferentes tiempos de precipitación de la pectina (1 hora, 4 horas, 8 horas, 12 horas y 24 horas); pues el valor $p < 0.05$, conllevando a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs tiempo de precipitación de la pectina, al 95%

Tiempo de Precipitación	Repeticiones	Media	Agrupación			
24 horas	3	8.3229	a			
12 horas	3	7.2976		b		
8 horas	3	6.3686			c	
4 horas	3	6.2885			c	
1 horas	3	5.4832				d

En la tabla 25, la prueba de significancia de Fisher, muestra que el mayor rendimiento se obtuvo con un tiempo de precipitación de pectina de 24 horas, también se observa que los rendimientos para los tiempos de precipitación 8 y 4 horas, no muestran diferencia estadística significativa.

e. Secado de la pectina a diferentes temperaturas.

En la tabla 26 y gráfico 18, se revelan los rendimientos para las temperaturas de secado de 40, 50 y 60°C ; el mayor rendimiento se obtuvo con una temperatura de 40°C, el resultado hallado se sustenta con Chávez (2010), que expone que en el secado se debe tener en cuenta que la temperatura máxima sea los 60°C, para evitar los procesos de pardeamiento no enzimático que obedecen a la reacción de Maillard; sin embargo, Gamboa (2009), recalca que los secados a bajas temperaturas y tiempos prolongados tampoco son recomendables, puesto que dan a la pectina una coloración oscura.

Tabla 26. Datos de la prueba preliminar del secado de la pectina a diferentes temperaturas

Proceso		Cantidad		
Hidrólisis	Peso de muestra(g)	50		
	Agua acidulada(mL)	2500		
Filtración I	Peso de bagazo(g)	76.2		
	Solución péctica(ml)	1387		
Precipitación	Alcohol 96° (ml)	1109.6		
Filtración II	Alcohol filtrado (ml)	1008.7		
	Peso de gel (g)	129.19		
Lavados	Volumen inicial (ml)	129.7		
	Volumen final (ml)	133.8		
	Peso de gel (g)	95.8		
A partir de este resultado (95.8 g. de gel de pectina) se dividió en 3 partes iguales para su posterior secado a diferentes temperaturas.				
Proceso		Cantidad		
Secado	Temperatura de secado (°C)	40°C	50°C	60°C
	Peso de gel (g)	31.93	31.93	31.93
	Tiempo de secado (horas)	3.84	5.49	3.29
	Peso de pectina seca (g)	5.01	4.57	4.54
Rendimiento (%)		10.02±0.02	9.14±0.02	9.08±0.03

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

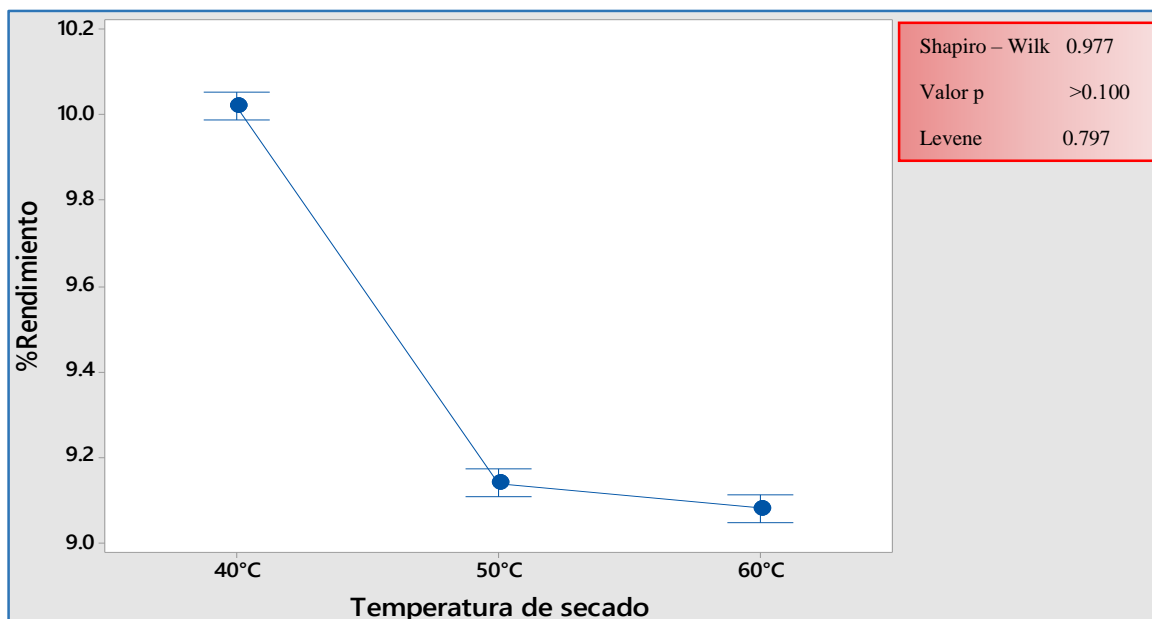


Gráfico 18. Rendimiento vs temperatura de secado de la pectina

Tabla 27. Análisis de varianza para el rendimiento según la temperatura de secado, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Temperatura de secado	2	1.66160	0.830800	1466.12	0.001
Error	6	0.00340	0.000567		
Total	8	1.66500			

El análisis de varianza expresado en la tabla 27, muestra que existe diferencia estadística significativa para el rendimiento, aplicando diferentes temperaturas de secado de la pectina (40, 50 y 60°C), puesto que el valor $p < 0.05$, de tal manera que se lleva a cabo una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento vs temperatura de secado de la pectina, al 95%

Factor	Repeticiones	Media	Agrupación		
40°C	3	10.0200	a		
50°C	3	9.1400		b	
60°C	3	9.0800			c

En la tabla 28, la prueba de significancia de Fisher, muestra que el mayor rendimiento se obtuvo con una temperatura de secado de 40°C; presentando todos los tratamientos diferencias significativas entre sus medias.

4.2.2. Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

En la tabla 29 y el gráfico 19, se presenta el rendimiento promedio de todos los tratamientos (detalle en el Anexo 08: a,b,c,d,e,f). Además se describe el aspecto general de la precipitación péctica; al respecto, Gamboa (2009), refiere que los ácidos orgánicos tienen un menor poder de extracción en comparación con los ácidos inorgánicos, asimismo, López (2013), relaciona el poder extractante de los ácidos con el rendimiento; de igual modo, Gamboa (2009), agrega que mientras más concentrado sea el alcohol, mayor poder precipitante posee y el producto presentará mejores rendimientos, estas afirmaciones conllevan al mejor tratamiento T3; cuyo rendimiento según Higuera (2017), se encuentra dentro de lo establecido por diversas investigaciones realizadas para las pectinas; siendo éste de 12% a 25%; además todos los rendimientos registrados se encuentran dentro de los límites de control (Anexo 09). En el gráfico 20 se muestra el diagrama de flujo cuantitativo del tratamiento T3.

Tabla 29. Rendimiento de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

Tratamientos	Precipitación observada	Rendimiento(%)
T1	Formación de un gel débil: Se vió una capa de burbujas delgada y grumos separados	3.4910±0.0258
T2	Formación de un gel poco consistente: Se vió una capa de burbujas delgada y grumos más formados.	11.154±0.292
T3	Formación de mayor cantidad de gel consistente: Se vió una capa de burbujas gruesas y los grumos estuvieron más juntos y concentrados.	13.287±0.614
T4	Formación de un gel muy débil: Se vió una capa de burbujas muy delgada y grumos separados y dispersos.	3.645±0.245
T5	Formación de un gel poco consistente: Se vió una capa de burbujas delgada y grumos más formados, pero dispersos.	8.514±1.261
T6	Formación de mayor cantidad de gel consistente, pero con fracción de gel débil: Se vió una capa de burbujas algo gruesas (algunos grumos de gel estuvieron juntos y concentrados y la otra parte muy débil)	10.387±1.187
T7	Formación de gel disperso y débil: Se vio una capa de burbujas muy delgada que se perdieron en la filtración	4.006±0.592
T8	Formación de un gel poco consistente: Se vio una capa de burbujas delgada y grumos más formados, pero pequeños que generaron muchas pérdidas en la filtración	6.827±0.164
T9	Formación de mayor cantidad de gel más consistente, dispersos en pequeños grupos.	7.711±0.882

Nota: valores expresados como media ± desviación estándar

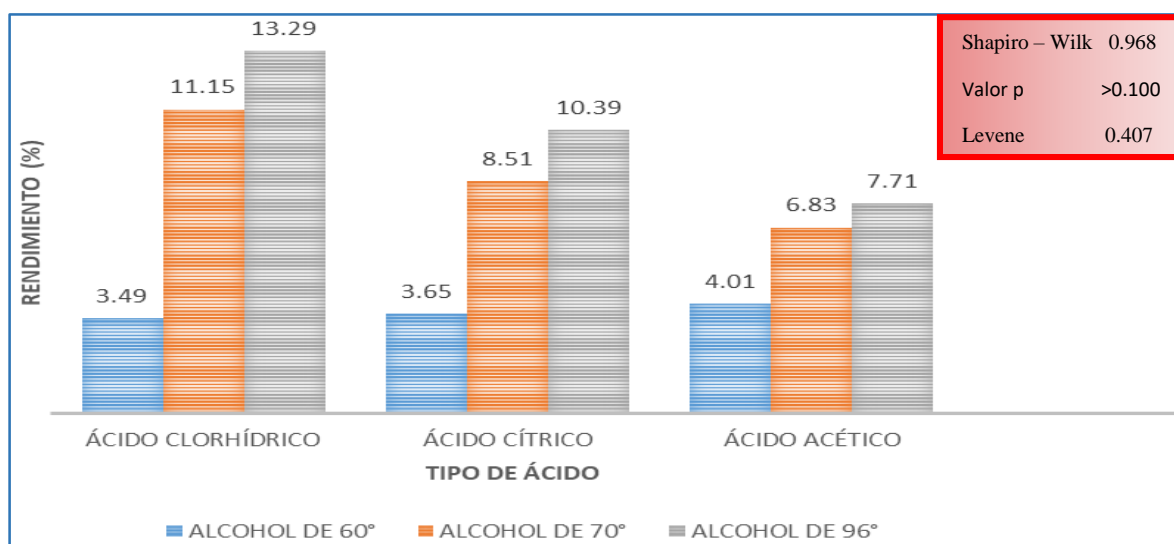


Gráfico 19. Rendimiento de los tratamientos de estudio

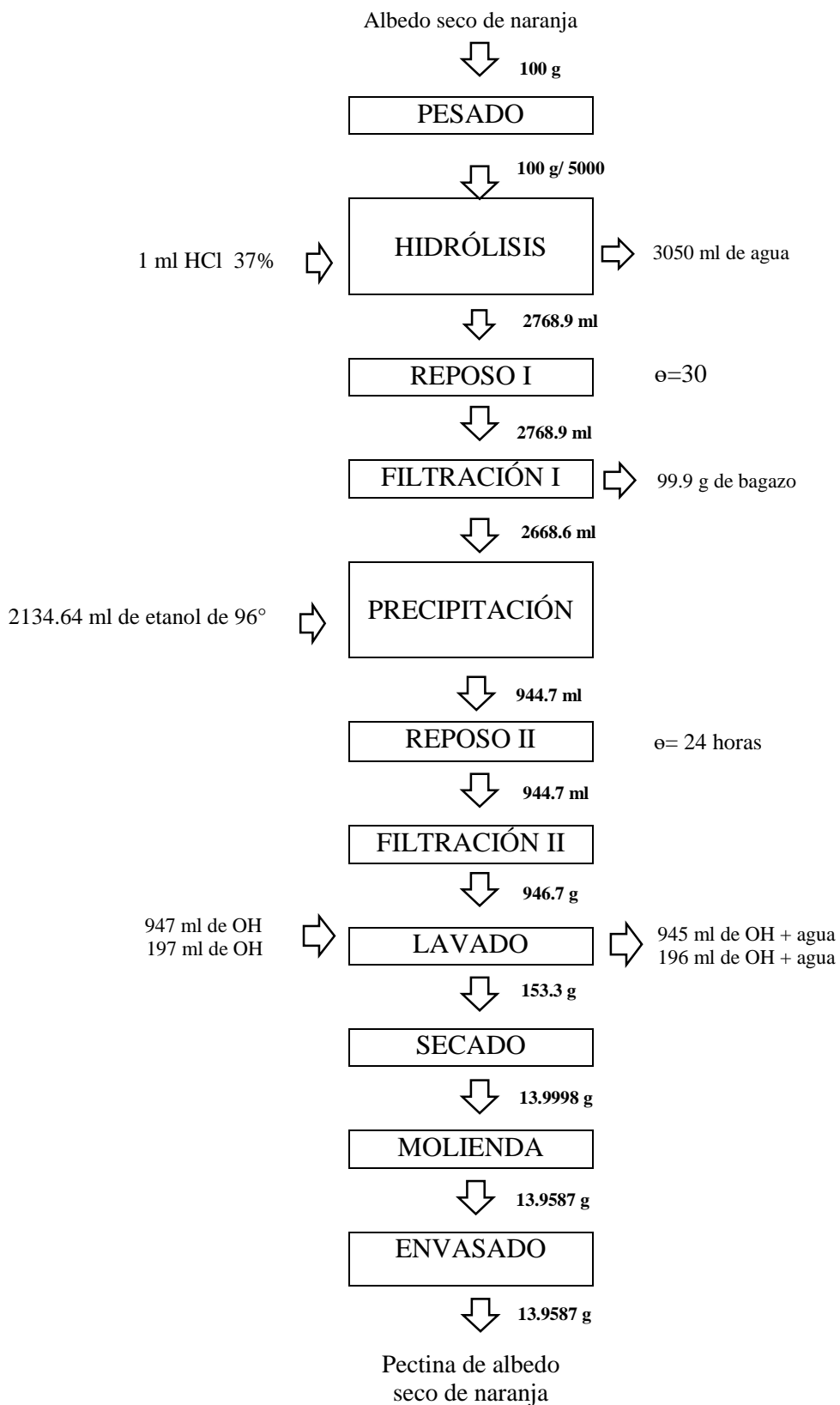


Gráfico 20. Diagrama de flujo cuantitativo del tratamiento con mejor rendimiento

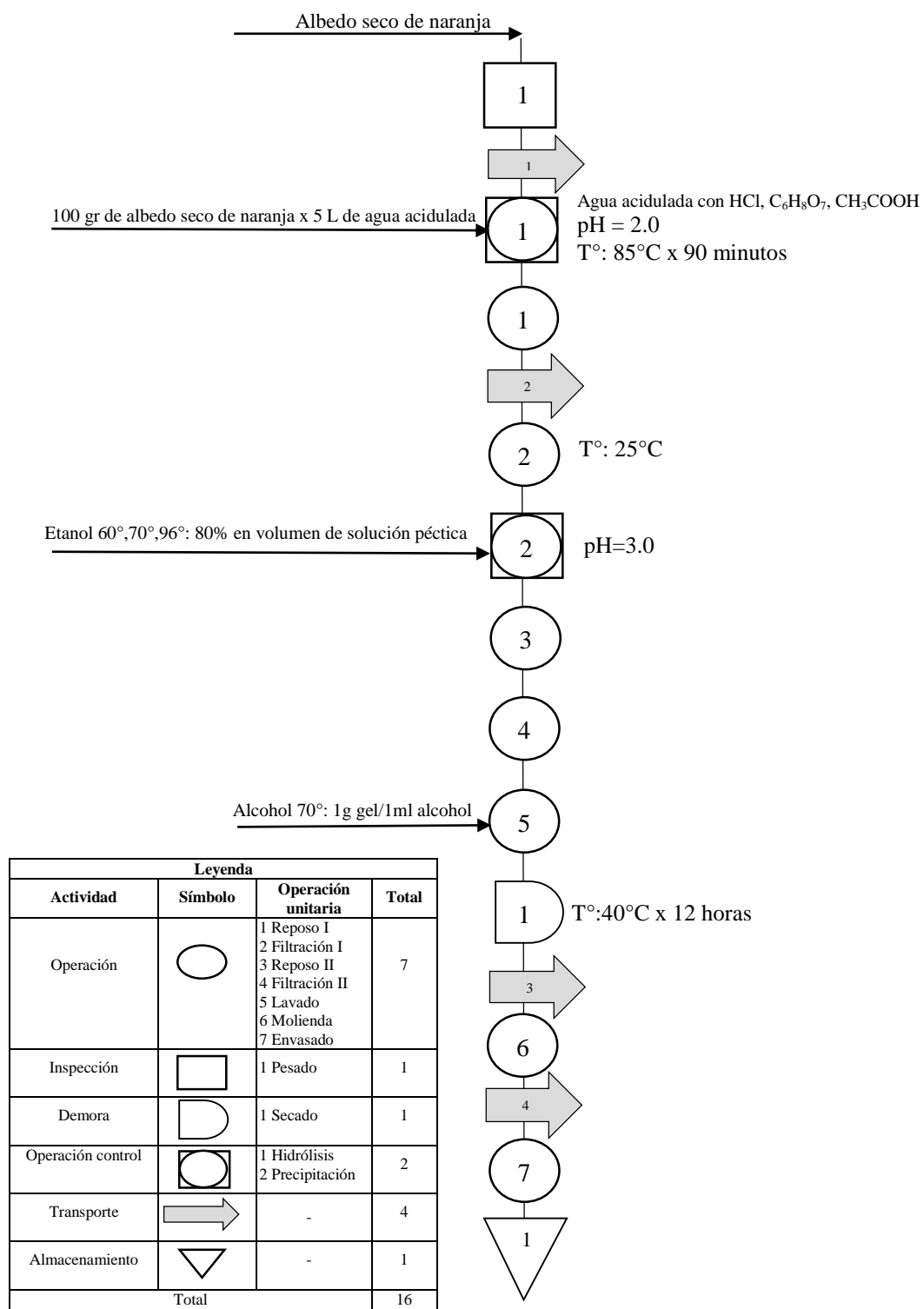






Gráfico 21. Diagrama de proceso para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

Tabla 30. Descripción de actividades con tiempos totales en el proceso de extracción de pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

	Tiempo estándar de producción en minutos		Tiempo estándar de producción en minutos		Tiempo estándar de producción en minutos		Tiempo estándar de producción en minutos
1. Reposo I	30.00	1. Pesado	10.00	2. Secado	720.00	1. Hidrólisis	90.00
2. Filtración I	45.00					2. Precipitación	30.00
3. Reposo II	1440.00						
4. Filtración II	45.00						
5. Lavado	25.00						
6. Molienda	60.00						
7. Envasado	45.00						
Total de tiempo	1690.00		10.00		720.00		120.00
Tiempo en hora	28.17		0.17		12.00		2.00

En el gráfico 21, se muestra el diagrama de proceso para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*) y en la tabla 30 se observa los tiempos totales empleados en cada operación unitaria.

Tabla 31. Análisis de varianza para el rendimiento según tipo de ácido y concentración de alcohol, al 95%.

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	50.59	25.296	46.55	0.001
Concentración de alcohol	2	267.65	133.823	246.27	0.001
Tipo de ácido*concentración de Alcohol	4	37.72	9.429	17.35	0.001
Error	26	14.13	0.543		
Total	34	347.68			

En la tabla 31, los resultados obtenidos del análisis de varianza determinaron que el tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción de ambos factores influyen sobre el rendimiento; es decir los tratamientos presentan diferencias significativas; ya que $p < 0.05$.

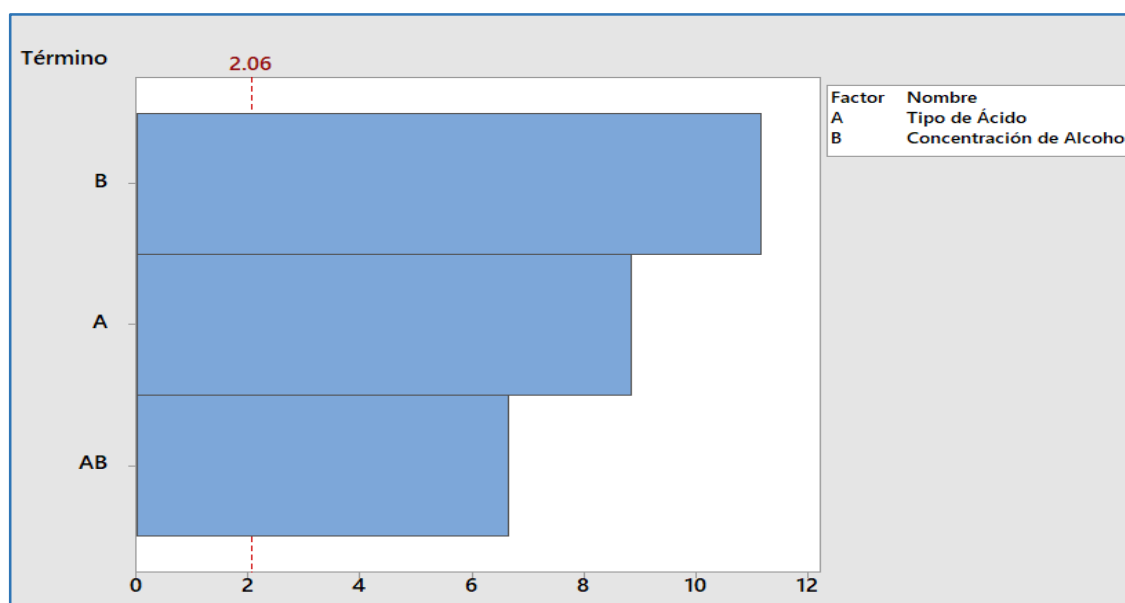


Gráfico 22. Diagrama de Pareto de los efectos principales y de la interacción de los factores de estudio

El gráfico 22, muestra gráficamente que los factores tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción de ambos, tienen un efecto significativo sobre el rendimiento de la pectina (las barras sobrepasan la línea roja o línea de referencia); de aquí podemos deducir que el factor que más influye sobre el rendimiento es la concentración de alcohol porque es el que más se extiende, le sigue el efecto del tipo de ácido y al final la interacción entre ambos.

Tabla 32. Prueba de significancia de Fisher para el rendimiento, al 95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
HCl	10	9.31191	a			96°	12	10.4615	a		
C ₆ H ₈ O ₇	13	7.51559		b		70°	12	8.8318		b	
CH ₃ COOH	12	6.18119			c	60°	11	3.7153			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T3	3	13.2872	a								
T2	3	11.1540		b							
T6	3	10.3868		b							
T5	6	8.5143				c					
T9	6	7.7106				c		d			
T8	3	6.8272						d			
T7	3	4.0058									e
T4	4	3.6457									e
T1	4	3.4945									e

La tabla 32, presenta la prueba de significancia de Fisher que muestra que los mayores rendimientos se obtuvieron con el HCl, el alcohol de 96° y para la interacción el tratamiento T3, diferenciándose de los demás tratamientos. Los tratamientos T2 y T6, T5 y T9, T9 y T8, T7, T4 y T1 presentan rendimientos similares.

4.3. Evaluación de los tratamientos de estudio.

4.3.1. Análisis fisicoquímico de la pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*).

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos como el contenido de humedad, cenizas, alcalinidad de cenizas, peso equivalente, contenido de ácido galacturónico, contenido de metoxilo y grado de esterificación; pueden observarse en la tabla 33, comparados con la NTP.209.710 (INDECOPI, 2014) y a su vez cotejados con los resultados de la caracterización fisicoquímica de una pectina comercial.

Los informes del análisis fisicoquímico del mejor tratamiento obtenido (T3) y de la pectina comercial se muestran en los anexos 14 y 18 respectivamente.

Tabla 33. Características fisicoquímicas de la pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

Característica	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Pectina comercial	NTP 209.710
%humedad*	9.27±0.006	9.20±0.009	9.15±0.007	9.87±0.01	9.85±0.004	9.89±0.009	9.54±0.007	9.44±0.003	9.28±0.01	9.26±0.01	≤10%
%cenizas*	1.67±0.01	1.62±0.01	1.55±0.01	3.65±0.004	1.997±0.01	3.05±0.003	1.91±0.002	1.85±0.01	1.76±0.01	1.79±0.01	≤4%
%AC*	1.81±0.01	1.78±0.01	1.69±0.01	2.37±0.006	1.91±0.009	2.21±0.01	1.77±0.008	1.73±0.01	1.691±0.01	1.74±0.01	≤3.6%
PE	1151.3±0.06	1233.6±0.05	1877.2±0.01	1067.4±0.05	1811.4±0.01	1223.3±0.02	920.33±0.01	981.76±0.05	1606.8±0.01	1578.7± 0.03	≥1000
%Me	5.63±0.07	6.12±0.05	10.6±0.005	4.97±0.03	9.89±0.02	5.99±0.02	4.42±0.08	4.91±0.03	8.28±0.008	9.01±0.03	≥7.0%
%AG	69.93±0.02	71.05±0.05	78.32±0.007	67.16±0.07	78.06±0.006	70.16±0.04	69.15±0.009	70.92±0.06	71.29±0.03	69.04±0.03	≥78%
%GE	45.73±0.03	48.96±0.04	77.00±0.006	42.37±0.06	71.91±0.02	48.53±0.01	36.54±0.03	39.02±0.07	65.89±0.03	71.09±0.01	≥50%

Nota: Los valores en cuanto a % humedad, % cenizas y % alcalinidad de cenizas fueron proporcionados por COLECBI S.A.C

Los valores del PE, % Me, % AG y % GE fueron calculados según lo señalado en el subcapítulo 3.3.2. Métodos de análisis.

Los valores están expresados como media ± desviación estándar.

a. Humedad de la pectina obtenida del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*).

Los resultados para la humedad fluctuaron entre 9.15% a 9.89%; indicando que se cumple con los valores de contenido de humedad exigidos por la NTP.209.710 (INDECOPI,2014). Tal como se indica en el gráfico 23, los tratamientos realizados con HCl y CH₃COOH, presentaron resultados más cercanos a la pectina comercial; diferenciándose de los tratamientos con C₆H₈O₇ debido a que, según López (2013); este ácido, en forma anhidra forma cristales, reteniendo humedad. Los porcentajes de humedad entre los tratamientos con HCl y CH₃COOH, presentaron mayor dispersión (intervalos de diferencia mayor entre ellos), puesto que dichos tratamientos tuvieron un color oscuro (ámbar oscuro), láminas de textura gelatinosa o pegajosa, ocasionadas según Gamboa (2009), por los secados a bajas temperaturas, tiempos prolongados más el efecto individual de la concentración de alcohol, que a su vez dificultaron su molienda, Ferreira *et al.* (1995), explica que las diferencias en el tamaño de partícula por las condiciones de trituración pueden generar la ganancia de humedad hasta cierto nivel.

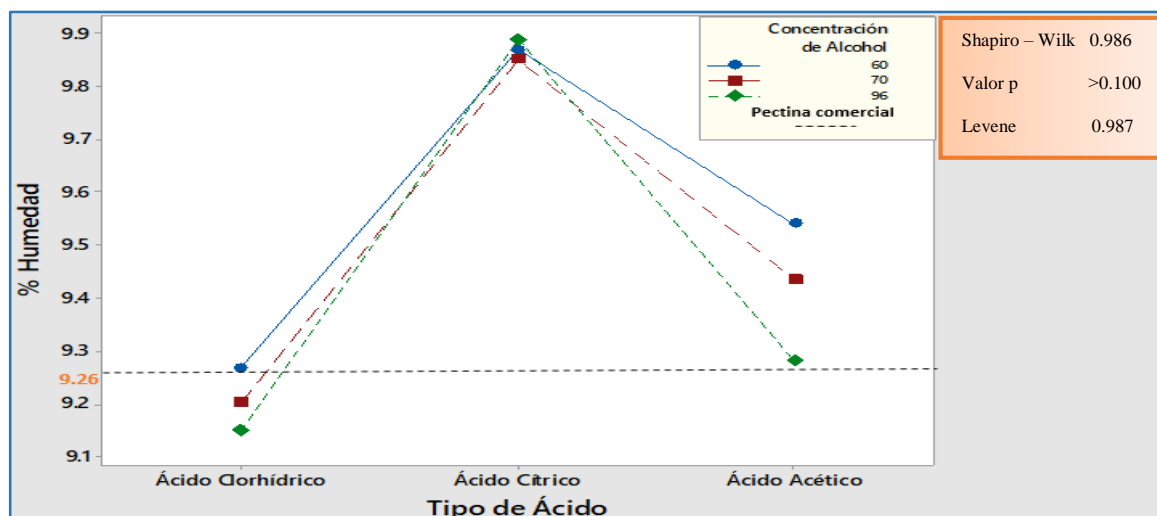


Gráfico 23. % humedad vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Tabla 34. Análisis de varianza % humedad, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	2.06687	1.03343	18023.40	0.001
Concentración de alcohol	2	0.06418	0.03209	559.67	0.001
Tipo de ácido*concentración de alcohol	4	0.06110	0.01528	266.41	0.001
Error	18	0.00103	0.00006		
Total	26	2.19318			

El análisis de varianza que se detalla en la tabla 34, muestra que existe diferencia significativa entre el % de humedad de los diferentes tratamientos, indicando que el tipo de ácido, concentración de alcohol e interacción de ambos influyen sobre el porcentaje de humedad; pues $p = 0.001 < 0.05$, el cual se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 35, para N repeticiones.

Tabla 35. Prueba de significancia de Fisher para la humedad, al 95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
C ₆ H ₈ O ₇	9	9.86958	a			60	9	9.55882	a		
HCl	9	9.41913		b		70	9	9.49628		b	
CH ₃ COOH	9	9.20583			c	96	9	9.43944			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T6	3	9.88837	a								
T4	3	9.86874		b							
T5	3	9.85162			c						
T7	3	9.54052				d					
T8	3	9.43570					e				
T9	3	9.28116						f			
T1	3	9.26720							g		
T2	3	9.20153								h	
T3	3	9.14877									i

La tabla 35, presenta la prueba de significancia de Fisher que muestra que los mayores porcentajes de humedad se obtuvieron con C₆H₈O₇, además los tratamientos con concentración de alcohol 60° fueron los que mostraron mayores valores de humedad.

También se resalta que todos los tratamientos realizados presentan diferencia significativa entre sus medias, sobresaliendo el T6 (C₆H₈O₇ + 96°), que presenta mayor promedio de humedad.

Tabla 36. Comparaciones múltiples de Dunnett para la humedad, al 95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	pSig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	,00657000	0.917	-,0136300	,0267700
T2	Pectina Comercial	-,05909667*	0.001	-,0792967	-,0388967
T3	Pectina Comercial	-,11185333*	0.001	-,1320533	-,0916533
T4	Pectina Comercial	,60811000*	0.001	,5879100	,6283100
T5	Pectina Comercial	,59099667*	0.001	,5707967	,6111967
T6	Pectina Comercial	,27989667*	0.001	,2596967	,3000967
T7	Pectina Comercial	,27989667*	0.001	,2596967	,3000967
T8	Pectina Comercial	,02054000*	0.045	,0003400	,0407400
T9	Pectina Comercial	,02054000*	0.045	,0003400	,0407400

La tabla 36, detalla que entre el tratamiento control (pectina comercial) y el tratamiento T1 no existe diferencia significativa, puesto que $0.917 > 0.05$; mientras que para los demás tratamientos (T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, y T9) si existe diferencia significativa ($p < 0.05$).

b. Cenizas de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

Los valores del porcentaje de cenizas oscilaron entre 1.55% y 3.65%, los valores más cercanos al de la pectina comercial fueron los obtenidos con HCl y CH₃COOH, cumpliendo con la NTP.209.710 (INDECOPI,2014), cuyos valores son menores al 4%. Los mayores porcentajes de cenizas se obtuvieron con C₆H₈O₇; Gamboa (2009), menciona que la hidrólisis pudo provocar que el ión citrato del ácido cítrico reaccionara con los iones metálicos del recipiente, produciendo sales; que no se eliminaron durante el proceso.

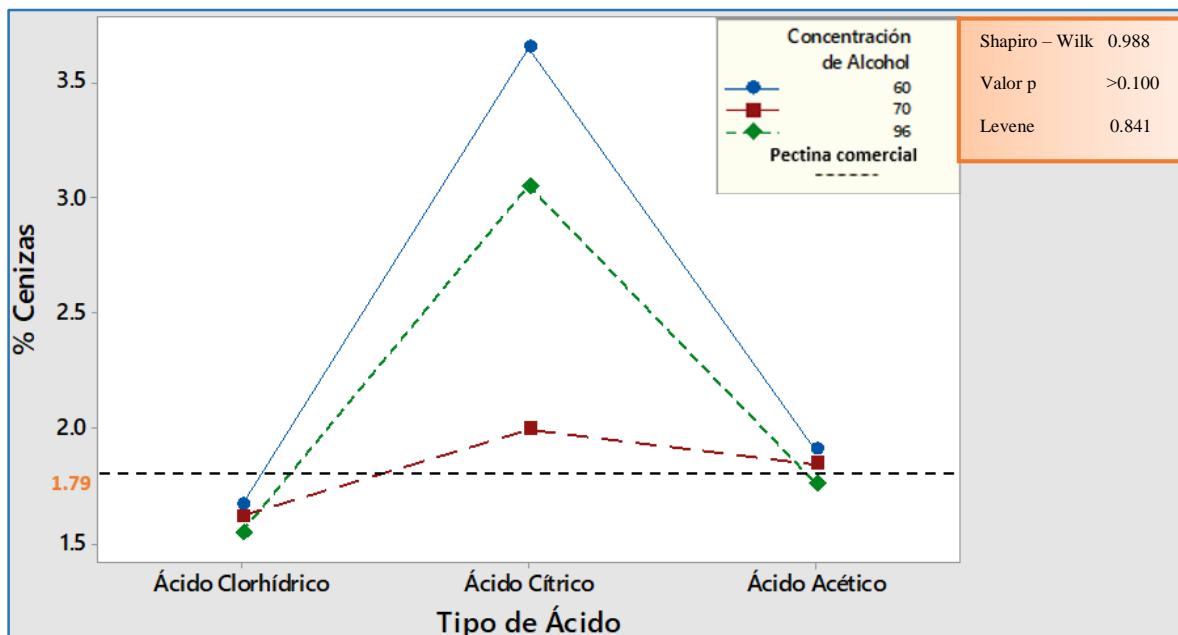


Gráfico 24. % cenizas vs tipo de ácido y concentración de alcohol

En el gráfico 24, se observa que el comportamiento del % de cenizas; es muy similar para todos los tratamientos; con excepción de los tratamientos con ácido cítrico, que muestran diferencias, según menciona; Gómez *et al.* (2001), los porcentajes de ceniza varían por diversas variaciones en los procesos de extracción y lavados o purificación.

Tabla 37. Análisis de varianza para la ceniza, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	8.5291	4.26456	38900.53	0.001
Concentración de alcohol	2	1.5679	0.78397	7151.26	0.001
Tipo de ácido*concentración de Alcohol	4	2.7042	0.67605	6166.78	0.001
Error	18	0.0020	0.00011		
Total	26	12.8032			

En la tabla 37, se presentan los resultados del ANOVA, donde se observa que los factores en estudio (tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción de ambos) influyen de manera significativa sobre el porcentaje de cenizas, pues $p < 0.05$, en consecuencia, se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 37, para N repeticiones.

Tabla 38. Prueba de significancia de Fisher para la ceniza, al 95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
C ₆ H ₈ O ₇	9	2.90032	a			60	9	2.41021	a		
HCl	9	1.83920		b		96	9	2.11948		b	
CH ₃ COOH	9	1.61013			c	70	9	1.81995			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T4	3	3.65361	a								
T6	3	3.05022		b							
T5	3	1.99713			c						
T7	3	1.90950				d					
T8	3	1.84612					e				
T9	3	1.76196						f			
T1	3	1.66752							g		
T2	3	1.61661								h	
T3	3	1.54627									i

La tabla 38, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando el mayor porcentaje de cenizas para los tratamientos con C₆H₈O₇, por otro lado, la concentración de alcohol (60°), fue el que mayor promedio en el porcentaje de cenizas mostró; además se resalta que todos los tratamientos realizados

presentan diferencia significativa entre sus medias, destacándose el tratamiento T4 ($C_6H_8O_7 + 60^\circ$), registrando el mayor porcentaje de cenizas.

Tabla 39. Comparaciones múltiples de Dunnett para la ceniza, al 95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	p Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	-,11467000*	0.001	-,1409839	-,0883561
T2	Pectina Comercial	-,16557667*	0.001	-,1918905	-,1392628
T3	Pectina Comercial	-,23591333*	0.001	-,2622272	-,2095995
T4	Pectina Comercial	1,87143000*	0.001	1,8451161	1,8977439
T5	Pectina Comercial	,21494333*	0.001	,1886295	,2412572
T6	Pectina Comercial	1,26803333*	0.001	1,2417195	1,2943472
T7	Pectina Comercial	,12732000*	0.001	,1010061	,1536339
T8	Pectina Comercial	,06394000*	0.001	,0376261	,0902539
T9	Pectina Comercial	-,02021667	0.187	-,0465305	,0060972

La tabla 39, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), el tratamiento T9 (ácido acético + 96°), no presenta diferencia significativa, puesto que $0.187 > 0.05$. Y en el caso de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 si existe diferencia significativa puesto que $0.001 < 0.05$.

c. Alcalinidad de cenizas de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

En la determinación del % de alcalinidad de cenizas, se reportó que fluctuaron entre 1.69% a 2.37%; los valores menores y cercanos al de la pectina comercial, las presentaron las pectinas obtenidas con HCl y CH_3COOH ; encontrándose dentro del rango $\leq 4\%$ especificada por la NTP.209.710 (INDECOPI, 2014). Caso contrario se reportó con $C_6H_8O_7$; cuyos valores

fluctuaron entre 1.91% y 2.37%. Gómez *et al.* (2001), explica que trazas de sales de ácido cítrico que se arrastra en la extracción, pueden afectar elevando el % de alcalinidad de cenizas.

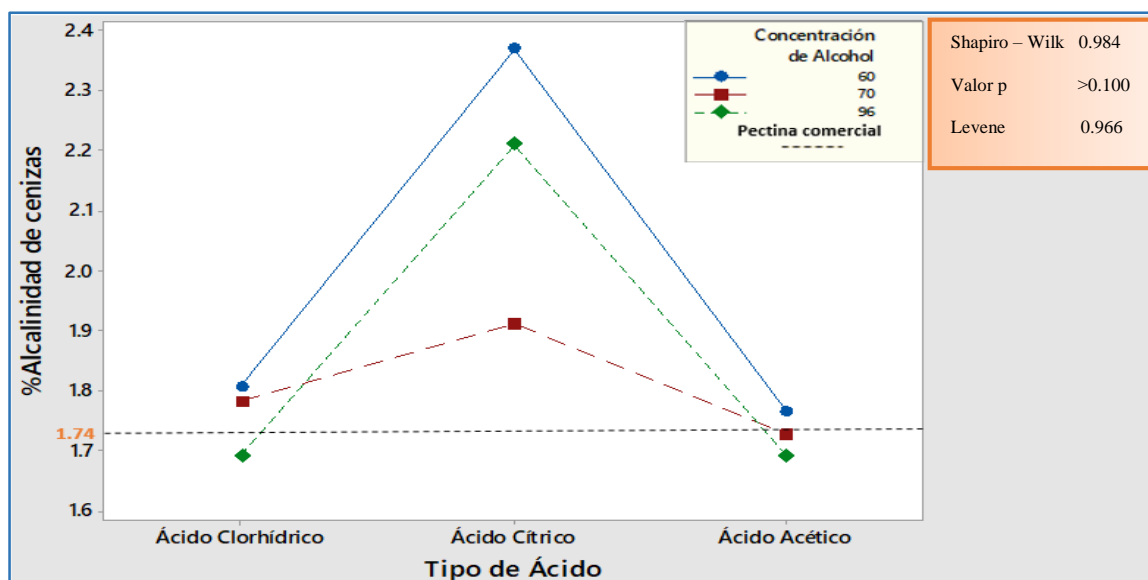


Gráfico 25. % alcalinidad de cenizas vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Revisando el gráfico 25, podemos inferir que % de alcalinidad de cenizas sigue el mismo comportamiento del % cenizas, mostrando un elevado valor para los tratamientos con ácido cítrico; especial mención merece el T6(ácido cítrico+70°), que presenta menos % de alcalinidad de cenizas en comparación con sus similares, relacionándose con lo enunciado por Gómez *et al.* (2001), que refiere que la variación en el % de alcalinidad de cenizas está relacionado con la eficiencia de los lavados. Los tratamientos T1, T2 y T3, emplearon HCl como agente extractante, característica que influyó en los valores reportados para la alcalinidad de cenizas, debido según Colecchi SAC, a que podría haber ocurrido un proceso químico durante el procedimiento de laboratorio, esto principalmente por el uso de HCl como reactivo en el mismo.

La tabla 41, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando el mayor % de alcalinidad de cenizas para los tratamientos con $C_6H_8O_7$, por otro lado, la concentración de alcohol (60°), fue el que mayor % de alcalinidad de cenizas obtuvo; además se resalta que los tratamientos T2 y T7 no presentan diferencias, tampoco los tratamientos T9 y T3

Tabla 42. Comparaciones múltiples de Dunnett para la alcalinidad de cenizas, al 95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	p Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	,06705333*	0.001	,0355378	,0985689
T2	Pectina Comercial	,04343000*	0.004	,0119145	,0749455
T3	Pectina Comercial	-,04834333*	0.002	-,0798589	-,0168278
T4	Pectina Comercial	,62960000*	0.001	,5980845	,6611155
T5	Pectina Comercial	,17174000*	0.001	,1402245	,2032555
T6	Pectina Comercial	,46997000*	0.001	,4384545	,5014855
T7	Pectina Comercial	,02643667	0.128	-,0050789	,0579522
T8	Pectina Comercial	-,01274000	0.795	-,0442555	,0187755
T9	Pectina Comercial	-,04810333*	0.002	-,0796189	-,0165878

La tabla 42, muestra la prueba Dunnett, cuyos tratamientos con ácido acético (T7 y T8), no presentan diferencias significativas con respecto a una pectina comercial (muestra control), mientras que los demás tratamientos sí registran una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

d. Peso equivalente de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

Los pesos equivalentes, se encontraron entre 920.33 y 1877.2 mg/meq; según la NTP.209.710 (INDECOPI, 2014), los valores de peso equivalente deben ser como mínimo 1000 mg/meq. En el gráfico 26, se observa que los

tratamientos con ácido acético T7 y T8, no se encuentran dentro de lo establecido por la norma; la diferencia en los pesos equivalentes se deben, según Maldonado *et al.* (2010), a un deficiente lavado que permitió la presencia de azúcares neutros asociados, látex, gomas y demás compuestos en el producto final afectando el peso equivalente; Álvarez (2011), agrega que un escaldado deficiente también puede contaminar la pectina. Al respecto, León y Riveros (2014), sostiene que el peso equivalente, permite tener una idea del poder gelificante de la pectina, razón por la cual se puede inferir que los tratamientos que presenten mayor valor de peso equivalente, cercanos a la de la pectina comercial (T3, T5 y T9), son los que tendrán mayor %GE y poder de gelificación.

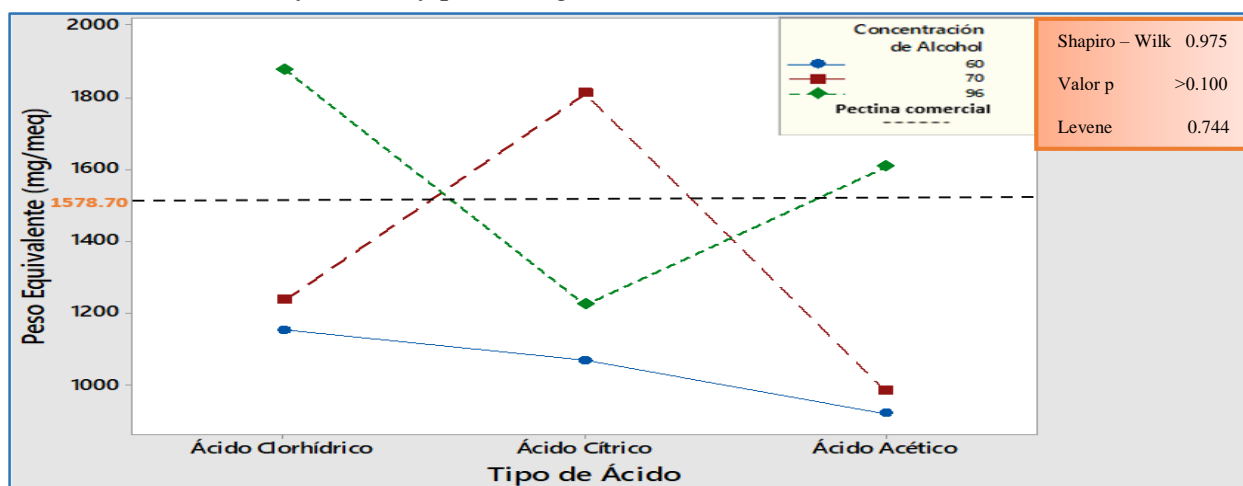


Gráfico 26. Peso Equivalente vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Tabla 43. Análisis de varianza para el peso equivalente, al 95%

Fuente de variación	Gl	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	314924.251	157462.125	120438452.838	0.001
Concentración de alcohol	2	1236949.588	618474.794	473054375.175	0.001
Tipo de ácido * concentración de alcohol	4	1500381.889	375095.472	286900219.559	0.001
Error	18	0.024	0.001		
Total	27	50042581.930			
Total corregido	26	3052255.752			

En la tabla 43, el análisis de varianza reporta que existe diferencias significativas para las medias de los tratamientos, indicando que el tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción de ambos influyen sobre el peso equivalente de las muestras, pues el valor $p < 0.05$, derivando en una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 43, para N repeticiones.

Tabla 44. Prueba de significancia de Fisher para el peso equivalente, al 95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
HCl	9	1420.70	a			96	9	1569.11	a		
C ₆ H ₈ O ₇	9	1367.37		b		70	9	1342.26		b	
CH ₃ COOH	9	1169.64			c	60	9	1046.34			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T3	3	1877.18	a								
T5	3	1811.40		b							
T9	3	1606.82			c						
T2	3	1233.62				d					
T6	3	1223.31					e				
T1	3	1151.30						f			
T4	3	1067.39							g		
T8	3	981.76								h	
T7	3	920.33									i

La tabla 44, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando que los tratamientos con HCl reportan un mayor peso equivalente, por otro lado, la concentración de alcohol (96°), fue el de mejor comportamiento; además se resalta que todos los tratamientos presentan diferencia significativa.

Tabla 45. Comparaciones múltiples de Dunnett para el peso equivalente, al 95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	pSig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	-427,40000*	0.001	-427,4857	-427,3143
T2	Pectina Comercial	-345,08667*	0.001	-345,1724	-345,0009
T3	Pectina Comercial	298,48333*	0.001	298,3976	298,5691
T4	Pectina Comercial	-511,31667*	0.001	-511,4024	-511,2309
T5	Pectina Comercial	232,69667*	0.001	232,6109	232,7824
T6	Pectina Comercial	-355,39000*	0.001	-355,4757	-355,3043
T7	Pectina Comercial	-658,37667*	0.001	-658,4624	-658,2909
T8	Pectina Comercial	-596,94000*	0.001	-597,0257	-596,8543
T9	Pectina Comercial	28,12000*	0.001	28,0343	28,2057

La tabla 45, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), todos los tratamientos presentan diferencia significativa; puesto que $p < 0.05$.

e. Contenido de metoxilo de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

Los contenidos de metóxilos, se encuentran entre 4.42 % a 10.6%, según la NTP.209.710 (INDECOPI, 2014), el % metoxilo debe ser como mínimo 7%.

Como se muestra en el gráfico 27, sólo tres de los tratamientos cumplen con dicho parámetro T3, T5 y T9, además sus valores son cercanos a la de la pectina comercial. Los % metoxilo determinan las características gelificantes de la pectina, además les da un grado determinado (Acevedo y Ramírez, 2011); con lo descrito se puede inferir que los tratamientos (T3, T5 y T9), corresponden a pectinas de alto metoxilo; mientras que los demás tratamientos son de bajo metoxilo. Las variaciones registradas para los

%metoxilo, son causadas según Gamboa (2009), por el poder extractante tanto del ácido empleado como de la concentración del alcohol utilizado.

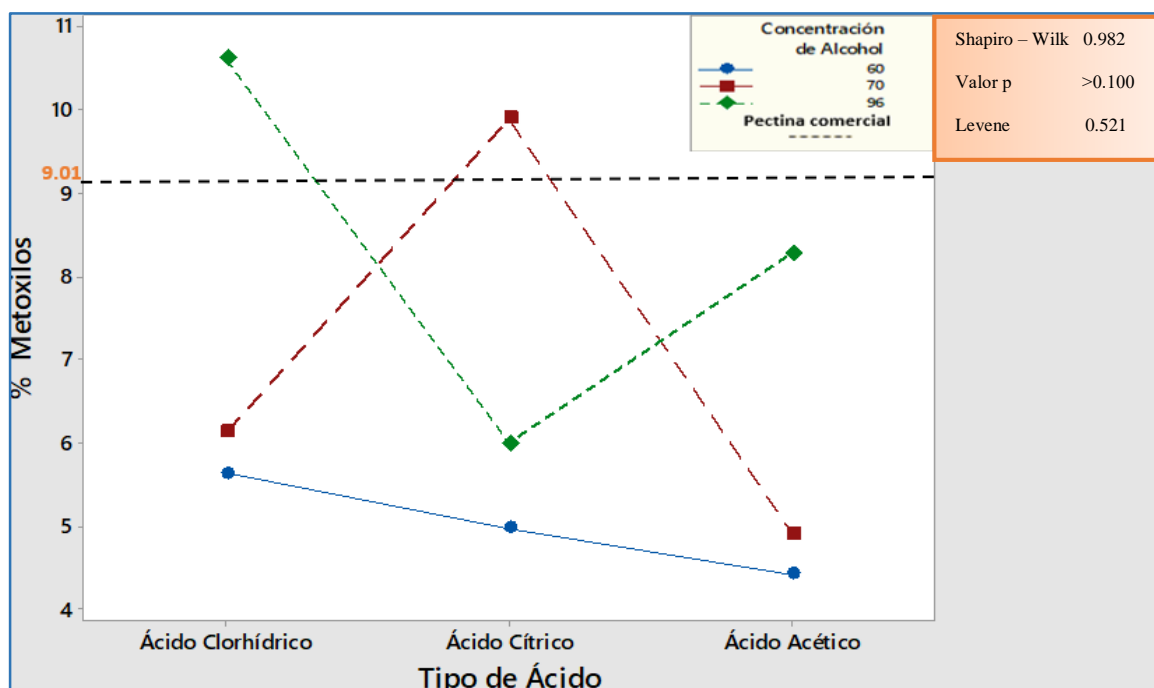


Gráfico 27. % metoxilo vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Tabla 46. Análisis de varianza para % metoxilo, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	11.844	5.9221	3484.46	0.001
Concentración de alcohol	2	49.226	24.6129	14481.74	0.001
Tipo de ácido*concentración de alcohol	4	62.926	15.7316	9256.16	0.001
Error	18	0.031	0.0017		
Total	26	124.027			

En la tabla 46, el análisis de varianza indica que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, es decir que el tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción de ambos influyen sobre % metoxilo

de las muestras, pues el valor $p < 0.05$, en consecuencia, se realizó una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 47, para N repeticiones.

Tabla 47. Prueba de significancia de Fisher para % metoxilo, al 95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
HCl	9	7.45564	a			96	9	8.29276	a		
C ₆ H ₈ O ₇	9	6.95044		b		70	9	6.97454		b	
CH ₃ COOH	9	5.86789			c	60	9	5.00667			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol										
Tratamiento	N	Media	Agrupación							
T3	3	10.6129	a							
T5	3	9.8915		b						
T9	3	8.2757			c					
T2	3	6.1204				d				
T6	3	5.9897					e			
T1	3	5.6336						f		
T4	3	4.9701							g	
T8	3	4.9117							g	
T7	3	4.4163								h

La tabla 47, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando el mayor % metoxilo para los tratamientos con HCl, por otro lado, la concentración de alcohol (96°), fue el de mejor comportamiento; además resalta que los tratamientos T4 y T8 no presentan diferencia significativa.

Tabla 48. Comparaciones múltiples de Dunnett para % metoxilo, al 95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	p Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	-3,3715000*	0.001	-3,467691	-3,275309
T2	Pectina Comercial	-2,8847000*	0.001	-2,980891	-2,788509
T3	Pectina Comercial	1,6077333*	0.001	1,511542	1,703924
T4	Pectina Comercial	-4,0350667*	0.001	-4,131258	-3,938876
T5	Pectina Comercial	,8863333*	0.001	,790142	,982524
T6	Pectina Comercial	-3,0154000*	0.001	-3,111591	-2,919209
T7	Pectina Comercial	-4,5888000*	0.001	-4,684991	-4,492609
T8	Pectina Comercial	-4,0934333*	0.001	-4,189624	-3,997242
T9	Pectina Comercial	-,7294667*	0.001	-,825658	-,633276

La tabla 48, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), todos los tratamientos presentan diferencia significativa; puesto que $p < 0.05$.

f. Ácido galacturónico de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

Como se observa en el gráfico 28, las cantidades de ácido galacturónico, fluctuaron entre 67.16% a 78.32%; según la NTP.209.710 (INDECOPI, 2014), las pectinas deben tener como mínimo 78% de ácido galacturónico, sólo dos tratamientos cumplen con lo estipulado (T3 y T5), dando a entender que los demás tratamientos presentan debilidad en el precipitado e impurezas arrastradas de la hidrólisis o acción enzimática; ya que % ácido galacturónico está relacionado con la pureza del producto (Calderón y Matos, 2011).

Además, se puede observar que todos los tratamientos presentan porcentajes mayores de ácido galacturónico que la pectina comercial, al respecto León y

Riveros (2014), sostiene que el bajo % ácido galacturónico de la pectina comercial se debió a la presencia de azúcares estandarizantes y sales buffers.

Tabla 49. Análisis de varianza para % ácido galacturónico, al 95%

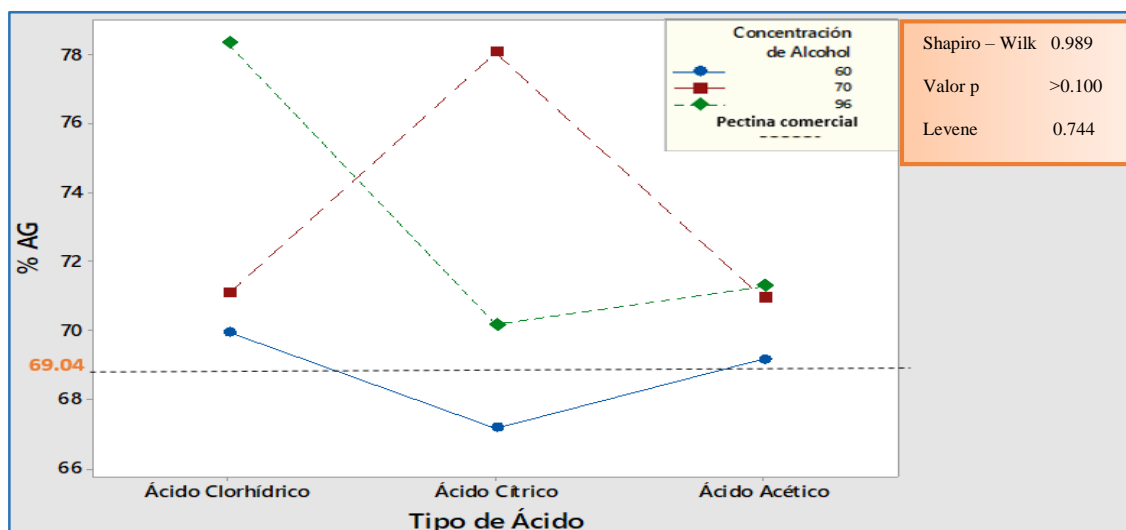


Gráfico 28. % ácido galacturónico vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	31.555	15.7776	10596.42	0.001
Concentración de alcohol	2	124.320	62.1602	41747.49	0.001
Tipo de ácido*concentración de alcohol	4	197.989	49.4973	33242.91	0.001
Error	18	0.027	0.0015		
Total	26	353.892			

En la tabla 49, el análisis de varianza, demuestra que existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, para un valor $p < 0.05$, dicho de otro modo, los factores en estudio (tipo de ácido, concentración de alcohol y la interacción entre ambos) influyen en el % ácido galacturónico de las muestras, por consiguiente, se lleva a una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 50, para N repeticiones.

Tabla 50. Prueba de significancia de Fisher para % ácido galacturónico ,95%

Tipo de Ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
HCl	9	73.0996	a			70	9	73.3429	a		
C ₆ H ₈ O ₇	9	71.7932		b		96	9	73.2542		b	
CH ₃ COOH	9	70.4517			c	60	9	68.7473			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T3	3	78.3163	a								
T5	3	78.0583		b							
T9	3	71.2855			c						
T2	3	71.0492				d					
T8	3	70.9213					e				
T6	3	70.1609						f			
T1	3	69.9335							g		
T7	3	69.1481								h	
T4	3	67.1603								i	

La tabla 50, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando el mayor % ácido galacturónico para los tratamientos con HCl, por otro lado, la concentración de alcohol (70°), fue el de mejor comportamiento; además se resalta que todos los tratamientos presentan diferencia significativa.

Tabla 51. Comparaciones múltiples de Dunnett para % ácido galacturónico ,95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	p Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	,8735667*	0.001	,783311	,963822
T2	Pectina Comercial	1,9892667*	0.001	1,899011	2,079522
T3	Pectina Comercial	9,2563333*	0.001	9,166078	9,346589
T4	Pectina Comercial	-1,8996333*	0.001	-1,989889	-1,809378
T5	Pectina Comercial	8,9983667*	0.001	8,908111	9,088622
T6	Pectina Comercial	1,1010000*	0.001	1,010745	1,191255
T7	Pectina Comercial	,0882000	0.057	-,002055	,178455
T8	Pectina Comercial	1,8614000*	0.001	1,771145	1,951655
T9	Pectina Comercial	2,2255667*	0.001	2,135311	2,315822

La tabla 51, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), el tratamiento T7 no presenta diferencia significativa; sin embargo, los demás tratamientos si son diferentes estadísticamente con el patrón presentado ($p < 0.05$).

g. Grado de esterificación de pectina obtenida del albedo de naranja (*Citrus sinensis*).

En el gráfico 29, los valores del grado de esterificación obtenidos variaron de 36.54% a 77.00%; según la NTP.209.710 (INDECOPI,2014), los valores deben ser mayores al 50% para pectinas de alto metoxilo, sólo tres tratamientos presentan valores superiores. Las pectinas de alto metoxilo; se lograron con altas concentraciones de alcohol 70° y 96°; con respecto a este tema Gamboa (2009), agrega que mientras más concentrado sea el alcohol mayor poder precipitante posee y el producto presentará mejores características (%metoxilo, grado de esterificación y gelificación), también

tiene mucho que ver el poder extractante de los ácidos, relacionado con mejores % metoxilo y grado de esterificación. La diferencia resaltante lo muestra el tratamiento T5, ya que fue el único que logró un alto grado de esterificación con alcohol de 70°, al respecto Gamboa (2009), sostiene que el ácido cítrico, tiende a formar más sales con iones metálicos del recipiente con un alcohol de alta concentración.

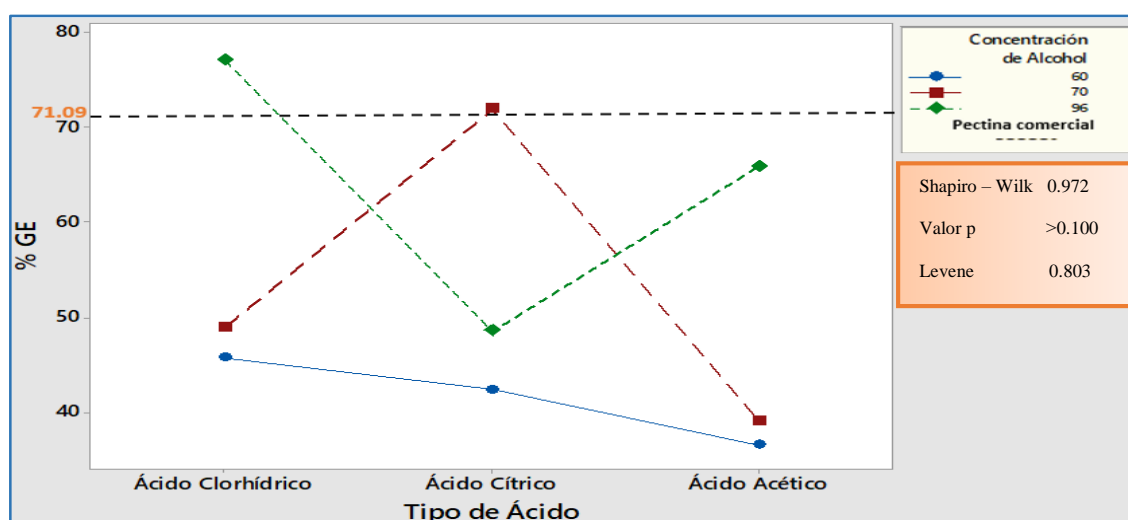


Gráfico 29. Grado de esterificación vs tipo de ácido y concentración de alcohol

Tabla 52. Análisis de varianza para el grado de esterificación, al 95%

Fuente de variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tipo de ácido	2	483.20	241.60	173174.56	0.001
Concentración de alcohol	2	2232.38	1116.19	800064.80	0.001
Tipo de ácido*concentración de alcohol	4	2589.75	647.44	464071.33	0.001
Error	18	0.03	0.00		
Total	26	5305.36			

En la tabla 52, se presentan los resultados del análisis de varianza, donde se observa que existe diferencias significativas entre las medias de los diferentes

tratamientos, para un valor $p < 0.05$, deduciéndose que las variables en estudio y su respectiva interacción influyen sobre el grado de esterificación de las muestras, por ende, se realizó una prueba de significancia de Fisher que se muestra en la tabla 53, para N repeticiones.

Tabla 53. Prueba de significancia de Fisher para el grado de esterificación ,95%

Tipo de ácido	N	Media	Agrupación			Concentración de alcohol	N	Media	Agrupación		
HCl	9	57.2307	a			96	9	63.8066	a		
C ₆ H ₈ O ₇	9	54.2694		b		70	9	53.2985		b	
CH ₃ COOH	9	47.1503			c	60	9	41.5453			c

Prueba de significancia de Fisher para la interacción tipo de ácido x concentración de alcohol											
Tratamientos	N	Media	Agrupación								
T3	3	77.0048	a								
T5	3	71.9126		b							
T9	3	65.8881			c						
T2	3	48.9625				d					
T6	3	48.5270					e				
T1	3	45.7249						f			
T4	3	42.3686							g		
T8	3	39.0204								h	
T7	3	36.5424									i

La tabla 53, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando el mayor grado de esterificación para los tratamientos con HCl, por otro lado, la concentración de alcohol (96°), fue el de mejor efectividad; además se resalta que todos los tratamientos presentan diferencia significativa.

Tabla 54. Comparaciones múltiples de Dunnett para el grado de esterificación ,95%

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	pSig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T1	Pectina Comercial	-24,3704667*	0.001	-24,456346	-24,284588
T2	Pectina Comercial	-21,1328333*	0.001	-21,218712	-21,046954
T3	Pectina Comercial	6,9095000*	0.001	6,823621	6,995379
T4	Pectina Comercial	-27,7267667*	0.001	-27,812646	-27,640888
T5	Pectina Comercial	1,8173000*	0.001	1,731421	1,903179
T6	Pectina Comercial	-21,5683333*	0.001	-21,654212	-21,482454
T7	Pectina Comercial	-33,5529667*	0.001	-33,638846	-33,467088
T8	Pectina Comercial	-31,0749000*	0.001	-31,160779	-30,989021
T9	Pectina Comercial	-4,2072333*	0.001	-4,293112	-4,121354

La tabla 54, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), todos los tratamientos presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.3.2. Selección de los mejores tratamientos y determinación del grado de gelificación.

Grünauer (2009), sostiene que el grado de esterificación, es el parámetro químico más importante para el análisis de las pectinas ;Rivadeneira (2009) resalta la importancia del grado de esterificación logrado por los tratamientos; puesto que define las características del gel a formar por la pectina, la resistencia del gel, la viscosidad de las disoluciones y la velocidad de gelificación (poder gelificante). Además Navarro (2001), menciona que para las pectinas de bajo metoxilo no existe una regulación conocida (no existe forma de medirlas); los grados SAG sólo se utilizan para medir pectinas de alto metoxilo.

Con todas estas consideraciones los tratamientos elegidos para realizar los ensayos de gelificación son: T3 (ácido clorhídrico + 96°), T5 (ácido cítrico + 70°) y T9 (ácido acético + 96°).

a. Pruebas de identificación

La tabla 55, expone los resultados de las observaciones de las pruebas de identificación de la pectina obtenida de los tratamientos T3, T5 y T9, mostrando la precipitación de la misma con diferentes solventes.

Tabla 55. Resultado de pruebas de identificación

Tratamiento	Tratamiento T3	Tratamiento T5	Tratamiento T9	Pectina comercial
Prueba del alcohol	Precipitado traslúcido y gelatinoso	Precipitado traslúcido y gelatinoso	Grumos de gel dispersos y transparente	Precipitado traslúcido y gelatinoso
Prueba con NaOH 2 N	Gel transparente consistente	Gel transparente consistente	Grumos de gel transparente (semigel)	Gel transparente consistente
Prueba con HCl 25%	Precipitado blanco y floculento	Precipitado blanco y floculento	Precipitado de grumos formados	Precipitado blanco y floculento
Prueba con agua caliente	Gel consistente	Gel consistente	Gel débil	Gel consistente

Según la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2008), con las pruebas de identificación deben resultar geles formados y consistentes.

b. Grado de gelificación

La tabla 56, muestra que los geles consistentes de buenas características, sólo se consiguieron con pesos de muestras que van desde 0.6g - 0.7g ; además evidencia comportamientos diferentes de las pectinas obtenidas, al respecto Higuera (2017), explica que la rigidez del gel depende de la relación de azúcar y ácido, una alta concentración de azúcar hace que sea menor la cantidad de agua soportada por la estructura, una alta concentración de ácido aumenta la dureza del gel, pero un exceso puede generar sinéresis de la pectina, bajas concentraciones de ácido producen fibras tan blandas que la estructura del gel será incapaz de soportar el líquido y se formaran grumos indeseables.

Tabla 56. Resultados parciales para el grado de gelificación

Gramos de pectina/gotas de ácido cítrico	Prueba parcial I			
	Tratamiento T3	Tratamiento T5	Tratamiento T9	Pectina comercial
0.9/63	Formación de masa gelatinosa dura	Formación de gel disperso y duro	Gel grumoso	Gel grumoso
0.8/56	Formación de capa de gelatina dura	Formación de grupos de gel	Grumos duros de gel	Formación de masa gelatinosa dura
0.7/49	Formación de gel disperso y duro	Masa gelatinosa sin consistencia	Gel consistente de buenas características	Formación de grupos de gel
0.6/42	Gel consistente de buenas características	Gel consistente de buenas características	Capa delgada de gel con poca consistencia	Gel consistente de buenas características
0.5/35	Masa gelatinosa sin consistencia	Capa débil de gel	Formación de grupos de gel	Capa débil de gel
0.4/28	Masa gelatinosa sin consistencia	No se formó gel	Sinéresis de pectina	Sinéresis de pectina

Gramos de pectina/gotas de ácido cítrico	Prueba parcial II	
	Tratamiento T5	Pectina comercial
0.67/47	--	Gel consistente de buenas características
0.66/46	--	Masa gelatinosa sin consistencia
0.65/45	Masa gelatinosa sin consistencia	Masa gelatinosa sin consistencia
0.64/44	Gel consistente de buenas características	--
0.60/42	Gel consistente de regulares características	Gel consistente de regulares características
0.55/39	Capa débil de gel	Capa débil de gel

Tabla 57. Resultados finales para el grado de gelificación

Tratamiento	Repeticiones	Sacarosa (g)	Pectina (g)	°SAG	Media ±Desviación estándar
T3 (HCl + 96°)	1	100	0.599988	166.67	166.74±0.127
	2	100	0.599988	166.67	
	3	100	0.599197	166.89	
T5 (C ₆ H ₈ O ₇ + 70°)	1	100	0.640246	156.19	156.23±0.035
	2	100	0.640000	156.25	
	3	100	0.640000	156.25	
T9 (CH ₃ COOH + 96°)	1	100	0.699986	142.86	142.87±0.036
	2	100	0.699741	142.91	
	3	100	0.700084	142.84	
Pectina Comercial	1	100	0.669120	149.45	149.50±0.050
	2	100	0.668673	149.55	
	3	100	0.668896	149.50	

En la tabla 57, se visualizan los resultados finales para el grado de gelificación, que va desde 143 hasta 167° SAG, según la NTP.209.710 (INDECOPI,2014), las pectinas sólidas deben tener como mínimo 80°SAG, todos los grados de gelificación obtenidas se encuentran dentro de lo establecido por la norma.

Higuera (2017), sostiene que las pectinas bajo las condiciones adecuadas (pH y sólidos solubles), se pueden convertir en un gel, tomado en cuenta su clasificación; así, según Acevedo y Ramírez (2011); la pectina con 167° SAG, se considera de gelificación muy rápida, la pectina con 156° SAG es de gelificación rápida (igual que la pectina comercial) y la pectina de 143° SAG es de gelificación lenta. Según López (2013), las condiciones que deben tener las pectinas obtenidas para formar geles son pH= 2.8 – 3.6; sólidos solubles entre 56% - 66% y un tiempo aproximado de 3 hasta 25 minutos; además podrán ser utilizadas en la preparación de confituras y jaleas.

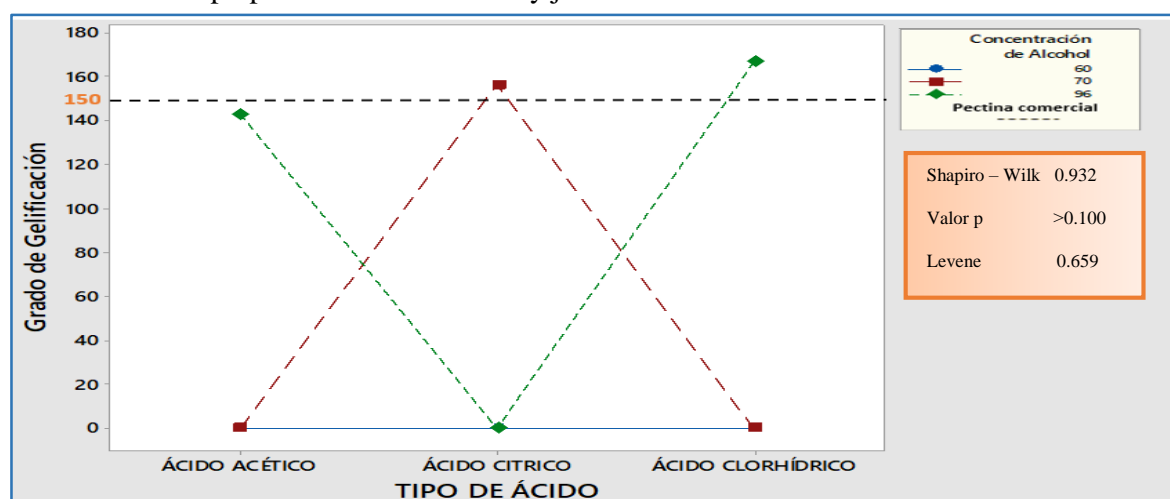


Gráfico 30. Grado de gelificación vs tipo de ácido y concentración de alcohol

En el gráfico 30, se muestra que los grados de gelificación se acercan mucho al valor de la pectina comercial (150°SAG). Acevedo y Ramírez (2011), define que los gramos de azúcar requeridos para formar el gel se expresan como grados SAG; entonces 150° SAG, significaría que un gramo de pectina sería capaz de gelificar 150 gramos de azúcar, en condiciones de pH y °Brix adecuados.

Tabla 58. Análisis de varianza para el grado de gelificación y contrastación de hipótesis, al 95%

Fuente de Variación	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Aceptación o rechazo de la hipótesis
A:Tipo de ácido	2	286	143.2	69146.71	0.001	Se rechaza H ₀
B:Concentración de alcohol	2	47932	23965.8	11575600.04	0.001	Se rechaza H ₀
AxB	4	97314	24328.6	11750846.70	0.001	Se rechaza H ₀
Error	18	0	0.0			
Total	26	145532				

En la tabla 58, se presenta el análisis de varianza, donde se observa que existe diferencias significativas entre las medias del grado de gelificación evaluando la influencia de los factores: tipo de ácido y concentración de alcohol, e interacción de ambos ($p < 0.05$); también se determinó el rechazo de la hipótesis nula de cada factor experimental, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 59. Prueba de significancia de Fisher para el grado de gelificación ,95%

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T3	3	166.743	a		
T5	3	156.230		b	
T9	3	142.870			c

La tabla 59, presenta la prueba de significancia de Fisher, mostrando que todos los tratamientos presentan diferencia significativa.

Tabla 60. Comparaciones múltiples de Dunnett para el grado de gelificación,95%

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	pSig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
T3	Pectina Comercial	17,24333*	0.001	17,0724	17,4142
T5	Pectina Comercial	6,73000*	0.001	6,5591	6,9009
T9	Pectina Comercial	-6,63000*	0.001	-6,8009	-6,4591

La tabla 60, detalla que en referencia al tratamiento control (pectina comercial), todos los tratamientos presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.4. Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*) con la pectina comercial.

Los mejores tratamientos (T3, T5 y T9) del estudio, fueron evaluados sensorialmente de manera comparativa con una pectina comercial (muestra patrón) por un panel semi entrenado, utilizando el test de comparación de características, se consideró estudiantes del IX y X semestre. (Anexo 16).

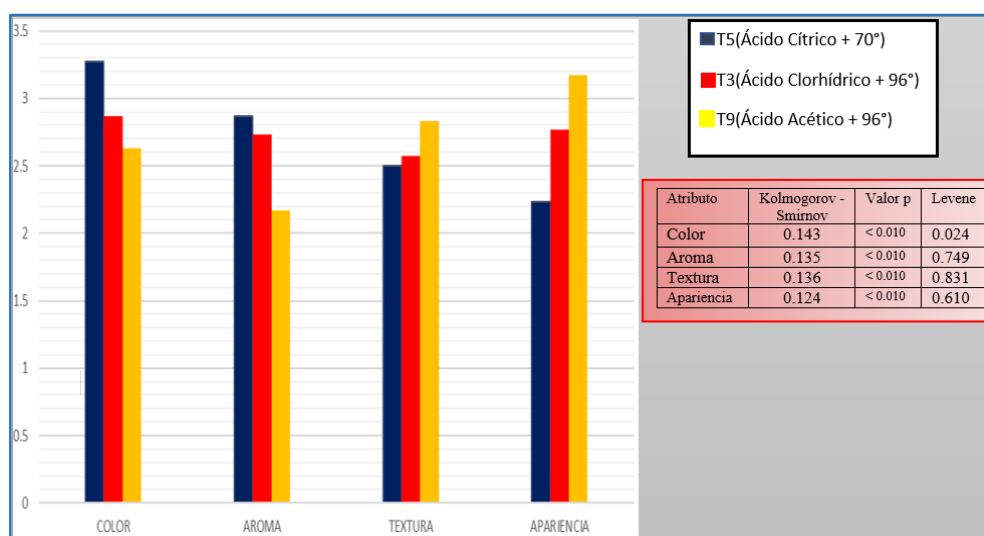


Gráfico 31. Análisis sensorial para los mejores tratamientos.

En el gráfico 31, se aprecia el grado de similitud que percibieron los panelistas con respecto a la muestra patrón (P). En caso del color y aroma fue el tratamiento T9 (ácido acético + 96°), que presentó mayor diferencia con respecto a la muestra patrón (P), seguido por el tratamiento T3 (ácido clorhídrico + 96°) y el tratamiento T5 (ácido

cítrico + 70°) que fue el que más se asemeja a la muestra comercial (muestra patrón P). En caso de la textura y apariencia, el tratamiento T5 (ácido cítrico + 70°) presentó mayor diferencia con respecto a sus similares, seguido por el tratamiento T3 (ácido clorhídrico + 96°) y en este caso, quien presenta mayor semejanza a la muestra patrón (P) es el tratamiento T9 (ácido acético + 96°).

Tabla 61. Prueba de Kruskal - Wallis para el análisis sensorial, al 95%

	Color	Aroma	Textura	Apariencia
H de Kruskal-Wallis	4.310	5.977	1.335	9.921
G1	2	2	2	2
Sig. asintótica	0.116	0.050	0.513	0.007

La tabla 61, muestra los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal – wallis para k muestras independientes; donde sobresale que sólo para la apariencia existe diferencia significativa, evidenciándose problemas en la molienda que se generaron según Gamboa (2009), por el exceso de tiempo de secado y la baja temperatura, además del efecto individual de la concentración de alcohol.

Tabla 62. Comparación entre parejas para el atributo de apariencia, al 95%

Muestra	Estadístico de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	p Sig.	Sig.ajust.
T9-T3	12.083	6.533	1.850	0.064	0.193
T9-T5	20.467	6.533	3.133	0.002	0.005
T3-T5	-8.383	6.533	-1.283	0.199	0.598

La tabla 62, presenta la comparación entre parejas para la prueba de Kruskal - Wallis, en el atributo de apariencia, reportando que la diferencia significativa se encuentra entre los tratamientos T9 y T5.

V. CONCLUSIONES

- Los factores evaluados (tipo de ácido y concentración de alcohol), mostraron influencia significativa sobre el grado de gelificación de la pectina extraída de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).
- El albedo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), presentó las siguientes características fisicoquímicas: humedad 69%, cenizas 0.40%, pH 4.32, sólidos solubles 11.84°Brix, acidez 0.70%, sólidos totales 31% e índice de madurez 16.91.
- Se extrajo pectina del albedo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), utilizando ácido clorhídrico, ácido acético, ácido cítrico y alcohol etílico de 60°, 70° y 96°; cuyos rendimientos promedios fueron: T1 = 3.4910±0.0258 %, T2 = 11.154±0.292 %, T3 = 13.287±0.614 %, T4 = 3.645±0.245 %, T5 = 8.514±1.261 %, T6 = 10.387±1.187 %, T7 = 4.006±0.592 %, T8 = 6.827±0.164 %, T9 = 7.711±0.882 %; destacándose el rendimiento del tratamiento T3 (ácido clorhídrico + 96°).
- Mediante los análisis fisicoquímicos realizados se estableció que según su grado de esterificación los mejores tratamientos fueron los tratamientos T3, T5 y T9 que presentaron grados de esterificación de 77.00%; 71.91 % y 65.89 % respectivamente.
- El mejor tratamiento para el grado de gelificación fue el T3 que presentó 167 °SAG, superando al obtenido con el tratamiento T5 que fue 156°SAG, al tratamiento T9 cuyo grado de gelificación fue 143°SAG y la comparación sensorial de los tres tratamientos T3, T5 y T9 con una pectina comercial, arrojó una diferencia significativa solo en el atributo de apariencia.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el rendimiento y las características fisicoquímicas de las pectinas extraídas con los tres tipos de ácidos ensayados, utilizando naranjas con epicarpio.
- Considerar para futuros ensayos las características fisicoquímicas de las porciones recogidas de cada vendedor ambulante, para evitar heterogeneidad en las muestras obteniendo un mejor rendimiento.
- Realizar un estudio sobre puntos críticos de control, dentro de los procesos de secado de la materia prima.
- Evaluar el rendimiento agregando el albedo con y sin secado previo.
- Considerar métodos para la recuperación del alcohol utilizado en el proceso de precipitación de las pectinas, con la finalidad de hacer más eficiente el mismo y disminuir costos.
- Realizar ensayos de extracción a partir de procesos que no involucren calentamiento.
- Evaluar otros agentes extractantes y comparar las propiedades químicas de las pectinas obtenidas.
- Evaluar otros métodos de secado de pectina, a fin de disminuir los tiempos de secado.
- Extender los ensayos para evaluar propiedades físicas de los geles de pectinas.
- Evaluar otras formulaciones que permitan determinar el grado de gelificación de pectinas de bajo metoxilo (HM).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, V y M. Ramírez.2011. *Análisis técnico y económico de la pectina, a partir de la cáscara de la naranja (Citrus sinensis)*. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial]. Facultad de Ingeniería – Programa de Ingeniería Agroindustrial: Universidad de San Buenaventura Cali.
- AENOR. 1971. Determinación de cenizas. cenizas. [http://www.colpos. mx/bancodenormas/UNE 64019.pdf](http://www.colpos.mx/bancodenormas/UNE_64019.pdf) (Accesado el 20 de Noviembre, 2018).
- Álvarez,A.2011. *Extracción y caracterización de pectinas*. [Informe de prácticas preprofesionales].Fac. de Ingeniería Agroindustrial: Universidad Nacional del Santa.
- Augusti, M.2000.*Citricultura*. España: Aedos.
- Barraza, J.2015.*Extracción y caracterización de pectina de desechos cítricos, manzana y membrillo*. [Informe de prácticas pre profesionales]. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias: Universidad Nacional de Juliaca.
- Barreto, G., A. Púa, D. De Alva y M. Pión.2017. Extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica* L.). *Temas agrarios*,22(Enero-Junio):77-84.
- Battison, L.2018.*Nueva técnica para convertir cáscara de naranja en biocombustible*. [Informe de prácticas preprofesionales].Fac. de Ingeniería Agrícola: Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Cáceres,K y M.Rivas.2004. *Comparación del poder de gelificación de la pectina comercial con pectina extraída de la cáscara de naranja variedad valencia*.

[Trabajo de Graduación para optar el grado de Licenciada en Química y Farmacia]. Facultad de Química y Farmacia: Universidad de El Salvador.

- Calderón, E y A. Matos. 2011. Fuentes para la extracción de la pectina y su aplicación en la industria. *Revista de la Industria.XpHi*: Papiros Science. <http://papiros.upeu.edu.pe/bitstream/handle/123456789/165/CIn18Articulo.pdf?sequence=1>. (accesado el 09 de Setiembre ,2018).
- Chávez, J .2010. Extracción de pectina a partir de cáscara de "naranja criolla" (*Citrus aurantium* L.) proveniente de la Provincia de Rodríguez de Mendoza: *Investigaciones Amazonenses* 3(Enero):24-26.
- Chapman, H. 2000.*Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. México: Trillas.
- Cozar, A. y L. Mucha.2011. *Elaboración y caracterización química y organoléptica de un filtrante de maca (*Lepidium peruvianum chacón*) con cáscara de naranja (*Citrus aurantium*)*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Facultad de Ciencias Aplicadas: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Devia, J. 2003. Proceso para producir pectinas cítricas. *Revista Universidad EAFIT*:29(Enero- Marzo):21-29
- Doesburg, V.1965.*Manual de los Métodos para el Análisis de Alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Durán, R. y A. Villa,2013. Evolución de los parámetros de calidad de naranja valencia producida en el municipio de Chimichagua, Cesar – Colombia. *Temas Agrarios* 18 (Enero -Junio):66-74.

- Espinosa, J. 2007. *Evaluación sensorial de los Alimentos*. La Habana: Universitaria.
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 2008. *Pectinas*. México: USP
- Ferreira, S., A. Peralta y G. Rodríguez.1995. Obtención y caracterización de pectina a partir de desechos industriales del mango (cáscara). *Revista Colombiana de Ciencias Químico – Farmacéuticas*,24: 29 – 34.
- Gamboa, M. 2009. *Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (Mangifera indica L.) de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas*. [Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum en Ciencias de los Alimentos]. Núcleo de Postgrado en ciencias e Ingeniería de los Alimentos: Universidad de Oriente.
- García, E.2000. *Extracción de pectina a partir de desechos industriales del membrillo (Cydonia oblonga)*. [Tesis profesional para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gómez, B., M. Monroy, M. Palacios, M. Trejo, Valdez y E. Zavala.2001. *Obtención de pectina a partir de cáscara de limón deshidratada*. [Informe Final de CBS]. Facultad de Ingeniería de los alimentos: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- Guerrero, G., D. Suárez y D. Orozco.2017. Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao.

Revistas Agrarias ,22: 85 - 90.

- Grünauer, Cecilia. 2009. Influencia del secado sobre la captación de agua de pectina extraída a partir del *Citrus x Aurantifolia Swingle*. *Revista Variedades*. VariedadXpHi:CbiEspol.http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-39371.pdf. (accesado el 10 de Febrero ,2018).
- Higuera, M.2017. *Aprovechamiento de la cáscara de gulupa como fuente de pectina para la industria alimentaria*. [Trabajo de Grado para optar el título de ingeniero de alimentos]. Facultad de Ingeniería - Programa de Ingeniería de Alimentos: Universidad de la Salle.
- INDECOPI. 2014. PECTINAS. NTP.209.710. Lima – Perú: INDECOPI
- Kimball, A. 1999.*Procesado de cítricos*. Zaragoza: Acribia.
- León, D y J. Riveros C. 2014. *Extracción y caracterización química de las pectinas de las cáscaras del maracuyá amarillo (passiflora edulis, var flavicarpa degener), granadilla (passiflora ligularis juss) y tumbo serrano (passiflora mollísima h.b.k. bailey)*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico]. Facultad de Ingeniería Química: Universidad Nacional del Callao.
- López, M.2013. *Extracción de pectina de cocona (solanum sessiliflorum dunal) por acidulantes y su caracterización fisicoquímica*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Facultad de Ciencias Aplicadas: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Maldonado, Y., S.Salazar,C.Millones,E.Torres y E.Vásquez.2010. Extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de maushan

(*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo) provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas. *Revista Aporte Santiaguino*,3: 177- 184.

- Mendoza, L., Jiménez y M. Ramírez.2017. Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*theobroma cacao* l.). *Rev.U.D.C.A.Act. & Div.Cient*,20(Enero - Junio):131 – 138.
- Meyer .M y H. Palthinierie. 1990.*Elaboración de frutas y hortalizas*. México: Trillas.
- Navarro,G.2001.*Sustancias Pécicas: Química y Aplicaciones*.Madrid: Hijos de E.Minuesa.
- NORMEX, 1977. Determinación de humedad y cenizas. Normas mexicanas. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-289-1977.pdf> (Accesado el 22 de Noviembre, 2018).
- NORMEX, 1979. Determinación de alcalinidad de cenizas. Normas mexicanas. [http:// www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-325-S-1979.pdf](http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-325-S-1979.pdf) (Accesado el 27 de Noviembre, 2018).
- NORMEX. 1982. Determinación de acidez titulable. <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-011-1982.pdf> (Accesado el 20 de Noviembre, 2018).
- Owens, V.1952.*Métodos oficiales de Análisis de los alimentos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Pagán, J.2000. Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo de melocotón. *Revista FOOD – Engineering –Food*.

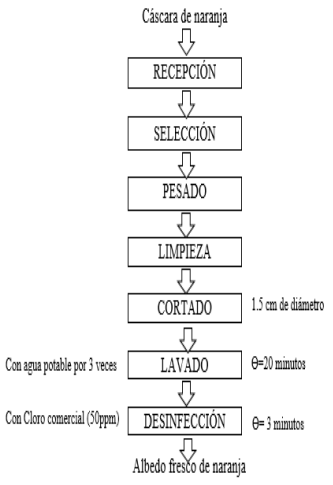
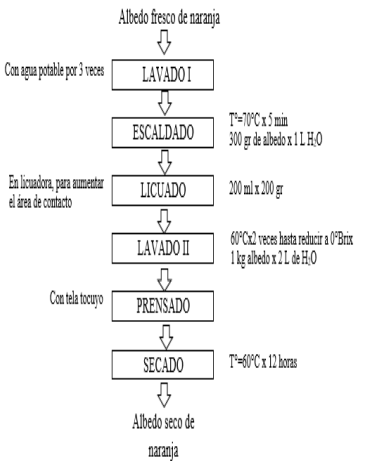
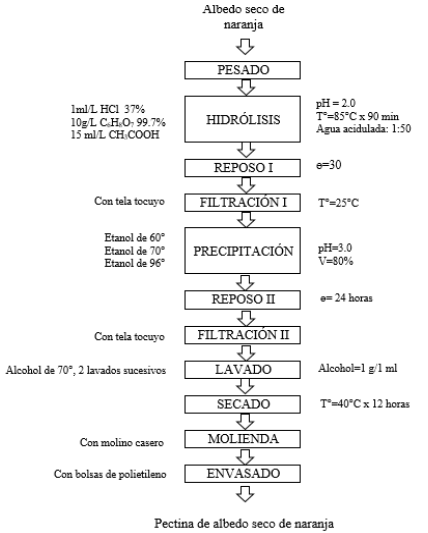
AGROALIM:EngineeringFood.<http://197.14.51.10:81/pmb/AGROALIMENTAIRE/Engineering%20Properties%20of%20Foods.pdf> (Accesado el 24 de Noviembre, 2018).

- Pearson, D.1976. *Técnicas de laboratorio para el análisis de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Rivadeneira, M. 2009. Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia. *Revista Agrociencia. Ecuador: País Agrario y Exportador de Materias Primas*. ScienceAgro.<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10047/1/Extracci%C3%B3n%20de%20pectina%20l%C3%ADquida%20a%20partir%20de%20c%C3%A1scaras%20de%20Maracuya.pdf>. (accesado el 11 de Octubre, 2018).
- Rodríguez, K y A. Román .2004. *Extracción y evaluación de pectina a partir de la cáscara de naranja de las variedades Citrus sinensis y citrus paradisi y propuesta de diseño de planta piloto para su producción*. [Trabajo de Graduación para optar el grado de Licenciada en Química y Farmacia]. Facultad de Química y Farmacia: Universidad de El Salvador.
- Soto, E.2009.*Estudio de la Remoción de Cu(II)en medio acuoso utilizando el albedo de la cáscara de naranja*. [Tesis para la obtención del título de Licenciado en Química]. Facultad de Ciencias: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Suarez, D., E. González, Y. Reséndiz y D. Sánchez.2013. La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados. *Revistas y*

boletines Científicos de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, 24: 156-201.

- Yúfera, P. 1979. *Química Agrícola III*. Lima: Alhambra S.A.
- Zegada, Vanesa. 2015. Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis acida asistida por microondas (HMO). *Revista de Investigación & Desarrollo (CIPI)*. <http://issn1814-6333.unpribo.edu.bo/16577.pdf> (Accesado el 11 de Agosto, 2018).

b. Etapas de la investigación

Etapa I Recolección y pre- tratamiento de la materia prima.			Etapa II Extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), utilizando el método de hidrólisis ácida.	
<p>a. Obtención del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)</p>	<p>b. Evaluación del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante análisis Físicoquímico.</p>	<p>c. Obtención de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)</p>	<p>a. Pruebas preliminares</p>	<p>b. Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).</p>
 <p>Se calculó el rendimiento de las partes de la cáscara de naranja.</p>	<p>Se realizaron pruebas preliminares de la caracterización fisicoquímica del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) y se comparó con los resultados obtenidos por Colecbi SAC en lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinación del rendimiento del albedo fresco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) • Determinación de humedad • Determinación de cenizas • Determinación de pH • Determinación de Sólidos solubles • Determinación de la Acidez titulable • Determinación de Sólidos totales • Determinación del Índice de madurez 	 <p>Se calculó el rendimiento y humedad del albedo seco de naranja</p>	<p>a. Hidrólisis ácida a diferentes pH y tiempos de extracción</p> <p>b. Hidrólisis a diferentes proporciones de albedo seco/ agua acidulada</p> <p>c. Porcentaje de etanol respecto a la solución péctica</p> <p>d. Tiempo de precipitación de la pectina</p> <p>e. Secado de la pectina a diferentes temperaturas</p>	 <p>Pectina de albedo seco de naranja</p>

c. Continuación de las etapas de la investigación

<p style="text-align: center;">Etapla III Evaluación de los tratamientos de estudio.</p>	<p style="text-align: center;">Etapla IV Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) con la pectina comercial.</p>
<p>Para la obtención de los tratamientos de estudio se utilizó un diseño factorial 3^2 donde:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD Root[Pectina del albedo de naranja] --- A1[A1] Root --- A2[A2] Root --- A3[A3] A1 --- B1_1[B1] A1 --- B2_1[B2] A1 --- B3_1[B3] A2 --- B1_2[B1] A2 --- B2_2[B2] A2 --- B3_2[B3] A3 --- B1_3[B1] A3 --- B2_3[B2] A3 --- B3_3[B3] </pre> </div> <p>A₁, A₂, A₃= ácido clorhídrico (HCl), ácido cítrico (C₆H₈O₇) y ácido acético (CH₃COOH)</p> <p>B₁, B₂, B₃ = 60°, 70°, 96° (las concentraciones de alcohol)</p> <p>3.1. Análisis fisicoquímico de la pectina de albedo seco de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Humedad b. Cenizas c. Alcalinidad de cenizas d. Peso equivalente e. Contenido de Metoxilo f. Contenido de ácido galacturónico. g. Grado de esterificación <p>3.2. Selección de los mejores tratamientos y determinación del grado de gelificación.</p> <p>En base a los resultados obtenidos, se optó por trabajar con las pectinas que alcanzaron un elevado grado de esterificación (mayores al 50%), debido a que son pectinas de alto metoxilo (HM) y presentan mejores características de gelificación, medibles con el sistema °SAG.</p> <p>a. Ensayos de Identificación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prueba del alcohol • Prueba con Hidróxido de Sodio 2 N • Prueba con ácido clorhídrico 37% • Prueba con agua caliente <p>b. Grado de gelificación</p> <p>Se realizó la prueba de gelificación, preparando muestras de pectina de albedo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a condiciones señaladas en la metodología.</p>	<p>Los mejores tratamientos del estudio fueron evaluados sensorialmente de manera comparativa con una pectina comercial (muestra patrón) por un panel semi entrenado, utilizando el Test de comparación de características.</p>

Anexo 02. Imágenes del proceso de obtención del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)

Sector Independencia – Centenario - Barrio de Shancayán	LEYENDA					
	Juguería	Kg/ semana	Fuente de soda	Kg/ semana	Ambulante	Kg/ semana
	▲ Doña María	7	■ Camucha	7.5	● Sra. Yolanda Sánchez	7
	▲ Frutilocuras	7	■ Antojitos	6.5	● Sra. Julia Flores	7
	▲ Juguería- Cafetería	7.5	■ Antojitos Dulces	7	● Sra. Luisa Cochachin	6
	▲ El sol	6	■ Jacky	8	● Sra. Santa Méndez	10
	▲ 8 Sabores	10	■ Frutifrutita	15	● Sra. Zenaida Rosales	15
	▲ Noche	15			● Sra. Juana Aguedo	10
	▲ Chilico	6.5			● Sra. Carlos Minaya	9
	▲ Fresitas	7			● Sra. Norma Alvarado	9
	▲ Mary	8.5			● Sra. María Santos	8
	▲ Dany	8			● Sra. Julia León	8
	▲ Milagros	7			● Sra. Zenobia Obregón	9
	▲ Marañón	8			● Sra. Margarita Gómez	8
	▲ El buen sabor	7			● Sra. Celia Chiroque	7
	▲ Romero	6			● Sra. Sabina Castro	15
▲ Ana cristina	7.5					
▲ Patty	8					
▲ Raulito	9					
▲ Chipy's	8					
▲ Fresh	9					
▲ Chinito	15					
▲ Margarita	6					
Sector centro – mercado central virgen de Fátima						
						

Anexo 02 – Imagen 1. Localización de establecimientos de venta de jugo de naranja (*Citrus sinensis*)



Anexo 02-Imagen 2. Entrevista a los comerciantes

Anexo 02- Imagen 3. Recolección



Anexo 02-Imagen 4. Recepción Anexo 02- Imagen 5. Selección Anexo 02- Imagen 6. Pesado



Anexo 02-Imagen 7. Limpieza

Anexo 02 – Imagen 8. Cortado del albedo de naranja



Anexo 02- Imagen 9. Lavado

Anexo 02- Imagen 10. Desinfección

Anexo 03. Evaluación del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*).



Anexo 03-Imagen 1. Humedad

Anexo 03-Imagen 2. Cenizas

Anexo 03-Imagen 3. pH



Anexo 03-Imagen 4. S. Solubles

Anexo 03-Imagen 5. Acidez

Anexo 03-Imagen 6.S. Totales

Anexo 03- Imagen 7. Informe de análisis fisicoquímico del albedo fresco de naranja (*Citrus sinensis*)



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N°20170306-001

SOLICITADO POR
DIRECCIÓN

PRODUCTO DECLARADO
Abajo Indicado

CANTIDAD DE MUESTRA
1 muestra x 600 g

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA
: Taper de Tecnopor

FECHA DE RECEPCIÓN
2017-03-06

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO
2017-03-06

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO
2017-03-08

CONDICIÓN DE LA MUESTRA
En buen estado

ENSAYOS REALIZADOS EN CÓDIGO COLECBI
Laboratorio Físico Químico, SS 170306-1

SANTILLAN BAILON MIRIAM MAGALY
Urb. Nicolás de Garatea N°4353 – Nuevo Chimbote

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA ALBEDO DE NARANJA
Humedad (%)	69,0
Cenizas (%)	0,40
PH a 20°C	4,32
Solidos Solubles	11,84
Acidez Titulable (%)	0,70
Solidos Totales	31,0

METODOLOGÍA EMPLEADA
Humedad: NMX-F-269-1977
PH: Polpotométrico
Solidos Solubles: Refractométrico
Acidez titulable: NMX-FF-011-1982
Solidos totales: Métodos de la estufa; Secado a 103°C x 1h

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 09 del 2017.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 375
COLECBI S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / mediambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Anexo 04. Imágenes del proceso de obtención del albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*)

Anexo 04-Imagen 1. Lavado

Anexo 04-Imagen 2. Escaldado



Anexo 04-Imagen 3. Licuado

Anexo 04-Imagen 4. Lavado

Anexo 04-Imagen 5. Prensado



Anexo 04-Imagen 6. Secado del albedo de naranja

Anexo 05. Informe de análisis fisicoquímico del albedo seco de naranja (Citrus sinensis)



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N°20170316-001

SOLICITADO POR: SANTILLAN BAILON MIRIAM MAGALY
DIRECCIÓN: Urb. Nicolás de Garatea N°4353 – Nuevo Chimbole
PRODUCTO DECLARADO: Abajo Indicado
CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra x 100 g
PRESENTACION DE LA MUESTRA: Taper de Tecnopor
FECHA DE RECEPCIÓN: 2017-03-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2017-03-16
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 2017-03-17
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio Físico Químico
CÓDIGO COLECBI: SS 170316-1

RESULTADOS

ENSAYO	MUESTRA
	ALBEDO DE NARANJA DESHIDRATADO
Humedad (%)	3,35

METODOLOGÍA EMPLEADA

Humedad: NMX-F-289-1977

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbole, Marzo 17 del 2017.

GVR/jms

A Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 376
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbole - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM - # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

Anexo 06. Imágenes de las pruebas preliminares



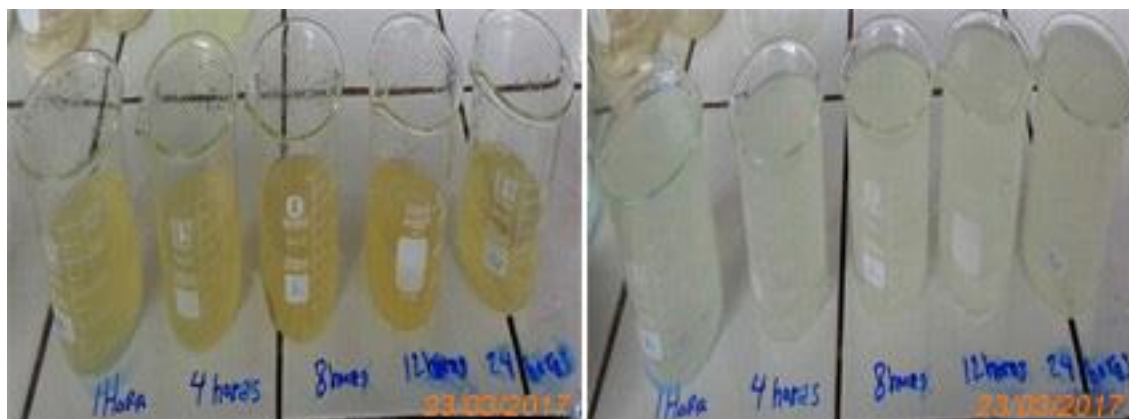
Anexo 06-Imagen 1. Hidrólisis con diferentes pH y tiempos de extracción



Anexo 06-Imagen 2. Hidrólisis con diferentes proporciones de albedo seco/agua acidulada



Anexo 06-Imagen 3. Porcentaje de etanol respecto a la solución péctica



Anexo 06-Imagen 4. Tiempo de precipitación



Anexo 06-Imagen 5. Secado de la pectina a diferentes temperaturas

Anexo 07. Imágenes del proceso tecnológico para la extracción de pectina de albedo seco de naranja (*Citrus sinensis*).



Anexo 07-Imagen 1. Pesado de albedo seco de naranja



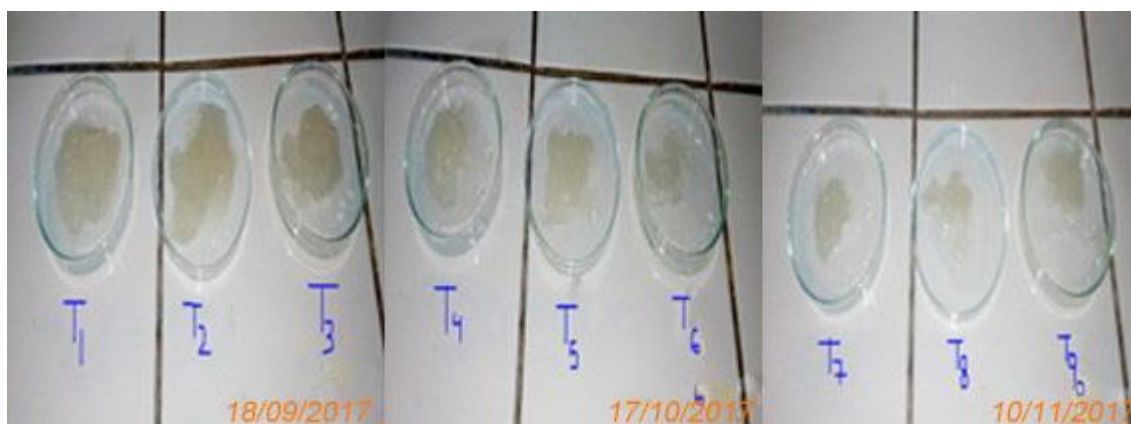
Anexo 07-Imagen 2. Hidrólisis del albedo seco de naranja



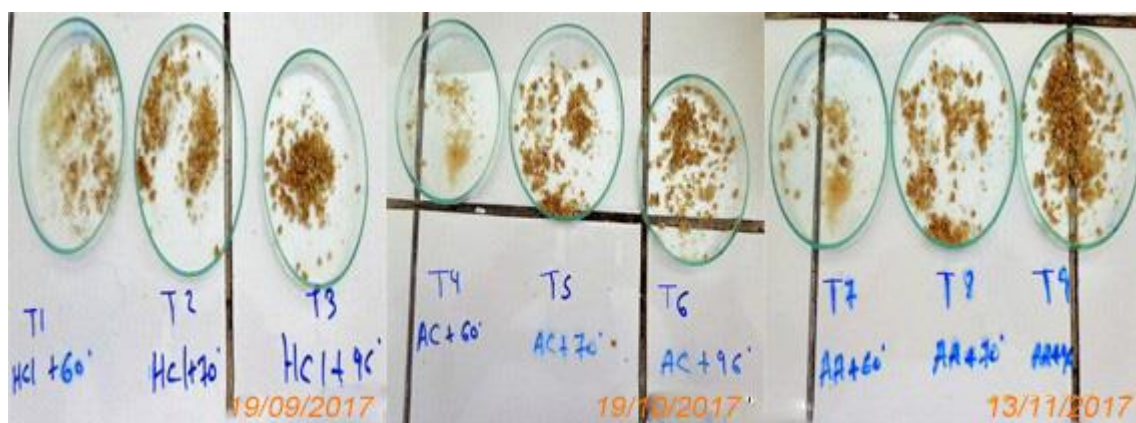
Anexo 07-Imagen 3. Reposo y filtración de la solución péctica



Anexo 07-Imagen 4. Precipitado y reposo de la pectina del albedo seco de naranja



Anexo 07-Imagen 5. Filtración y lavado de la solución sobrenadante



Anexo 07-Imagen 6. Secado de la pectina del albedo seco de naranja



Anexo 07-Imagen 7. Molienda y envasado de la pectina del albedo seco de naranja

Anexo 08. Proceso tecnológico para la extracción de pectina del albedo seco de naranja, por repetición.

a. Datos experimentales – primera repetición

Etapas	Datos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Agua acidulada (ml)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	80.4	115.9	57.9	73.9	57.9	123.5	79.1	115.9	57.9
	Solución péctica(ml)	2436.8	2156.4	1943.6	1589.4	2367.9	2167.3	2034.8	2156.4	1943.6
Precipitación	Alcohol (ml)	1949.44	1725.12	1554.88	1271.52	1894.32	1733.84	1627.84	1725.12	1554.88
Filtración II	Peso de gel(g)	28.3	286.0	342.7	32.6	251.5	303.95	69.8	171.3	187.08
	Alcohol filtrado(ml)	4157.2	3817.5	3897.4	2732.8	3965.3	3268.1	3167.6	3008.3	2998.9
Lavado I	Alcohol(ml)	28	286	343	13	252	304	70	171	187
	Peso de gel(g)	21.4	177.5	219	28.2	102.5	138	40.7	107.1	87.6
	Alcohol filtrado(ml)	30	280	322	14	253	312	65	170	188
Lavado II	Alcohol(ml)	10	178	219	8	102	138	41	107	88
	Peso de gel(g)	19.3	122.5	197	18.0	94	128	19.8	73.5	78.8
	Alcohol filtrado(ml)	9	175	200	7	100	135	40	108	90
Secado	Temperatura de secado(°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	3.4652	11.0509	12.7548	3.4048	7.6573	9.3541	4.4950	6.6519	6.9168
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	3.4652	11.0509	12.7548	3.4048	7.6573	9.3541	4.4950	6.6519	6.9168

b. Datos experimentales – segunda repetición

Etapas	Datos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Agua acidulada (ml)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	90.4	54.4	54.8	87	55.9	87	79.1	54.4	54.8
	Solución péctica(ml)	2355.9	2406.1	2542.1	2489.4	2367.8	2489.4	2034.8	2406.1	2542.1
Precipitación	Alcohol (ml)	1884.72	1924.88	2033.68	1991.52	1894.24	1991.52	1627.84	1924.88	2033.68
Filtración II	Peso de gel(g)	66.1	556.0	475.0	104.7	760	837.6	42.74	333.6	285
	Alcohol filtrado(ml)	4140.62	4230.98	4046.76	4248.3	3787.4	4248.3	3643.64	4230.98	4046.76
Lavado I	Alcohol(ml)	66	556	475	105	760	838	13	334	285
	Peso de gel(g)	28.8	186.5	224.0	22.7	188.8	181.6	33.7	111.9	134.4
	Alcohol filtrado(ml)	67	560	400	100	770	840	12	330	280
Lavado II	Alcohol(ml)	9	187	224	23	189	182	4	112	134
	Peso de gel(g)	17.7	115	195.5	18.6	159.2	148.8	19.3	69	117.3
	Alcohol filtrado(ml)	10	190	220	20	180	184	3	110	135
Secado	Temperatura de secado (°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	3.5167	11.4836	13.1482	3.8949	9.9623	10.1219	4.1747	6.8523	8.6601
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	3.5167	11.4836	13.1482	3.8949	9.9623	10.1219	4.1747	6.8523	8.6601

c. Datos experimentales – tercera repetición

Etapas	Datos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Agua acidulada (ml)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	98.2	92	99.9	117.4	88.6	34.7	103.1	92	39.9
	Solución péctica(ml)	2736.1	2726.7	2668.6	2945.3	2789.2	2358.3	2659.8	2726.7	2668.6
Precipitación	Alcohol (ml)	2188.8	1380.096	2134.64	2356.24	2231.2	1886.64	2127.84	1380.096	2134.64
Filtración II	Peso de gel(g)	54.1	838.2	946.7	116.8	692.4	890.4	29.05	419.1	534.3
	Alcohol filtrado(ml)	4167.3	3967.3	4181.2	4627.3	4836.3	3967.1	4163.8	3967.3	4181.2
Lavado I	Alcohol(ml)	54	838	947	117	692	890	39	419	534
	Peso de gel(g)	21.4	205.2	197.4	37.6	150	207.9	25.1	102.6	84.6
	Alcohol filtrado(ml)	55	830	945	116	690	888	18	420	533
Lavado II	Alcohol(ml)	10	205	197	38	150	208	5	103	85
	Peso de gel(g)	16.5	141	153.3	18.3	58.2	161.7	15.9	70.5	65.7
	Alcohol filtrado(ml)	11	200	196	39	151	206	4.9	102.6	84.7
Secado	Temperatura de secado (°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	3.4912	10.9276	13.9587	3.6364	7.9232	11.6843	3.3476	6.9774	7.5549
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	3.4912	10.9276	13.9587	3.6364	7.9232	11.6843	3.3476	6.9774	7.5549

d. Datos experimentales – cuarta repetición

Etapas	Datos	T1	T2*	T3*	T4	T5	T6*	T7*	T8*	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	100	--	--	100	100	--	--	--	100
	Agua acidulada (ml)	5000	--	--	5000	5000	--	--	--	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	97.2	--	--	115.8	89.43	--	--	--	37.34
	Solución péctica(ml)	2932.56	--	--	2994.8	2534.5	--	--	--	2734.6
Precipitación	Alcohol (ml)	2346.05	--	--	2395.84	2027.6	--	--	--	2187.68
Filtración II	Peso de gel(g)	55.9	--	--	117.3	683.8	--	--	--	540
	Alcohol filtrado(ml)	4247.89	--	--	4583.5	4467.6	--	--	--	4767.5
Lavado I	Alcohol(ml)	59	--	--	119	690	--	--	--	536
	Peso de gel(g)	23.7	--	--	38.4	148	--	--	--	86.1
	Alcohol filtrado(ml)	56	--	--	117	687	--	--	--	531
Lavado II	Alcohol(ml)	12	--	--	41	146	--	--	--	89
	Peso de gel(g)	19	--	--	19.9	56.4	--	--	--	67
	Alcohol filtrado(ml)	10	--	--	40	145	--	--	--	86
Secado	Temperatura de secado (°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	3.5048	--	--	3.6468	7.9085	--	--	--	7.5660
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	3.5048	--	--	3.6468	7.9085	--	--	--	7.5660

Nota: Los tratamientos con (*) ya no se realizaron, pues ya se tenía suficiente cantidad de muestra

e. Datos experimentales – quinta repetición

Etapas	Datos	T1*	T2*	T3*	T4*	T5	T6*	T7*	T8*	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	--	--	--	--	100	--	--	--	100
	Agua acidulada (ml)	--	--	--	--	5000	--	--	--	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	--	--	--	--	54.6	--	--	--	60
	Solución péctica(ml)	--	--	--	--	2585.9	--	--	--	2346.74
Precipitación	Alcohol (ml)	--	--	--	--	2068.72	--	--	--	1877.39
Filtración II	Peso de gel(g)	--	--	--	--	810	--	--	--	270
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	3684.6	--	--	--	4147.90
Lavado I	Alcohol(ml)	--	--	--	--	811	--	--	--	279
	Peso de gel(g)	--	--	--	--	190	--	--	--	130
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	800	--	--	--	257
Lavado II	Alcohol(ml)	--	--	--	--	190	--	--	--	122
	Peso de gel(g)	--	--	--	--	160	--	--	--	115
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	187	--	--	--	119
Secado	Temperatura de secado (°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	--	--	--	--	9.9773	--	--	--	8.6481
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	--	--	--	--	9.9773	--	--	--	8.6481

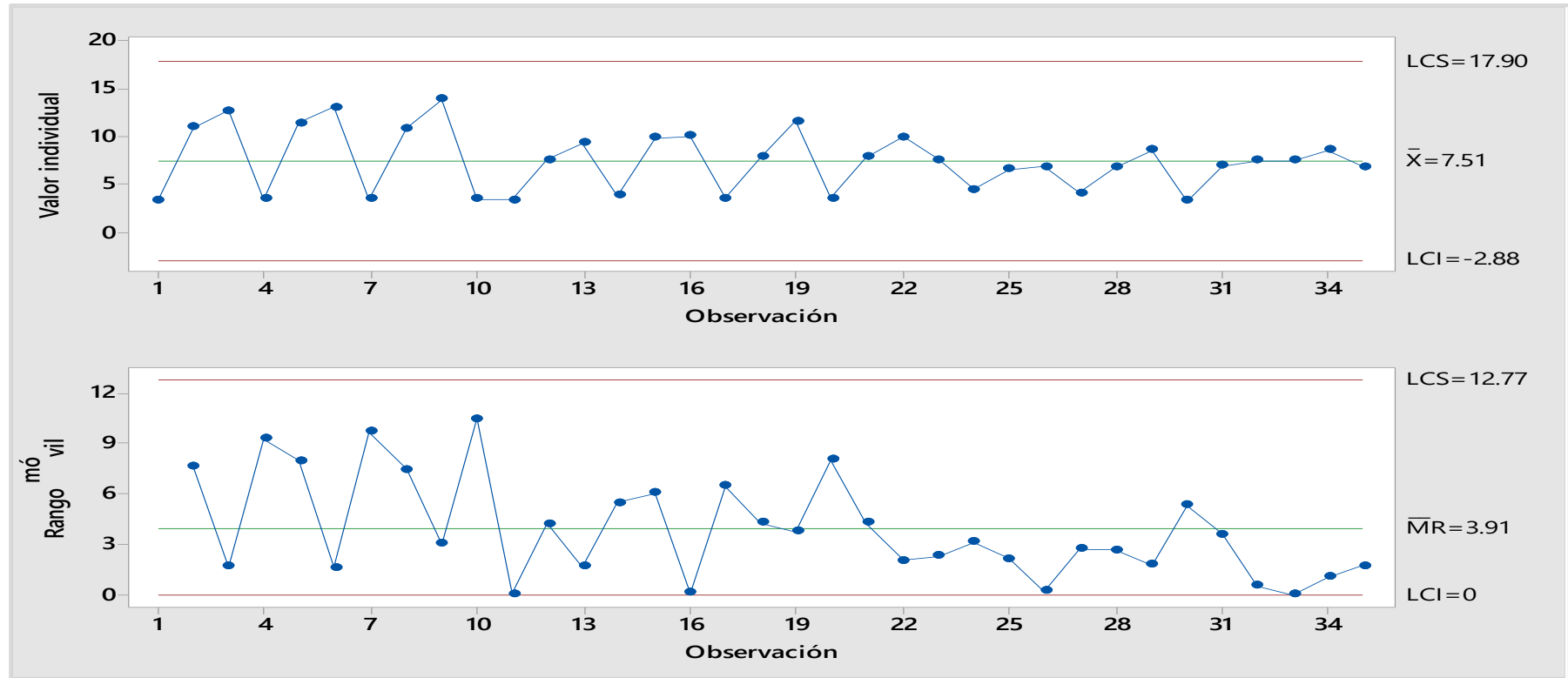
Nota: Los tratamientos con (*) ya no se realizaron, pues ya se tenía suficiente cantidad de muestra

f. Datos experimentales – sexta repetición

Etapas	Datos	T1*	T2*	T3*	T4*	T5	T6*	T7*	T8*	T9
Hidrólisis	Peso Inicial(g)	--	--	--	--	100	--	--	--	100
	Agua acidulada (ml)	--	--	--	--	5000	--	--	--	5000
Filtración I	Peso de bagazo(g)	--	--	--	--	58.7	--	--	--	55.7
	Solución péctica(ml)	--	--	--	--	2751.5	--	--	--	2126.5
Precipitación	Alcohol (ml)	--	--	--	--	2201.2.	--	--	--	1701.2
Filtración II	Peso de gel(g)	--	--	--	--	249.7	--	--	--	190.01
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	3990.8	--	--	--	2999.5
Lavado I	Alcohol(ml)	--	--	--	--	247	--	--	--	189
	Peso de gel(g)	--	--	--	--	101	--	--	--	90
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	245	--	--	--	185
Lavado II	Alcohol(ml)	--	--	--	--	100	--	--	--	90
	Peso de gel(g)	--	--	--	--	90	--	--	--	80
	Alcohol filtrado(ml)	--	--	--	--	98	--	--	--	83
Secado	Temperatura de secado (°C)	40								
Molienda	Peso de pectina molida(g)	--	--	--	--	7.6571	--	--	--	6.9177
Rendimiento	Pectina/peso inicial(%)	--	--	--	--	7.6571	--	--	--	6.9177

Nota: Los tratamientos con (*) ya no se realizaron, pues ya se tenía suficiente cantidad de muestra

Anexo 09. Gráficas de control para el rendimiento de todos los tratamientos.



Anexo 10. Procedimientos de laboratorio para el índice de madurez, ácido galacturónico y el grado de esterificación de las pectinas.

A. Índice de madurez

Yúfera (1979), sostiene que el índice de madurez se halla mediante la relación de sólidos solubles/ acidez titulable:

$$I.M = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{Acidez Titulable}}$$

B. Ácido galacturónico

Owens (1952), establece que el ácido galacturónico se calcula haciendo uso del peso equivalente, contenido en metóxilo y los datos de la alcalinidad de las cenizas, mediante la siguiente fórmula:

$$\%AG = 176 \times \left[\frac{\text{me.alcali peso eq.} + \text{me.álcali saponificación} + \text{me.cenizas titulables}}{\text{peso muestra (mg)}} \right] \times 100$$

me = mili equivalentes

C. Grado de esterificación

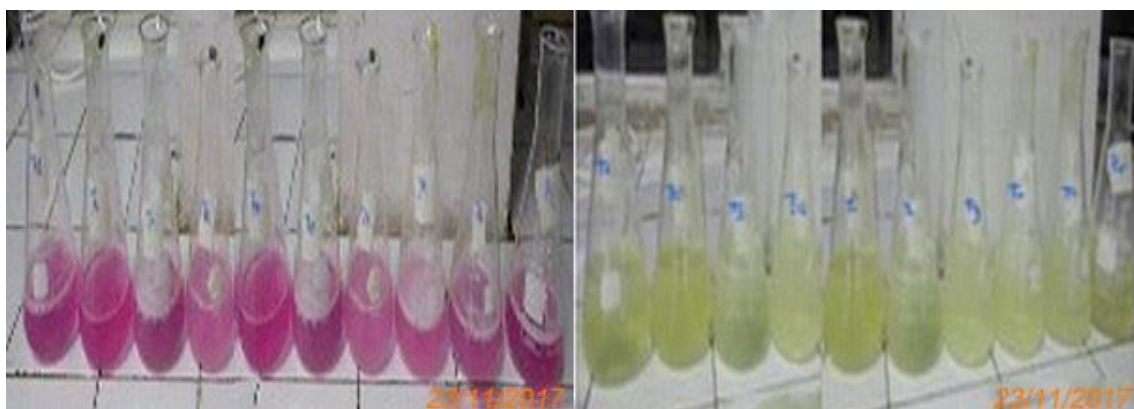
Doesburg (1965), sostiene que el grado de esterificación depende del ácido galacturónico (AG) y metóxilo y se calcula a través de la fórmula:

$$GE = \frac{(\% \text{ metóxilo}) \times 176 \times 100}{(\%AG) \times 31}$$

Anexo 11. Imágenes de los análisis fisicoquímicos de la pectina del albedo seco de naranja y pectina cítrica comercial.

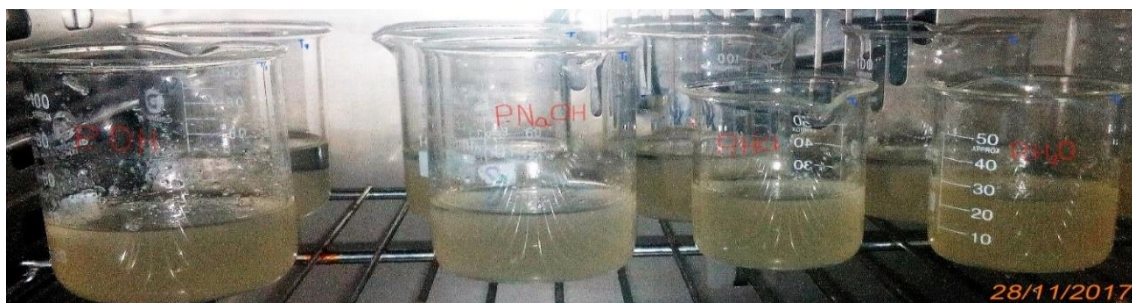


Anexo 11-Imagen 1. Peso equivalente de la pectina del albedo seco de naranja.



Anexo 11-Imagen 2. Contenido de metoxilo de la pectina del albedo seco de naranja

Anexo 12. Imágenes de la determinación del grado de gelificación



Anexo 12-Imagen 1. Ensayos de identificación de la pectina del albedo seco de naranja



Anexo 12-Imagen 2. Gelificación de la pectina del albedo seco de naranja

Anexo 13. Comparación sensorial de la pectina del albedo seco de naranja con la pectina comercial



Anexo 14. Informe de análisis fisicoquímico del mejor tratamiento obtenido



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N°20170922-003

SOLICITADO POR: SANTILLAN BAILON MIRIAM MAGALY
DIRECCION: Urb. Nicolás de Garatea N°4353 – Nuevo Chimbote
PRODUCTO DECLARADO: Ajabo Indicado
CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra x 10 g
PRESENTACION DE LA MUESTRA: Bolsas de polietileno
FECHA DE RECEPCION: 2017-09-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2017-09-22
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 2017-09-25
CONDICION DE LA MUESTRA: En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio Físico Químico
CÓDIGO COLECBI: SS 170922-3

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	PECTINA DEL ALBEDO DE NARANJA
Humedad (%)	9,15
Cenizas (%)	1,55
Alcalinidad de Cenizas (%)	1,69

METODOLOGIA EMPLEADA
 Humedad: NMX-F-239-1977
 Cenizas: UNE 64019 1971
 Alcalinidad de Cenizas: NMX-F-325-S-1979

- NOTA:**
- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
 - Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
 - Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Setiembre 26 del 2017.

GVR/jms

A Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 365
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa # Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Anexo 15. Ficha de análisis sensorial comparativo entre la pectina del albedo seco de naranja y la pectina comercial.

Código del juez: Fecha: Producto:

Observe la muestra de referencia o patrón(P), tantas veces como sea necesario y determine el grado de similitud que existe entre ésta y las muestras codificadas.

Califique usted, el Color, Aroma, Textura y Apariencia de las muestras, según la diferencia que Ud. aprecia, de acuerdo a la siguiente escala.

Grado de similitud	Escala
Ninguna	5
Ligera	4
Moderada	3
Mucha	2
Extrema	1

Debe comparar cada muestra por separado con el patrón (P) y no las muestras entre sí.

Muestras	Color	Aroma	Textura	Apariencia
429				
135				
607				

Observaciones:

.....

.....

Anexo 16. Resultados para el análisis sensorial comparativo entre la pectina del albedo seco de naranja y la pectina comercial

Muestra	Característica	Panelistas																														Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
429	Color	3	3	2	3	3	2	3	2	1	1	1	2	3	4	5	2	4	5	4	2	4	1	5	2	5	4	5	1	2	2	2.87
	Aroma	2	2	3	2	1	3	2	3	2	3	3	1	1	3	2	4	3	2	3	2	2	2	4	4	5	4	4	4	3	3	2.73
	Textura	1	2	1	3	3	1	4	2	4	3	3	1	3	3	4	4	4	1	2	5	3	1	3	1	4	2	3	4	1	1	2.57
	Apariencia	3	3	2	2	3	1	3	2	3	2	4	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	5	4	3	1	3	5	5	2	2.77
135	Color	1	1	1	2	3	2	1	2	2	4	3	1	1	2	1	5	4	3	3	4	5	4	5	4	2	3	2	3	3	2	2.63
	Aroma	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	3	3	4	1	1	2	2	4	3	3	4	2	1	4	3	4	1	1	3	2.17
	Textura	2	3	4	3	3	3	3	3	5	4	3	1	2	1	4	2	4	1	2	2	5	4	3	2	1	4	5	1	3	2	2.83
	Apariencia	3	3	3	4	4	4	5	3	4	3	5	3	4	2	5	1	3	2	4	1	3	5	2	1	4	3	2	1	5	3	3.17
607	Color	2	3	3	5	3	2	3	4	5	4	2	3	2	3	3	3	3	2	2	5	4	3	3	3	5	5	3	3	3	4	3.27
	Aroma	3	3	3	4	3	4	4	3	3	2	1	1	3	2	2	2	3	5	4	3	2	1	4	4	5	1	5	3	2	1	2.87
	Textura	3	3	2	1	2	3	2	1	1	2	2	1	1	3	4	3	2	3	5	4	2	2	2	5	2	5	1	2	2	4	2.50
	Apariencia	2	1	3	3	3	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	3	1	2	1	4	3	1	5	2	2	2	2	4	5	2.23

Anexo 17. Ficha técnica de la pectina cítrica comercial.



José Manuel Percyra 598 Urb. Panamericana Norte Los
Olivos
Fijo 3866535 Móvil 988452606-988452598

FICHA TECNICA PECTIN 150

Hidrocoloide a base de Gomas y agentes gelificantes

ESTADO LEGAL

La pureza de los componentes se ajusta a las directivas de la CEE, FAO/WHO y FDA de los EE.UU.

CARACTERÍSTICAS

Apariencia : Blanco cremoso,
Polvo fino.

Olor : neutro
Organoléptico

Sabor : neutro
Organoléptico

Humedad : máx. 10%
A 105°C hasta un peso constante
MQM 6.1

pH : 5 – 8
1.5% w/w at 60°C
MQM 1.1

Granulometría : Pasante 100 mesh 85% min
Prueba estándar de Tamiz.

Viscosidad : **Mínima 2500 (CPS)**

Metales pesados

Arsénico : 1 ppm máx.
Plomo : 1 ppm máx.

Recuentos de Aerobios mesofilos: 5,000 ufc/g máx.



José Manuel Pereyra 598 Urb. Panamericana Norte Los
Olivos
Fijo 3866535 Móvil 988452606-988452598

Mohos	: 400 ufc/g máx.
Levaduras	: 200 ufc/g máx.
Salmonella	: Ausencia en 25 g
Escherichia coli	: Negativo en 5 g.

*PECTIN 150 actúa como estabilizante utilizado
En gomas y mermeladas.*

USOS : confituras, mermeladas ,postres, helados,salsas mayonesas y productos horneados.
Incorporar PECTIN 150 de preferencia Hidratando

DOSIS: Mínimo 0.26 %

PRESENTACION

Bolsas plasticas de 1kg

Bolsas de papel con revestimiento de polietileno de 25 Kg.

CADUCIDAD Y ALMACENAMIENTO

2 años en ambientes frescos y secos y con envase original.

Anexo 18. Informe de análisis fisicoquímico de la pectina cítrica comercial.

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N°20180305-001

SOLICITADO POR: Santillan Bailon Miriam Magaly
DIRECCIÓN: Urb. Nicolás de Garatea N°4353 – Nuevo Chimbote
PRODUCTO DECLARADO: Ajabo Indicado
CANTIDAD DE MUESTRA: 01 muestra x 10 g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Bolsas de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018-03-05
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2018-03-05
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 2018-03-07
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado
ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio Físico Químico
CÓDIGO COLECBI: SS 180303-1

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	PECTINA CITRICA COMERCIAL
Humedad (%)	9,26
Cenizas (%)	1,79
Alcalinidad de Cenizas (%)	1,74

METODOLOGÍA EMPLEADA

Humedad: NMX-F-289-1977
 Cenizas: UNE 64019 1971
 Alcalinidad de Cenizas: NMX-F-325-S-1979

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 08 del 2018.

GV/Rjms

Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 376
COLECBI S.A.C.

LC-MPHRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 802995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

HOJA DE VIDA

1. DATOS PERSONALES:

Nombres : Miriam Magaly
 Apellidos : SANTILLAN BAILÓN
 Fecha de Nacimiento : 23 de febrero de 1988
 Lugar de Nacimiento : Carhuaz- Ancash
 Estado civil : Soltera
 DNI : 44372789
 RUC : 10443727898
 Domicilio actual : Jr. El Pinal S/N – Shancayan
 Teléfono : 985550060
 e-mail : msantillanbailon@gmail.com



2. FORMACIÓN ACADÉMICA:

1993- 1998 : EDUCACIÓN PRIMARIA
 COLEGIO NACIONAL MARÍA AUXILIADORA
 1999 – 2003 : EDUCACIÓN SECUNDARIA
 COLEGIO NACIONAL NUESTRA SEÑORA DE LAS
 MERCEDES
 2008 – 2013 : INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ
 DE MAYOLO
 CONDICIÓN: BACHILLER

3. ESTUDIOS ADICIONALES

2008 : TÉCNICO EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA
 INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DAIPER
 COMP
 2013 : INGLES BÁSICO
 CENTRO DE IDIOMAS UNASAM

2013 : QUECHUA INTERMEDIO
 MINISTERIO DE CULTURA – DIRECCIÓN REGIONAL
 DE CULTURA DE ANCASH Y INSTITUTO
 ANCASHINO DE ESTUDIOS ANDINOS

4. EXPERIENCIA PROFESIONAL

22 de octubre 2007 – 02 de noviembre 2018 : Instituto Nacional de Estadística e Informática

Cargo : Diversos

Lugar : Ancash

22 de Julio 2011-31 de Agosto 2012 : Dirección Sub Regional de Producción – Huaraz

Director : Ing. Juan H. Rosales Álamo

Cargo : Técnico de Aseguramiento de calidad

Lugar : Huaraz-Ancash

06 de Setiembre 2012 – 27 de Agosto 2013 : Área de derivados lácteos

Administrador : Ing. Edgardo Ramírez

Cargo : Técnico de Aseguramiento de calidad

Lugar : “Instituto de Investigación Agroindustrial Santiago Antúnez de Mayolo” (IIASAM) – TINGUA – YUNGAY – ANCASH