



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGIENERIA EN ALIMENTO

TEMA DE TESIS:

“EXTRACCION DE PECTINA EN DOS ESTADOS DE MADURACION DE
ACHOTILLO (*Nephelum Lappceum*) PARA LA ELABORACION DE
MERMELADAS”

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTO.

AUTOR:

MAURICIO JAVIER OCHOA BUSTAMANTE.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Agro. Mag. PABLO CESAR RAMOS CORRALES.

QUEVEDO – ECUADOR

2013

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS.

Yo, **Mauricio Javier Ochoa Bustamante**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



f. _____

Mauricio Javier Ochoa Bustamante.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

CERTIFICACION.

El suscrito, **Pablo Cesar Ramos Corrales**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Mauricio Javier Ochoa Bustamante**, realizo la tesis de grado previo a la obtención del título de **Ingeniero en Alimento** titulada “**EXTRACCION DE PECTINA EN DOS ESTADOS DE MADURACION DE ACHOTILLO (*Nephelum Lappceum*) PARA LA ELABORACION DE MERMELADAS**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. Agro. Mag. Pablo Cesar Ramos Corrales.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.

TEMA:

“EXTRACCION DE PECTINA EN DOS ESTADOS DE MADURACION DE ACHOTILLO (*nephelum Lappceum*) PARA LA ELABORACION DE MERMELADAS”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de INGENIERIA EN ALIMENTO.

Aprobado:

Ing. Rommel Ramos

PRESIDENTE TRIBUNAL TESIS

Ing. Bolívar Montenegro

MIEMBRO TRIBUNAL

Dr. Delsito Zambrano

MIEMBRO TRIBUNAL

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

AGRADECIMIENTO.

Por todo el esfuerzo y ayuda incondicional que me han brindado, deseo dejar el más cordial agradecimiento a las siguientes personas.

A mi director de tesis Ing. Agro. Mag. Pablo Cesar Ramos Corrales, por todo su apoyo y ayuda incondicional en la ejecución del trabajo de investigación.

Los ingenieros Christian Vallejo Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, Ítalo Espinoza Coordinador de la carrera de zootécnica, Wiston Morales, Myriam Llerena, Teresa Llerena, Jaime Vera y Washington Mora, y un cordial agradecimiento al por su colaboración y ayuda, y al Sr. José Vargas, por su paciencia y comprensión en mi trabajo del Laboratorio.

De la manera más atenta quiero dejar constancia de mis agradecimientos, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo; por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación.

A mis amigos(as) de la UTEQ, por toda la grata compañía y entusiasmo brindado, tal vez aquellos momentos ya no volverán, pero se inmortalizaran en el pensamiento. En especial a Carlos Baren, Erika Benavidez, Steven Marín, Darwin Maquilon, Darwin Masache, Irlanda Muñoz, Belén Nevarez, Dayse Parraga, y Luis Vega, por su apoyo en todo momento.

MAURICIO JAVIER OCHOA BUSTAMANTE.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

DEDICATORIA.

Con infinito gratitud al supremo creador de los cielos.

A mi adorable madrecita Sra. Haydee Bustamante, por todo el cariño brindado en todo momento de mi vida, siempre serás: mi luz de amanecer, la más hermosa flor de primavera, el más radiante sol de verano y la estrella más brillante en la luna llena.

A mi papá el Sr. Washington Ochoa[†], que desde el cielo me está apoyando con sus bendiciones.

A mis hermanos Eduardo y Adelina Ochoa Bustamante, por su fortaleza y ayuda incondicional en todo momento.

MAURICIO OCHOA.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
INDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRAC.....	xi
CAPITULO I	
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION	
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
HIPOTESIS	3
Hipótesis Alternativa.....	3
Hipótesis Nula	3
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	
INTRODUCCIÓN AL ACHOTILLO	5
Origen	5
Clasificación Taxonomica	5
Característica del achotillo.....	5
Composición Química	6
Índice de Madurez	6

MEDICIONES FISICAS DEL FRUTO	7
Ecuatorial.....	7
Polar	7
Peso Unitario	7
Volumen.....	7
Peso de cascara	7
Peso semilla	8
Peso musilago.....	8
Rendimiento del fruto	8
ANALISIS QUIMICOS DEL FRUTO	8
pH.....	8
Brix.....	8
Acidez	8
PECTINA	8
Uicacion	9
Composicion quimica	9
Viscosidad y el peso molecular de la pectina.....	10
Propiedades de las pectinas	11
Enlace de calcio	11
Grados de esterificacion.....	12
Propectina.....	13
Acidos pectinicos.....	13
Acidos pecticos.....	13
Localizacion y estructura de la pectina	14
Caracterizacion de la pectina cruda	14
Funcion y solubilidad.	14
Caracteristicas quimicas	15
Gelificacion de la pectina	16
Los geles de la pectina	17
Factores que influyen en los geles	18
Longitud.....	18
Grado de metizacion	18
Proporcion entre grupos hidrofobicps hidrofibicos.....	18
Temperatura	18

ph.....	19
Azucar y otros solutos similares	19
iones de calcio.	19
Análisis a la pectina extraída	19
pH.	19
Humedad.....	20
Gelificación	20
Rendimiento	20
Análisis químicos de la mermelada	20

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

Localización del experimento	22
Materiales.....	22
Materiales de laboratorio.....	22
Reactivos	22
Equipos	22
Utensilios	23
Equipos de protección personal	23
Metodología.....	23
Análisis físicos del fruto	23
Análisis químicos del fruto.....	25
Diseño experimental	26
Factores de estudio en el proceso de caracterización.....	26
Extracción de pectina	26
Análisis químicos de la pectina	27
Esquema del andeva para la extracción de pectina	29
Tratamientos para la extracción de pectina	30
Modelo matemático.....	30
Comprobación de la pectina	30
Análisis descriptivo de la pectina de achotillo	30

Análisis descriptivo de la mermelada.....	31
Análisis químico de la mermelada	32

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS FÍSICO DEL ACHOTILLO.....	36
ANÁLISIS QUÍMICO DEL ACHOTILLO	39
ANÁLISIS DE FÍSICOS DE LA PECTINA EXTRAIDA	40
ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PECTINA EXTRAIDA.....	42
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PECTINA DE ACHOTILLO.....	44
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MERMELADA.....	35
ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA MERMELADA.....	45

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

LITERATURA CITADA.....	51
------------------------	----

CAPITULO VII

ANEXOS

ANEXOS.....	56
-------------	----

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

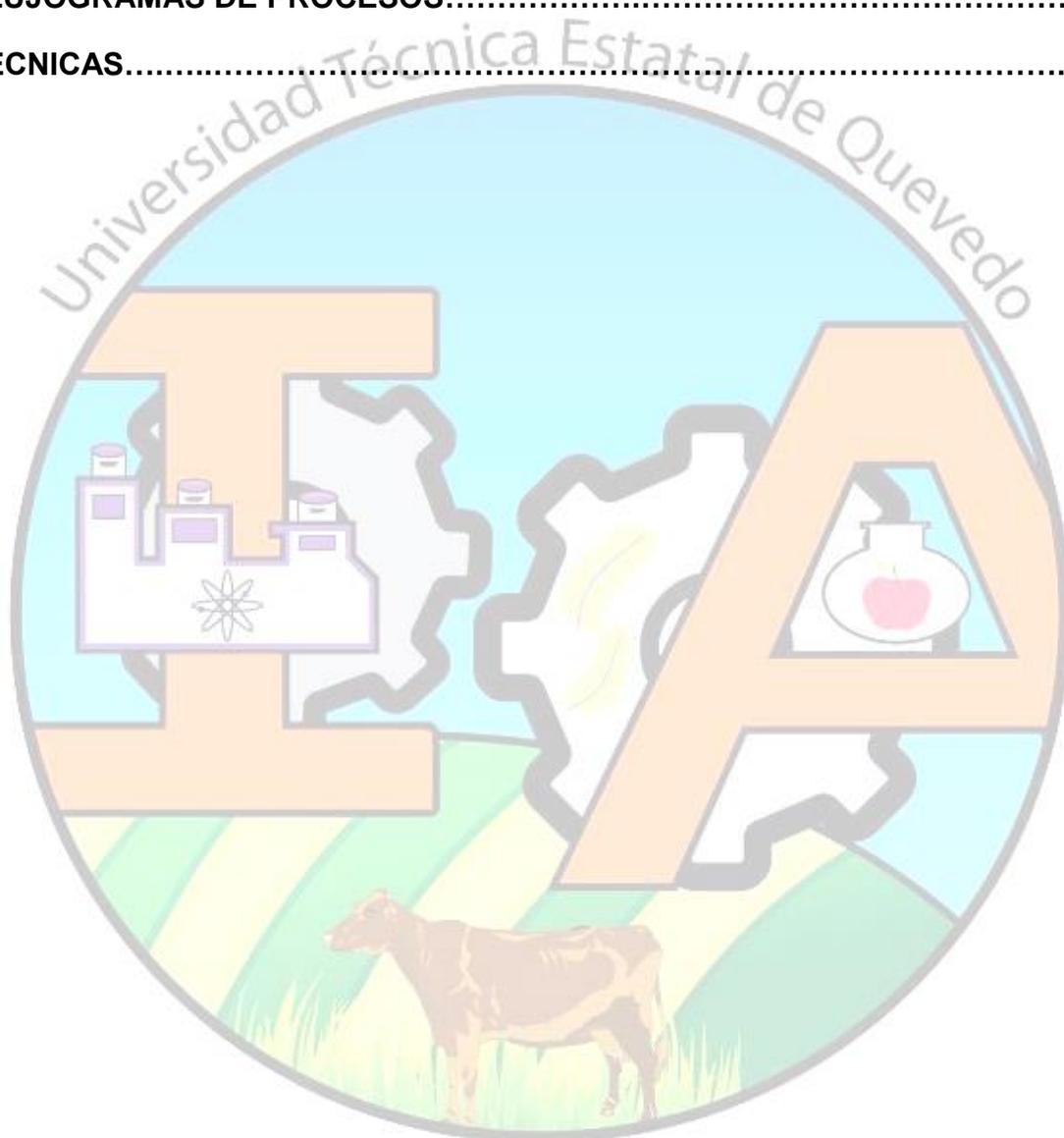
LISTA DE CUADROS

CLASIFICACION TAXONOMICA DEL ACHOTILLO	5
COMPOSICION QUIMICA EN 100 GRAMOS DE ACHOTILLO	6
PORCENTAJE DE PECTINA EN DIFERENTES FRUTAS Y HORTALIZAS.....	17
TRATAMIENTOS A ESTUDIAR.....	26
DETALLES DEL ANALISIS DE VARIANZA	29
FACTORES DE ESTUDIO PARA EL PROCESO DE EXTRACCION DE PECTINA.....	29
TRATAMIENTOS PARA LA EXTRACCION DE PECTINA	30
FORMULACION PARA LA ELABORACION DE MERMELADAS.....	31
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA PARÁMETROS FÍSICOS DE ACHOTILLOS EN ESTADO FISIOLÓGICO VERDE Y MADURO, PROCEDENTE DEL CANTÓN “BUENA FE” 2013.....	39
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA PARÁMETROS QUÍMICOS DE ACHOTILLOS EN ESTADO FISIOLÓGICO VERDE Y MADURO, PROCEDENTE DEL CANTÓN “BUENA FE” 2013.....	40
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS DE LA PECTINA EXTRAIDA DE ACHOTILLOS DE ESTADO FISIOLÓGICO VERDE Y MADURO, PROCEDENTE DEL CANTON “BUENA FE”	42
RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA PECTINA EXTRAIDA DE ACHOTILLO EN DOS ESTADOS DE MADURACION.....	44
ANALISIS DESCRIPTIVO DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA PECTINA DE ACHOTILLO EN DOS ESTADOS DE MADURACION	44
ANALISIS A LA MERMELADA	46

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

LISTADO DE ANEXOS

FOTOS.....	56
FLUJOGRAMAS DE PROCESOS.....	66
TECNICAS.....	82



Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Usos Básicos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el km 1 ½ vía Sto. Domingo, planteando los siguientes objetivos: 1.- Determinar parámetros físicos y Químicos en frutos de achotillo (*Nephelium lappaceum*) en dos estados de maduración; 2.-Determinar el rendimiento de la extracción de pectina de cascara del achotillo (*Nephelium lappaceum*) en dos estados de maduración; 3.- Elaborar mermelada usando pectina extraída de la cascara de achotillo (*Nephelium lappaceum*) y evaluar parámetros organolépticos de preferencia. Para los parámetros físicos se cosecharon 800 frutos de achotillos en dos estados de maduración en la localidad del cantón Buena Fe de la finca “Cevallos”. El procedimiento de la extracción de pectina de la cascara de Achotillo, fue realizada por el método de hidrólisis ácida, 0.8 ml/L de ácido clorhídrico con un pH 2,5, aplicando un arreglo trifactorial AXBXC, donde el Factor A: Maduración: verde y maduro; Factor B: Temperatura: 85 y 100°C; Factor C: Tiempo de extracción: 60 y 90min. Las variables evaluadas fueron: rendimiento (%), grado de gelificación (min), pH, humedad, solubilidad en agua, solubilidad en alcohol con ocho tratamientos de las combinaciones de los factores AXBXC, dispuestos en 24 unidades experimentales. Para el análisis sensorial se empleó la prueba Kruscall Wallis, se analizaron los resultados obtenidos y se determinó, que el mejor rendimiento de pulpa se evidencio en el T2 (38,99), pH 5,09, brix 19,44 y acidez titulable 6,23. Para el proceso de extracción de pectina se presentó el mejor rendimiento en el T7 (4.01gr/200gr cascara) Achotillo maduro /100°C/60min de extracción, pH 3,03, humedad 9.66, y tiempo a gelificar 115 min. Así mismo la funcionabilidad de esta pectina fue evaluada en una mermelada de piña, con concentración de 0,9 gr de pectina, que tuvo un grado de aceptación muy bueno por parte de los panelistas. Basado en los resultados expuestos se concluye que los parámetros obtenidos están acorde a las Normas CODEX Alimentarius.

ABSTRACT

This research was conducted in the laboratory of Basic Uses of Quevedo State Technical University located at km 1 ½ via Sto . Sunday, raising the following objectives : To determine physical parameters and achotillo Chemical in fruits (*Nephelium lappaceum*) in two stages of maturity ; Determine the performance of pectin from peel of achotillo (*Nephelium lappaceum*) in two stages of maturity ; Develop jam using pectin extracted achotillo rind (*Nephelium lappaceum*) and evaluate organoleptic parameters preferably in a jam. For the physical parameters green fruits were harvested 400 and 400 ripe fruits of the town of Canton Good Faith farm " Cevallos " the process of extracting pectin peel Achotillo , was performed by the acid hydrolysis method , 0.8 ml / L hydrochloric acid to pH 2.5 using an arrangement where the Factor trifactorial axbxc a: Maturation , green and ripe , Factor B: temperature , 85 ° C and 100 ° C , Factor C: extraction time , 60 min and 90 min . The variables evaluated were : yield (%) , degree of gelation (min) , pH , moisture , solubility in water, soluble in alcohol with eight treatment combinations axbxc factors in 24 experimental units arranged . For sensory analysis test was used Kruskal Wallis , analyzed the results and found that the best yield of pulp is evidenced in T2 (38.99) , pH of 5.09 , 19.44 brix and titratable acidity 6.23 , for the extraction of pectin showed the best performance in T7 (4.01gr/200gr shell) Achotillo mature / 100 ° C/60min extraction , pH of 3.03 , 9.66 moisture and time gelation of 115 min , also the functionality of the pectin was assessed on a pineapple jam , with concentration of 0.9 g of pectin that had a very good degree of acceptance by the panelists. Based on the above results it is concluded that the obtained parameters are consistent with CODEX Alimentarius Standards.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos



CAPITULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

1.1. Introducción.

El achotillo (*Nephelium lappaceum*), es una pequeña fruta de la familia de las Sapindáceas originaria de Malasia. Su principal característica es su aspecto piloso, ya que su cáscara aparece cubierta de espinas que adquieren un tono rojizo cuando el fruto está maduro. La parte comestible se encuentra en el interior, presentando una forma oval y un color blancuzco ligeramente translúcido. La semilla que se encuentra tras la pulpa no es comestible. Se cultiva en India, Tailandia, Indonesia, Costa Rica, Ecuador, Madagascar y Australia, y adopta distintos nombres como rampostán, achotillo, rambustin y mamón chino. Su nombre tiene origen en su extraño aspecto que lo diferencia y hace que destaque entre otros frutos, pues procede de *rambut*, vocablo malayo que significa pelo, (MAG, 2008).

La pectina es un hetero polisacárido que se encuentra en frutos frescos, se lo extrae de desechos cítricos pero también se lo puede obtener de materia prima como hojas, bagazo de caña, cáscara de plátano, etc. La característica principal es su poder gelificante, es utilizado en la elaboración de mermeladas, jaleas y fines medicinales es un aditivo importante para la calidad del producto final. Las cascara de achotillo tienen capacidad de gelificación que ha sido descrito como pectina, para su extracción por medio de ácido. El campo Agroindustrial no sólo se enfoca en la parte del proceso de transformación; también es su compromiso de investigar nuevas formas de aprovechamiento de los recursos existentes para desarrollar un manejo integral adecuado, que incentive y ayude al productor agrícola a ofertar productos que luego garanticen, seguridad y salud al consumidor, fomentando y desarrollando investigación, (Fennema, 2000).

Mediante esta investigación podemos dar una nueva alternativa a pequeños agricultores para fomentar la utilización de la cascara de achotillo para la extracción de pectina de buena calidad y de esta manera generar ingresos económicos a pequeños empresarios.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Extraer pectina de dos estados de maduración de Achotillo (*Nephelium lappaceum*) para la elaboración de mermeladas.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar parámetros físicos y químicos en frutos de achotillo (*Nephelium lappaceum*) en dos estados de maduración.
- Determinar el rendimiento de la extracción de pectina de cascara del achotillo (*Nephelium lappaceum*) en dos estados de maduración.
- Elaborar mermelada usando pectina extraída de la cascara de achotillo (*Nephelium lappaceum*) y evaluar parámetros organolépticos de preferencia en una mermelada.

1.2.3. Hipótesis.

- H1- El estado de maduración del Achotillo al momento de la extracción de pectina no influye en los rendimientos obtenidos.
- H2+ El estado de maduración del Achotillo al momento de la extracción de pectina influye en los rendimientos obtenidos.
- H1- La temperatura con la que se extrae la pectina no influye en la calidad de pectina extraída.
- H2+ La temperatura con la que se extrae la pectina influye en la calidad de pectina extraída.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos



CAPITULO II
MARCO TEORICO

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

2.1. El achotillo.

Su nombre proviene del vocablo malayo "rambut" que significa "pelo", en referencia a las espinas largas y suaves que cubren la superficie del fruto, pertenece a la familia de la sapindácea. Siendo también miembros de esta familia otros frutales asiáticos como el longan (*Dimocarpus longan* Lour), el litchi (*Litchichinensis* Sonn) y el mamoncillo (*Melicoccabijuga* Linn). Sin embargo, el achotillo es el más difundido a nivel mundial en las zonas tropicales, debido a su gran capacidad de adaptación en una amplia diversidad de suelos, (Fraire, 2001)

2.1.1. Origen.

El achotillo (*Nephelium lappaceum* L.), es un frutal tropical exótico, perteneciente a la familia sapindaceae, y es nativo de la región de Malasia e Indonesia. El achotillo se ha difundido desde tiempos prehistóricos en la mayoría de los países tropicales del Sureste de Asia. Sin embargo, son introducciones de materiales seleccionados durante el siglo XX, las que han permitido el desarrollo del cultivo en escala comercial en países como Malasia, Indonesia, Tailandia, Filipinas, Singapur, entre otros, (Ramírez, 2003).

2.1.2. Clasificación taxonómica.

Cuadro N° 1.- Clasificación taxonómica del Achotillo (*Nephelium lappaceum*).

Reino:	Vegetal
Clase: Dicotiledónea	Dicotiledónea
Orden: Sapindales	Sapindales
Familia: Sapindácea	Sapindácea
Género: <i>Nephelium</i>	<i>Nephelium</i>
Especie: <i>Lappaceum</i> . L	<i>Lappaceum</i> . L

Fuente: world conservation monitoring centre, (2006)

2.2. Características del Achotillo.

El fruto del achotillo presenta características específicas en su sabor lo que hacen atractivo para su consumo en fresco o de manera procesada. Entre sus componentes nutritivos figuran su alto contenido de proteínas y vitamina C; además presenta cantidades de importantes de minerales como Potasio, Calcio, Magnesio y Carbohidratos como la sacarosa, glucosa y fructosa, (Escalante, 2004).

2.2.1. Composición química.

Cuadro N°2.- Composición química en 100 gramos.

Componentes en gramos.			
Agua	82.1	Niacina	0.5
Proteína	0.9	Caroteno	0
Grasas	0.3	Fosforo	0
Cenizas	0.3	Calcio	15
Glucosa	2.8	Hierro	0.1
Fructosa	3.0	Vitamina c	70
Sacarosa	9.9	Tiamina	0.01
Almidón	0	Riboflavina	0.07
Fibras dietéticas	2.8	Potasio	140
Acido málico	0.005	Sodio	2.00
Acido cítrico	0.31	Magnesio	10
Energía	297		

Fuente: JICA, (1999)

2.2.2. Índices de madurez para la cosecha.

El achotillo es una fruta no climatérica y no continúa madurando después que se ha cosechado, razón por la cual la fruta debe cosecharse cuando ha alcanzado las óptimas condiciones de calidad comestible y apariencia visual. De otra parte, los consumidores prefieren los achotillos cuando han alcanzado su óptimo estado de desarrollo y composición química interna. Sin embargo, muchos productores cosechan las frutas en un estado inmaduro para obtener los precios más altos, por no tener las condiciones apropiadas de almacenamiento o por la influencia de los compradores. Los productores generalmente cosechan el achotillo en base a la experiencia acumulada por varios años o mediante la observación directa del estado de madurez de la fruta en el campo. Un parámetro muy importante y que puede ayudar a definir el estado de madurez de la fruta es el conteo del número de días después de la floración. Por ejemplo, en países como Tailandia, la cosecha se realiza entre los 90 y 120 días después de la floración; en Indonesia, se cosecha entre los 90 y 100 días y en Malasia entre los 100 y 130 días. Sin embargo, el color de la fruta constituye todavía la principal guía, principalmente cuando se tienen diferentes variedades en la misma finca. Normalmente las frutas

tienen una aceptable apariencia para el mercado entre los 16 y los 28 días después del inicio del cambio de color (de verde al color definitivo de madurez de la variedad al nivel de la cáscara y los espinaretes). La desuniformidad en la madurez de la fruta, en un árbol o en un racimo, constituye un problema al momento de la cosecha porque obliga al productor a realizar varias cosechas, alargando el tiempo de cosecha e incrementando los costos de producción, (Escalante, 2004).

2.3. Mediciones físicas del fruto.

2.3.1. Diámetro Ecuatorial.

En los estudios hechos a achotillo mexicanos indica un promedio de 2 a 5 cm de ancho, el achotillo cultivado en nuestro país presenta valores que se encuentran en este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, (Martínez, 2006).

2.3.2. Diámetro Polar.

En estudios hechos a achotillo mexicanos indica un promedio de 3 a 8 cm de ancho, el achotillo cultivados en nuestro país valores que se encuentran en este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, (Martínez, 2006).

2.3.3. Peso Unitario.

En el estudio que le se le hace al achotillo mexicano, este indica un peso unitario de 50 gr, el achotillo cultivado en la nuestro país presenta valores que se encuentra por debajo de este rango, siendo un fruto de tamaño pequeño, (Martínez, 2006).

2.3.4. Volumen.

El estudio que hace la U.E. (2010) al achotillo, este presenta un porcentaje de 3.3 % en volumen, el achotillo de nuestro país presenta un porcentaje alto comparados con los de la investigación de la U.E.

2.3.5. Peso cascara.

En el estudio del achotillo mexicano Martínez, (2006), da un porcentaje de cascara de 11,32 el achotillo cultivado en nuestro país presenta valores que se encuentran en este rango.

2.3.6. Peso semilla.

Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano indica un promedio de 2,4 gr, el achotillo cultivado en nuestro país presenta valores mayores, siendo un fruto de tamaño grande.

2.3.7. Peso mucilago.

En su estudio al achotillo mexicano indica un promedio de 12,22 gr, el achotillo cultivado en nuestro país presenta valores que se encuentran por debajo de este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, (Martínez, 2006).

2.3.8. Rendimientos del fruto.

En su estudio del achotillo mexicano indica un promedio de 30.32 gr, el achotillo cultivado en nuestro país presenta valores que superan este rango, siendo un fruto de tamaño grande, (Martínez, 2006).

2.4. Análisis Químicos del fruto.

2.4.1. pH.

En su estudio al achotillo mexicano, en el estado fisiológico verde el pH es de 3,25 y del maduro 3,60 esto está por debajo de los frutos que se encuentran en nuestro país, (Martínez, 2006).

2.4.2. Brix.

En su estudio al achotillo mexicano, el estado fisiológico verde los Brix son 16,0 y de maduro 19,75 estos resultados no superan a los datos hechos a los achotillos de nuestro país, (Martínez, 2006).

2.4.3. Acidez.

Según Martínez, (2006) en su estudio al achotillo mexicano, en el estado fisiológico verde la acidez es de 1,70 y en maduro 1,10 estos resultados son inferiores a los resultados hechos a los achotillos de nuestro país.

2.5. Pectina.

La pectina, proviene de la palabra griega "Pekos" (denso, espeso, coagulado), es una sustancia mucilaginoso de las plantas superiores. Está asociada con la celulosa y le otorga a la pared celular la habilidad de absorber grandes cantidades de agua. La celulosa tiene un importante rol en la estructura ya que le da rigidez a las células, mientras que la pectina contribuye a su textura. Durante años, las

amas de casa han utilizado la pectina contenida en las frutas “in situ” para “espesar jaleas”. Su extracción industrial se inició a principios del siglo XX. El interés de trabajar en la obtención de pectinas de los residuos (cáscaras), se debe en gran parte a la importancia de este aditivo en la industria de alimentos, por sus propiedades espesantes y gelificantes en productos tales como: gelatinas, mermeladas, jaleas, gomas, usos en repostería y conservas vegetales, (Badillo, 2000).

La pectina es polisacárido natural, uno de los constituyentes mayoritarios de las paredes de las células vegetales y se obtiene a partir de los restos de la industria de fabricación de zumos de naranjas, limón y sidra. Es más barato que los otros gelificantes con la excepción del almidón forman geles en medios ácidos en presencia de cantidades grandes de azúcar, (Días, 2006).

2.5.1 Ubicación.

Las mayores concentraciones de pectinas se han encontrado en la lámina media de la pared celular, disminuyendo gradualmente su contenido hacia la membrana plasmática, (Morales, 2006). Constituyen, una tercera parte de la pared celular de las plantas dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas. Las pectinas cumplen una función lubricante y cementante en la pared celular de las plantas superiores; están implicadas en la textura y maduración de los frutos y en el crecimiento de los vegetales. Además, se encuentran asociadas con una parte sustancial de las materias estructurales de los tejidos blandos (parénquima de las frutas, celulosa y de las raíces carnosas) y le otorgan a la pared celular la habilidad de absorber grandes cantidades de agua, (Camejo, 2006).

2.5.2. Composición química.

El comité para la revisión de la nomenclatura de sustancias pécticas estableció la definición de pectinas la terminología desde entonces ha variado mucho. Actualmente, se les consideran pectinas a los grupos heterogéneos polisacáridos ácidos complejos de naturaleza coloidal que contienen un esqueleto de residuos de ácido galacturónico, (Yaguache, 2003).

Químicamente hablando, se puede decir que las sustancias pécticas son ácidos pectínicos de alto peso molecular o polímeros compuestos principalmente de

unidades de (1,4)- α -D-galacturonapiranosilo, con porciones variables de los grupos carboxilo esterificados (en el C6) con alcohol metílico, específicamente los ácidos pectínicos que tienen más de la mitad y hasta tres cuartas partes de los grupos esterificados en esa forma se denominan pectinas. La estructura de las pectinas se encuentra conformada aproximadamente por unas 150 a 500 unidades de ácido 18 galacturónico parcialmente esterificado por un grupo metoxilo, contiene también restos de L-ramnosa unidas al extremo reductor del ácido galacturónico por enlaces (1 α - 2 β) y al extremo no reductor del siguiente residuo urónido por enlaces (1 β - 4 α). Además, se encuentra ramificada con cadenas laterales compuestas mayoritariamente por β -D-galactopiranososa y α -arabinofuranosa, (D' Addosio, 2005).

2.5.2. Viscosidad y el peso molecular de la pectina.

La viscosidad de las pectinas de alto grado de esterificación depende de un número de variables tales como: grado de esterificación, longitud de la molécula, concentración de electrólitos, pH y temperatura. De igual manera, concentraciones diferentes de azúcar y el tipo de azúcar afectaran la viscosidad de manera diferente. Además, la viscosidad, tiende a aumentar marcadamente a medida que la temperatura se acerca a la temperatura de ebullición, (D' Addosio, 2005).

El peso molecular de la pectina está muy relacionado con la longitud que tenga la cadena, y varía dependiendo de la fuente de origen y de las condiciones de extracción. Éste constituye una característica muy importante de la que dependen la viscosidad de sus disoluciones y su comportamiento en el proceso de gelificación. Sin embargo, la determinación precisa del peso molecular es muy difícil y costosa, debido a la heterogeneidad que tienden a presentar las muestras y parcialmente debido a la tendencia que tienen las pectinas a agregarse, aún bajo condiciones no favorables para la gelación; además, una descripción precisa de los pesos moleculares necesita información sobre la distribución estadística de los tamaños moleculares, (Badui, 2000).

Para explicar la coagulación y gelificación de la pectina inducida por el calcio se ha propuesto la estructura de la caja de huevos, en la que los iones de calcio interactúan iónicamente por coordinación con los átomos de oxígenos de dos

cadenas adyacentes, originando un cruzamiento de cadena. Generalmente, los enlaces cruzados de calcio son más estables en presencia de otros enlaces cruzados vecinos cooperativos. La máxima estabilidad se alcanza cuando están presentes de 7 a 14 enlaces cruzados 25 consecutivos. El calcio no tiende a coagular pectinas que presentan un grado de esterificación mayor a 60%, además, las concentraciones necesarias para coagular pectinas con bajo grado de metilación aumenta a medida que el peso molecular disminuye. La formación de geles puede darse también como resultado de la interacción entre las cadenas poliméricas a través de puentes de hidrogeno o conexiones hidrofobias, formando como resultado una red tridimensional, (Contreras, 2003).

2.6. Propiedades de las pectinas.

2.6.1. Enlaces de calcio.

El calcio tiene la habilidad de formar enlaces complejos insolubles con los carboxilos libres de las cadenas de pectinas, formando así una red tridimensional. Esta fuerte interacción se forma como consecuencia de la unión del calcio con los átomos de oxígeno de los grupos hidroxilos de la pectina, los cuales han sido descritos por, (Contreras, 2003).

Una de las propiedades de la pectina de mucho interés en la industria de alimentos es su capacidad de formar geles en determinadas condiciones, cambios físicos o químicos que disminuyen la solubilidad de las moléculas de pectinas. El mecanismo de gelificación y las propiedades de los geles dependen directamente de factores como el pH, la temperatura y el grado de esterificación. Generalmente, las pectinas de elevada metilación tienden a formar geles en medios ácidos y en presencia de cantidades adecuadas de azúcar, mientras que las pectinas de bajo grado de esterificación forman geles en presencia de elementos alcalinos y calcio, (Turquois, *et. al*, 2000).

Como ya se mencionó, en algunos casos las pectinas pueden estar acetiladas, puede ser que el 100% de los residuos de ácido galacturónico se encuentren acetilados con uno o más grupos acetilos por monosacáridos que conforman la cadena de la pectina, en cuyos casos se le determina el grado de acetilación de

las pectinas. Generalmente, los grupos acetilos se ubican en la región Rhamnogalacturonan y Homogalacturonan, (Eccehomo, 2002).

Se piensa que inicialmente las pectinas se forman con un alto contenido de metoxilos pero este tiende a disminuir cuando se insertan en la pared celular y la lámina media. En general, las pectinas de los tejidos tienen un rango de metilación entre 60 y 90%. El grado de metilación tiene un papel importante en la firmeza y cohesión de los tejidos vegetales. La reducción del grado de metilación tiene como consecuencia un aumento de la cohesión, ya que la formación de grupos carboxilos libres aumenta la posibilidad de enlace entre polímeros, (Eccehomo, 2002).

2.6.2. Grado de esterificación.

El grado de esterificación dependerá del origen de la pectina y del método utilizado para su extracción. En tal sentido, los grupos carboxilos de los ácidos galacturónicos presentarán un grado variable de esterificación con metanol y a su vez pueden estar parcial o completamente neutralizados por iones de sodio, potasio o amonio. En algunas pectinas, los grupos hidroxilos pueden estar parcialmente acetilados, (Turquois, *et. al*, 2000).

El grado de metilación o esterificación constituye un factor importante para la caracterización y determinación de la aplicación de la pectina. Se puede definir como, el número de moles de metanol por 100 moles de ácido galacturónico. Pectinas, constituyen aquellas sustancias pecticas de composición variable, cuyo componente principal son los ácidos pectínicos solubles en agua, de contenido de metoxilo y grado de neutralización variables. Poseen la capacidad de formar geles con azúcares y ácidos en condiciones adecuadas. Generalmente, presentan entre 60 a 70% de sus grupos carboxilos esterificados con metanol, (Kashyap, 2001). También se pueden clasificar las pectinas de acuerdo a su proceso de extracción de la pared celular en: Pectinas solubles en agua, son extraíbles en agua o soluciones salinas. Están conformadas primordialmente por homogalacturano y el ácido galacturónico está esterificado con alcohol metílico, variando el grado de esterificación de la pectina de acuerdo a su origen. Pectinas solubles en quelantes, extraíbles mediante soluciones de agentes quelantes de calcio como el EDTA (ácido

etilendiaminotetracético), CDTA (ácido ciclohexano diaminotetraacético) o hexametáfosfato de sodio. Su composición es muy similar a las pectinas solubles en agua; sin embargo, se diferencian en que pueden presentar un 2% de ramnosa, sustituyendo principalmente al ácido galacturónico en la cadena principal y de 10 a 20% de otros azúcares en las cadenas laterales, (Kashyap, 2001).

2.6.3. Protopectina.

Está constituida por una matriz de sustancias pécticas que por un proceso de hidrólisis da origen a la pectina o al ácido pectínico. Con el término de protopectina, se describen las sustancias pecticas que se encuentran en los tejidos vegetales y son insolubles en agua y de las cuales posteriormente se forman las sustancias pecticas solubles. Las Protopectinas, extraíbles con soluciones alcalinas o ácidos diluidos en caliente, presentan una estructura de la molécula similar pero con un alto contenido de azúcares neutros, principalmente galactosa y arabinosa. La dificultad de la extracción de la protopectina puede ser debida a los puentes ácidos o básicos que anclan a la protopectina en la matriz de la pared. Gran parte de las cadenas de protopectina se encuentran en la pared primaria y secundaria, el resto se encuentra en la lámina media. Mientras que las pectinas solubles en agua y en quelantes derivan de la lámina media, (Kashyap, 2001).

2.6.4. Ácidos petínicos.

Son ácidos poligalacturónicos con cantidades variables de grupos metilos esterificados con los grupos carboxilo del C6. Las sales de los ácidos pectínicos, son denominadas pectinatos. Tienen la propiedad de formar geles con azúcares, ácidos y cuando los contenidos de metilo son muy bajos tienden a formar geles con sales de calcio, (Kashyap, 2001).

2.6.5. Ácidos pépticos.

Son galacturonatos que no contienen grupos metilos. También se les denomina ácidos poligalacturónicos. A las sales que 21 conforman se les llama pectatos o ácidos poligalacturonatos, (Kashyap, 2001).

2.7. Localización y estructura de las pectinas.

La naturaleza de las sustancias pécticas que constituyen la protopectina evoluciona con la edad del tejido, y de una forma mucho mayor cuando se trata de frutos. Hasta la maduración son insolubles, participando así en mantener la rigidez; pero alcanzada esta fase se va produciendo una degradación de la laminilla media (generalmente de tipo enzimático), con aparición de meatos intercelulares donde se acumulan los 17 compuestos pépticos, que poco a poco absorben agua y se solubilizan parcialmente. Apunta el contenido en pectinas de los tejidos vegetales varía según el origen botánico y anatómico de la planta, (García, 2004).

2.8. Caracterización de la pectina cruda.

La calidad de la pectina se determinó mediante los parámetros: contenido de humedad. Ácido anhidrouónico tiempo de gelificación viscosidad relativa espectros de infrarrojo en un equipo marca Perkin Elmer modelo 1600 serie 1605 y análisis sensorial de la mermelada con sabor a manzana elaborada con la pectina extraída de la concha de plátano, evaluada mediante una escala hedónica con un panel de 15 personas y una muestra por prueba, (Labuza, 2008).

2.9. Función y solubilidad.

Se admite que las pectinas tienen un papel esencial en la estabilidad de la pared al actuar como material aglutinador de las fibras de celulosa. Prueba de ello es que la acción de enzimas que degradan específicamente estas sustancias reduce una pérdida de consistencia del tejido, síntoma que se conoce como maceración. En frutas y verduras, las sustancias pécticas constituyen un factor determinante de la textura y firmeza, y por tanto de la calidad del producto. De hecho, el ablandamiento característico de las frutas al alcanzar la madurez se debe al aumento de las enzimas pectinolíticas, que está controlado fisiológicamente por la planta. Tal como se han definido, las pectinas son sustancias, en términos prácticos, solubles en agua. No obstante, es frecuente que los residuos de ácido galacturónico se encuentren metilados en mayor o menor grado. El grado de metilación afecta a diversas propiedades de las pectinas, incluyendo su solubilidad en agua, la cual es inversamente proporcional al grado de metilación. La utilización de soluciones ácidas diluidas para la extracción de pectinas debe ser

cuidadosamente controlada, debido al peligro de hidrólisis. El uso de soluciones acuosas de agentes gelantes se debe a la capacidad de éstos de eliminar el calcio. Este catión divalente juega un importante papel en la estabilización de pectinas debido a su capacidad de formar puentes entre dos residuos cargados negativamente y situados en cadenas distintas, (Labuza, 2008).

2.10. Utilización y Contenido en los Alimentos.

Una de las aplicaciones principales de las pectinas se debe a la capacidad de estas moléculas de formar geles en determinadas circunstancias. Las pectinas de bajo metoxilo pueden formar geles en presencia de calcio, mientras que las de alto metoxilo gelifican a pH ácido (de modo que la repulsión electrostática entre los grupos ácido sea mínima) y en presencia de una concentración elevada de azúcar (que contribuye a deshidratar la solución). Estos geles son de uso frecuente en mermeladas, confituras y conservas de frutos. En otros casos, la aplicación consiste justamente en la eliminación de sustancias pécticas de un producto. La clarificación de zumos, esto es, la eliminación enzimática de pectinas en forma coloidal. Las pectinas son sustancias abundantes en los vegetales, constituyen aproximadamente el 35% de la pared celular vegetal en dicotiledóneas, (Labuza, 2008).

La pectina es empleada principalmente como gelificante, en la industria alimenticia durante la elaboración de mermeladas, jaleas y en cobertura de quesos, en la industria farmacéutica para dar consistencia a cremas, pomadas y jarabes como protectores en afecciones gastrointestinales, gastritis y diarreicas. El poder protector de las pectinas a nivel de la mucosa digestiva se debe a su propiedad de retener agua y de absorber toxinas, (Camacho, 2000).

2.11. Características químicas.

Químicamente, la pectina consiste en cadenas largas y no ramificadas de ácido poligalacturónico, con los grupos carboxilos parcialmente esterificados con alcohol metílico. El principal constituyente de los polisacáridos pécticos es el ácido galacturónico unido en cadenas por medio de enlaces glicosídicos alfa. El principal componente de la pectina es el ácido galacturónico parcialmente metilado. Algunos azúcares neutrales se encuentran también presentes en la molécula. El

porcentaje de unidades de ácido galacturónico que están esterificados con etanol dan el grado de esterificación, lo cual influye en las propiedades gelificantes de la pectina, (Marín, 2006).

La pectina es una mezcla de polisacáridos generado en la pared celular del tejido vegetal, compuesto de polímeros esencialmente lineal de unidades ácidas de Dgalactopiranosilurónico unidas por enlace glicosídicos, de estructura química eterogénea y peso molecular variable, esterificado parcialmente con metanol. A, posiblemente en configuración para garantizar el grado de ensortijamiento en la estructura, y con cadenas laterales que contienen otros azúcares neutros, como arabinosa y D-xilosa, los cuales ejercen una función importante en la formación de una red tridimensional a través de uniones hidrógenos, enlaces cruzados de cationes bivalentes y/o interacciones hidrofóbicas. De cualquier manera las interrupciones de azúcar en la cadena lineal de de ácido galactopiranos ilurónico, como unidad simple o bloques de unidades ocurren cada 25 unidades de longitud de cada pectina. Dependiendo del origen y del proceso de extracción y purificación, el grupo arboxílico, del carbono 6, puede tener distinto grado de esterificación con alcohol metílico o neutralización con cationes polivalentes, lo que le confiere propiedades físicas, (Prima, 2001).

2.12. Gelificación de la pectina.

Desde el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante de las pectinas es su aptitud para formar geles. Los geles consisten en moléculas poliméricas con enlaces entrecruzados para formar una red interconectada y tupida inmersa en un líquido. En geles de pectina y otros sistemas de alimentos conteniendo pectina, este líquido es agua. Las propiedades del gel son el resultado neto de interacciones complejas entre el soluto y solvente. La influencia del agua como solvente, la naturaleza y magnitud de las fuerzas intermoleculares que mantienen la integridad del gel permiten tener una gran capacidad de retención de agua. En la mayoría de geles alimentarios, los enlaces entrecruzados en la red no son puntos de interacción ya que incluyen segmentos extensos a partir de dos o más moléculas poliméricas, generalmente en estructuras bien definidas llamadas zonas de unión que son estabilizadas por una combinación de fuerzas intermoleculares débiles. Individualmente estas fuerzas son suficientes

para mantener la integridad estructural de las zonas de unión, pero su efecto es acumulativo y le imparte estabilidad termodinámica. Las fuerzas intermoleculares estabilizantes de la red del gel son los enlaces de puentes de hidrógeno y las interacciones hidrofóbicas. Set rápido y set lento son designaciones de la pectina referidas a la relación en que una estructura incipiente de jalea desarrolla una estructura a la temperatura de gelificación. Su ritmo de gelificación influencia la textura del producto. Las pectinas HM son también de set rápido o lento. El ritmo de gelificación disminuye cuando disminuye el grado de esterificación. Ritmos intermedios conducen a designaciones tales como rápido-set medio, set lento medio, etc. Los geles de pectina de HM son más rápidos en alcanzarse que los de LM, (Sinkler y Radler, 2001).

2.13. Los geles de la pectina.

Los geles de pectinas HM con alto grado de esterificación se alcanzan más rápidamente que los de pectinas HM con menor grado de esterificación bajo el mismo gradiente de enfriamiento, (Sinkler y Radler, 2001).

Cuadro N°3.- Porcentajes de pectina en diferentes tipos de frutas y hortalizas.

Origen	Contenido en %
Patata	2,5
Zanahoria	10,0
Tomate	3,0
Manzana	5,5
Torta de manzana	17,5
Girasol	25,0
Albedos agrios	0,7
Fibra de algodón	6,0
Pepitas de limón	32,0
Corteza de limón	25,0
Pulpa de limón	7,5
Melocotón	6.5

Fuente: Navarro y Navarro, 1985

2.14. Factores que influyen en los geles.

Según Camacho, (2000). Los factores de los medio más importantes que influyen en la formación del gel son:

2.14.1. Longitud.

De la molécula condiciona la rigidez o firmeza del gel. A valores de longitud muy bajos una pectina no da geles, cualquiera que sea la dosis empleada y las restantes condiciones del medio, (Camacho, 2000).

2.14.2. Grado de metilación.

Contribuye por un lado a regular la velocidad de gelificación y también es responsable de algunas propiedades organolépticas de los geles pectina-azúcar ácido que forman las pectinas de alto metoxilo, (Camacho, 2000).

2.15. Proporción entre grupos hidrofóbicos e hidrofílicos.

Según Camacho, (2000). En la molécula de pectina determina la solubilidad de ésta. El grupo éster es menos hidrofílicos que el grupo ácido y en consecuencia una pectina de alto metoxilo con un alto grado de esterificación gelifica a temperaturas más altas que otra con menor grado de esterificación. Esta diferencia se refleja en la clasificación de las pectinas en pectinas de gelificación rápida, normal o lenta.

- La temperatura
- El pH
- Azúcar y otros solutos
- Los iones calcio.

2.15.1. Temperatura.

Cuando se enfría una solución caliente que contiene pectina las energías térmicas de las moléculas decrecen y su tendencia a gelificar aumenta. Cualquier sistema que contenga pectina, tiene un límite superior de temperatura por encima de la cual la gelificación nunca ocurrirá. Por debajo de esta temperatura crítica, las pectinas de bajo metoxilo gelifican casi instantáneamente mientras que la gelificación de las de alto metoxilo depende del tiempo. En contraste con las pectinas de bajo metoxilo, las de alto no son termorreversibles, (Camacho, 2000).

2.15.2. pH.

La pectina es un ácido con pH de aproximadamente 3,5. Un porcentaje alto de grupos ácido disociados respecto a no disociados hace la pectina más hidrofílica. Por lo tanto, la tendencia a gelificar aumenta considerablemente al bajar el Ph. Esto se hace especialmente evidente en pectinas de alto metoxilo las cuales requieren normalmente un pH por debajo de 3,5 para gelificar, (Camacho, 2000).

2.15.3. Azúcar y otros solutos similares.

Estos hidratos de carbono, tienden generalmente a deshidratar las moléculas de pectina en solución. Cuantos más sólidos en solución hay, menos agua disponible para actuar como disolvente de la pectina y por lo tanto la tendencia a gelificar se favorece. En valores de sólidos solubles superiores al 85% el efecto deshidratante es tan fuerte que la gelificación de la pectina es muy difícil de controlar. Las pectinas de alto metoxilo gelifican a valores de sólidos solubles por encima del 55%. Para cada valor de sólidos solubles superior al 55% hay un valor de pH en el cual la gelificación es óptima y un rango de pH en el que en la práctica se puede gelificar. Las pectinas de bajo metoxilo puede gelificar a cualquier valor de sólidos solubles. La temperatura de gelificación disminuye al disminuir el contenido en sólidos solubles, (Camacho, 2000).

2.15.4. Iones de calcio.

Al contrario que las pectinas de alto metoxilo, las pectinas de bajo metoxilodesesterificadas requieren bastante calcio y un rango estrecho de dicho catión para una óptima gelificación. Las pectinas de bajo metoxiloamidadas muestran más flexibilidad a este respecto. Para ambos tipos de pectina, un incremento en la concentración de calcio implica un aumento de la fuerza del gel y también un aumento de la temperatura de gasificación, (Camacho, 2000).

2.16. Análisis de la pectina extraída.

2.16.1. pH.

Rivadeneira, (2010), quien en sus estudios indica una temperatura de 90°C / 80 min, los valores del autor indican un rango de 3. El contenido de metoxilo que

arroja el análisis incluye al extracto pectínico en la clasificación de pectinas de alto metoxilo requiriendo de parámetros apropiados de pH.

2.16.2. Humedad.

Addosio, *et.al*, (2005), obtiene pectina, a diferentes temperaturas 90-95°C /90 min obteniendo valores entre 10,54 en esta verde y para maduro 10,09.

Para el estado de fisiológico verde el valor máximo se encuentra en 5,08% de humedad estos valores no superan a los establecidos por Vásquez, (2008), en extracción de pectina en Plátano en Venezuela, presenta un rango promedios de humedad en estado fisiológico verde 10,62%.

2.16.3. Gelificacion.

Addosio, *et.al*, (2005), en la extracción de pectina de Perchita que en el estado fisiológico verde gelifica en 3:08 min y en maduro 4:38 a una temperatura de 90 y 95°C a 80 min. Las propiedades físicas (tiempo de gelificación) y químicas (contenido de metoxilo, contenido de ácido galacturónico, grado de esterificación y viscosidad) en la molécula de pectina son función de la naturaleza de la planta, del estado de maduración y de la metodología de extracción, estableciéndose variaciones en cuanto al contenido y calidad de pectina.

2.16.4. Rendimiento.

Addosio, *et.al*, (2005), en la extracción de pectina de Perchita que en el estado fisiológico verde obtiene 14,06 gr y en el maduro 11,11 gr. En cambio para, (Barazarte, 2008), en la investigación de extracción de pectina de la cascara de cacao tiene un rendimiento de 3,89 gr.

2.16.5. Análisis químicos de la mermelada.

El producto final debe ser viscoso o semisólido, tener un color y sabor normales para el tipo de frutos cítricos empleados, teniendo en cuenta el sabor comunicado por los ingredientes facultativos. El producto debe estar prácticamente exento de semillas o partículas de semilla y materias vegetales extrañas, y debe estar razonablemente exento de otros defectos que normalmente acompañan a las frutas, el rango que nos indica esta Norma es para los Grados Brix de 62-70, para el pH de 2.8-3.5, y para los preservantes de 0.01-0.1, Solidos Totales de 65, y la Acidez es de 1.18% max, (Normas Jurídicas de Nicaragua, 2010).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

3.1. Localización de la investigación.

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el Km 1 ½ vía a Sto. Domingo, los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Usos Básico de la U.TE.Q, los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Bromatología localizado en la Finca Experimental La María en la Facultad de Ciencias Pecuarias, km 7 ½ vía al Empalme entrada a Mocache.

3.2. Materiales.

En la presente investigación, se utilizó los siguientes materiales, reactivos y equipos disponibles en los laboratorios existentes en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.2.1. Material de Laboratorio.

- ✓ Varilla de vidrio.
- ✓ Mesa de trabajo.
- ✓ Vaso de precipitación 850-100ml)
- ✓ Soporte universal.
- ✓ Espátula.

2.2.2. Reactivos.

- ✓ Ácido clorhídrico.
- ✓ Agua acidulada.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Etanol al 96%
- ✓ Hidróxido 0.1

2.2.3. Equipos.

- ✓ Estufa setter inoxidable (0-150°C).
- ✓ Licuadora.
- ✓ Cocineta a gas.
- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Termómetro de mercurio.
- ✓ Potenciómetro digital metrohm 744
- ✓ Soporte universal.

- ✓ Brixometro.
- ✓ Mufia.
- ✓ Horno Esterilizador.
- ✓ Calibrador de vernier marca Stanley
- ✓ Cajas petric.

3.2.4. Utensilios.

- ✓ Cuchillos.
- ✓ Ollas.
- ✓ Lienzo.
- ✓ Bandejas plásticas.

3.2.5. Otros.

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Materiales de escritorio y oficina.
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora.
- ✓ Movilización.
- ✓ Memory flash.

3.2.6. Equipo de protección personal.

- ✓ Mandil
- ✓ Cofia
- ✓ Mascarilla
- ✓ Botiquín de primeros auxilios

3.2.7. Materia prima vegetal.

Se recolectarán 800 frutos de achotillos en dos estados de maduración, de la finca Cevallos procedente del Cantón Buena Fe, Provincia Los Ríos.

3.3. Metodología.

3.3.1. Análisis Físicos del Fruto.

3.3.1.1. Diámetro polar y ecuatorial (cm)

Se midió el diámetro polar y ecuatorial con un calibrador de vernier graduado en cm.

3.3.1.2. Peso unitario (cm)

El peso unitario se lo calculó mediante una balanza analítica marca ECHO Con precisión de 0.001 gr, con una capacidad de 600 gr.

3.3.1.3. Relación diámetro total (cm)

Este valor se obtuvo de la división entre diámetro polar y ecuatorial, donde valores cercanos a 1 indica la esfericidad del fruto.

Calculo:

Relación = d_p/d_e

Dónde:

D_p: diámetro polar.

D_e: diámetro ecuatorial.

3.3.1.4. Peso de semillas (gr)

Para la variable del peso de semillas, se utilizó una balanza marca ECHO, de 600 gr con una presión de 0.001 para tomar el peso de la semilla presente en cada fruto.

3.3.1.5. Peso cascara (gr)

Para la variable del peso de cascara, se utilizó una balanza marca ECHO, de 600 gr con una presión de 0.001 para tomar el peso de la cascara presente en cada fruto.

3.3.1.6. Peso mucilago (gr)

Para la variable del peso de mucilago, se utilizó una balanza marca ECHO, de 600 gr con una presión de 0.001 para tomar el peso de mucilago presente en cada fruto.

3.3.1.7. Volumen (ml)

Para la variable de volumen, se determinó el volumen de la fruta por el método de desplazamientos de fluidos, la fruta fue sumergida en un vaso de Griffin, se tomó la medida desplazada de la fruta.

3.3.2. Análisis químicos del fruto.

3.3.2.1. Brix (%)

Para el análisis de °brix, se utilizó un refractómetro marca ABBE – ATAGO al que se le colocó de una a dos gotas de jugo del fruto sobre el prisma y se procedió

analizar la muestra, al cerrar el prisma la muestra se distribuyó sobre la superficie, se oriento el aparato hacia una fuente de luz, se miró con el ojo en el campo visual la transición de un campo claro a uno oscuro, se leyó el número correspondiente en la escala %.

3.3.2.2. pH

Para el análisis de pH, se utilizó un pH METHERM, este se introdujo en 200ml de jugo del fruto, para tener una lectura exacta es necesario mantener sumergido algunos segundos el electrodo a fin de obtener la temperatura exacta. Al final del proceso se limpió la membrana del electrodo con papel o tela suave libre de pelusa y se deja sumergido en agua destilada, para repetir el proceso por triplicado

3.3.2.3. Determinación de acidez titulable (%)

Se tomaron 10 ml de jugo de achotillo, se le añadió 10 ml de agua destilada, se agitó hasta presentar un cambio de color de fuerte a claro:

Calculo:

$$Acidez = \frac{A \cdot B \cdot C}{D} \cdot 100$$

Dónde:

A= cantidad en mililitros del álcali o sosa usada.

B= normalidad de la sosa usada.

C= peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el producto.

D= peso de la muestra en miligramos.

3.3.2.4. Índice de madurez (%)

El índice de madurez se determinó mediante la relación de los sólidos solubles totales, sobre la acidez titulable.

Calculo:

Índice de madurez = °Brix/acidez

Dónde:

°Brix = sólidos solubles en la solución

Acidez = es el porcentaje de ácido cítrico

3.3.3. Diseño experimental de las variables físicas y químicas del fruto.

3.3.3.1. Factores de estudio en el proceso de caracterización.

Se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cinco repeticiones, toda unidad experimental está conformada por 10 frutos (Achotillo verde y Achotillo maduro).

Cuadro N°4.- Tratamientos a estudiar.

Fuente d F variación		Grados de libertad
Tratamiento	(t-1)	1
Error Exp.	t (r-1)	8
Total	tr-1	9

3.3.3.2. Modelo Matemático.

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

Y_{ij} = observación correspondiente a los tratamientos.

μ = modelo de la población

T_i = estados de los tratamientos

E_{ij} = estado aleatorio o error experimental.

3.3.4. Extracción de pectina.

3.3.4.1. Procedimiento Experimental.

Para la Inactivación de enzimas de la cascara de achotillo se pesó 200gr sumergiéndola en agua hirviendo por 10 min, se procedió a licuar las cascara de achotillo en 200 ml de agua, se utilizó 0.8 ml de ácido clorhídrico por cada litro de agua, por cada 200gr de materia prima se agregó 200 ml de agua acidúlala a un pH de 2.5 y se cocinó de acuerdo a los tiempos y temperaturas establecidos, se provino a filtrar por medio de este paso se separó el bagazo y el líquido por medio de una tela de liencillo, a la solución resultante de la filtración se la añadió el 60% de alcohol de 96° esto permitió la precipitación de la pectina soluble en esta solución, dejándola por una hora en reposo y posteriormente la separación por lienzo, luego se procede a la eliminación de la mayor cantidad posible de agua y se lo realizó en una estufa a 65°C por 18 horas para obtener la pectina sólida, después que obtenemos la pectina solididad se realiza la molienda que se la realizó por medio de un mortero, terminada la molienda se procedió a empacar este paso se la hizo inmediatamente ya que la pectina es higroscópica (adquiere humedad del medio ambiente) se realizó en fundas plásticas.

3.3.5. Análisis químicos de la pectina.

3.3.5.1. pH.

Para el análisis de pH se utilizó un pH METHERM que se introdujo en la pectina de achotillo, para tener una lectura exacta es necesario mantener sumergido algunos segundos el electrodo a fin de obtener la temperatura exacta. Al final del proceso se limpia la membrana del electrodo con papel o tela suave libre de pelusa y se deja sumergido en agua destilada.

3.3.5.2. Humedad (%)

La determinación de humedad debe efectuarse por duplicado, calentando el crisol de porcelana durante 30min en la estufa en donde va a ser colocada la muestra, se dejó enfriar a temperatura ambiente para luego pesar, se Homogenizó la muestra, luego se pesó 2 gr con una aproximación al 0.1mg, se llevó a la estufa a 130°C por 2 horas. Transcurrido este tiempo se sacó y se dejó enfriar en el desecador por 30min para luego pesar con precisión.

Calculo.

$$\%H = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

Donde:

W_0 = peso de la muestra (gr).

W_1 = peso del crisol más la muestra después del secado.

W_2 = peso del crisol más la muestra antes del secado.

3.3.5.3. Grado de gelificacion (min)

El grado de gelificacion se lo realizó disolviendo la pectina en agua caliente y se la introdujo en los tubos de ensaño para posteriormente pasarla a congelación a 7°C y se calculó su tiempo por medio del reloj.

3.3.5.4. Rendimiento (%)

El rendimiento se lo realizó tomando datos al inicio y final del proceso de extracción. Se presentaron los valores del rendimiento para cada tratamiento en la

etapa final una vez terminada la molienda, valorizándose en granos de pectinas por cada 200gr de cascara.

Formula.

$$R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.3.5.5. Solubilidad en agua.

Para la solubilidad en agua se tomó una pequeña proporción de pectina, la cual se sumerge en 10ml agua caliente a una temperatura de 65°C, esperando si existe una solubilidad (+) o no (-)

3.3.5.6. Solubilidad en alcohol.

Para la solubilidad en alcohol se tomó una pequeña proporción de pectina, la cual se sumerge en 10ml de etanol al 96°, esperando si existe una solubilidad (+) o no (-)

3.3.6. Diseño experimental del análisis químico de pectina.

Para la extracción de la pectina se aplicó un arreglo trifactorial 2X2X2, en un diseño Completamente al Azar con tres repeticiones; para establecer diferencias entre las medias se empleara la prueba de Tukey al 0.05%.

3.3.6.1. Esquema del análisis de varianza para la extracción de pectina.

Cuadro N°5.- Detalle del Análisis de varianza.

Fuente d F variación		Grados de libertad
Tratamiento	(m.e.t – 1)	7
Factor M	(m-1)	1
Factor E	(e-1)	1
Factor T	(t-1)	1
Inter. M*E	(m-1)(e-1)	1
Inter. M*T	(m-1)(t-1)	1
Inter. E*T	(e-1)(t-1)	1
Inter. M*E*T	(m-1)(e-1) (t-1)	1
Error Exp.	met (r-1)	16
Total	metr-1	23

3.3.6.2. Factores en estudio para extracción de pectina.

Cuadró N°6.- Factores de estudio para el proceso de extracción de pectina en dos estados de maduración de achotillo (*Nephelum lappceum*).

Factor M	Factor E	Factor T
Estados de Madures m ₁ = Verde m ₂ = Madura	Temperaturas de Extracción e ₁ = 85°C e ₂ = 100°C	Tiempos de Extracción t ₁ = 60 min t ₂ = 90 min

3.3.6.3. Planteamiento de los tratamientos.

Cuadro N°7.- Tratamientos para la extracción de pectina del fruto de achotillo (*Nephelum lappceum*).

N°	Tratamiento	Codificación	Descripción
1	T1	m1e1t1	Verde + 85°C + 60 min
2	T2	m1e1t2	Verde + 85°C + 90 min
3	T3	m1e2t1	Verde + 100°C + 60 min
4	T4	m1e2t2	Verde + 100°C + 90 min
5	T5	m2e1t1	Maduro + 85°C + 60 min
6	T6	m2e1t2	Maduro + 85°C + 90 min
7	T7	m2e2t1	Maduro + 100°C + 60 min
8	T8	m2e2t2	Maduro + 100°C + 90 min

3.3.6.4. Modelo matemático.

$$X_{ij} = F_{1i} a_{i1} + F_{2i} a_{i2} + \dots + F_{ki} a_{ik} + V_i$$

Siendo:

X_{ij} la puntuación del individuo i en la variable j .

F_{ij} son los coeficientes factoriales.

a_{ij} son las puntuaciones factoriales.

V_i es el factor único de cada variable.

3.4. Comprobación de la pectina.

Una vez extraída la pectina se realizó una comprobación de preferencia, elaborando una mermelada de piña en la cual se utilizaran pectina extraída de dos

estados de maduración del achotillo, para así determinar cuál es la mejor, mediante análisis químicos y sensoriales.

3.4.1. Elaboración y preparación de la mermelada.

Se escogieron frutas frescas, (piñas), en buen estado maduras, se peló la fruta sacando cascara, ojuelos, semillas y tallo, de esta manera se obtuvo la pulpa para realizar la mermelada, una vez licuada la pulpa se lleva a cocción, para que alcance el punto de ebullición (hervir) se la deja por 10 minutos, luego se le añadió la cantidad de azúcar, y la pectina de achotillo y el ácido cítrico. Agregada la pectina sigue en cocción hasta que llegue al espesor requerido esto sucede cuando el líquido deja de burbujear es señal que la mermelada esta lista, se procede a retirar la mermelada del fuego y se la enfría de inmediato con agua fría o helada, esto ayuda a que tenga mayor consistencia se la envasa preferiblemente en vaso de vidrio, para conservar mejor luego se la pone en refrigeración, y está lista para ser consumida.

Cuadro N°8.- Formulación para elaboración de mermelada.

%	Gr
55%	1 kg de piña
45%	818 gr de azúcar
0,5%	9 gramos de pectina Achotillo
0,05	0,9 gr de conservante
0,15	2,7 gr de ácido cítrico

4.4.2. Análisis descriptivo.

4.4.2. 1. Análisis descriptivo de las características estructurales de pectina de achotillo.

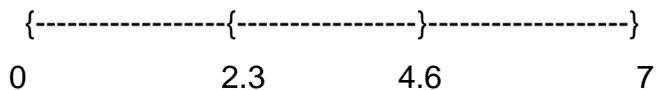
Se realizó pruebas organolépticas basadas en la metodología propuesta por Damasio, (1991), con el fin de conocer las características estructurales descriptivas de la pectina de achotillo. Esta se realizó mediante una prueba, utilizando escalas ya sea de 0 a 3 o 0 a 4 dependiendo del aspecto a evaluar:

Color:	Olor:	Sabor:
0: Café	0: No existe	0: Agrio
1: Amarillo	1: Frutal	1: Agri dulce
2: Café – amarillento	2: Quemado	2: Dulce
3: Rojo	3: Alcohol	3: Amargo
4: Rojo claro		

Cada muestra correspondiente a cada tratamiento son entregadas a los panelistas con códigos numéricos escogidos al azar, para evitar que el panelista conozca a que tratamiento correspondió cada muestra.

4.4.2.2. Análisis descriptivo de las características estructurales de mermelada de piña elaborada con pectina de achotillo.

Se realizó pruebas organolépticas basadas en la metodología propuesta por Watts, (1995), con el fin de conocer la intensidad de las características estructurales de cada análisis descriptivo de la mermelada de piña adicionada con pectina de achotillo, esta se realizó mediante una prueba. Los panelistas marcan la intensidad de una característica específica, percibida en cada una de las muestras codificadas, para ello se utilizó una escala de intervalo, que va de menor a mayor intensidad. Para ello las muestras se presentaron en repeticiones pequeñas, codificados con números aleatorios de 3 dígitos, cada muestra recibió un código diferente, a cada panelista se le presentaron simultáneamente las muestras, en un orden aleatorio, se instruyeron a los panelistas para que evalúen independientemente cada una de las muestras con el propósito de minimizar la comparación entre muestra. Para el análisis de datos de la escala de categorías, las categorías se convierten en puntajes numéricos, asignando números sucesivos a las categorías, normalmente se dio un número de 1 a 2.3 a la categoría de menor intensidad, de 2.31 a 4.60 la poca intensidad y de 4.61 a 7 mayor intensidad. Para analizar los resultados de la escala lineal, las marcas de los panelistas se convierten en puntajes numéricos midiendo la distancia en cm de 1 a 7 cm, entre el extremo izquierdo hacia el extremo derecho, ejemplo:



Color: Amarillo claro Amarillo Amarillo oscuro	Textura: Muy suave Suave Dura	Sabor a piña: Bueno Ligero Agradable
Olor a piña: Escaso Moderado Intenso	Olor a pectina: Escaso Moderado Intenso	

Para los puntajes numéricos de cada muestra se tabularon y analizaron mediante la prueba estadística de Kruskal Wallis prueba de Tukey al 0.05%. Las pruebas se repitieron por triplicado para obtener varias repeticiones de los datos, esto permitieron medir el error experimental.

3.4.3. Análisis químico de mermelada de piña.

3.4.3.1. pH

Para el análisis de pH se utilizó un pH METHERM, que se introduce en la mermelada analizar, para tener una lectura exacta es necesario mantener sumergido algunos segundos el electrodo a fin de obtener la temperatura exacta. Al final del proceso se limpia la membrana del electrodo con papel o tela suave libre de pelusa y se deja sumergido en agua destilada.

3.4.3.2. Brix (%)

Para el análisis de brix se utilizó un refractómetro marca ABBE – ATAGO, que se le colocó de una a dos gotas de mermelada sobre la tapa del prisma y se procedió analizar la muestra, al cerrar el prisma la muestra debe distribuirse sobre la superficie, se debe orientar el aparato hacia una fuente de luz, mirar con el ojo en el campo visual una transición de un campo claro a uno oscuro, leer el número correspondiente en la escala este corresponde en %.

3.4.3.3. Acidez Titulable (%)

Para realizar la acidez titulable se toman 10gr de mermelada se le añade 10ml de agua y se agita para proceder a tomar la lectura.

$$Acidez = \frac{A \cdot B \cdot C}{D} \cdot 100$$

3.4.3.4. Humedad (%)

La determinación de humedad debe efectuarse por duplicado, calentando el crisol de porcelana durante 30min en la estufa en donde va a ser colocada la muestra, se deja enfriar a temperatura ambiente y luego pesar. Homogenizar la muestra y pesar 2gr con una aproximación al 0.1 mg, se lleva a la estufa a 130°C por 2 horas. Transcurrido este tiempo se saca y se dejar enfriar en el desecador por media hora para luego pesar con precisión.

Calculo.

$$\%H = \frac{W_2 - W_1}{W} \cdot X100$$

Donde:

W_0 = peso de la muestra (gr).

W_1 = peso del crisol más la muestra después del secado.

W_2 = peso del crisol más la muestra antes del secado.

3.4.3.5. Ceniza (%)

La determinación de ceniza se hizo por duplicado, colocando el crisol con el contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y se mantuvo allí durante unos pocos minutos para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si el crisol se introduce directamente en la mufla. Introdujo el crisol en la mufla a 600°C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene acabo de 3 horas). Se sacó el crisol con el contenido de cenizas, se dejó enfriar en el desecador y se procedió a pesar con una aproximación al 0,1mg.

Calculo.

Donde:

W_0 = peso de la muestra (gr).

W_1 = peso del crisol vacío.

W_2 = peso del crisol más la muestra calcinada.

$$\%C = \frac{W_2 - W_1}{W} \cdot X100$$



CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

4.1. Análisis físicos del fruto.

4.1.1. Diámetro.

4.1.1.1. Ecuatorial (cm)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 2,75. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó T2 (3,29 cm) estado maduro y el de menor valor en T1 (3,14 cm) estado verde, estableciéndose un promedio total de 3,22 cm para esta variable. Martínez, (2006), en sus estudios con achotillo mexicano indica un promedio de 2 a 5 cm de ancho, el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que se encuentran en este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, (ver cuadro 9).

4.1.1.2. Polar (cm)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 4,48. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó T2 (4,33 cm) estado maduro y el de menor valor en T1 (3,99 cm) estado verde estableciéndose un promedio total de 4,16 cm para esta variable. Martínez, (2006), en sus estudios con achotillo mexicano indica un promedio de 3 a 8 cm de largo, el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que se encuentran en este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, al igual que el diámetro ecuatorial, (ver cuadro 9).

4.1.1.3. Diámetro total (cm)

Según el análisis estadístico no existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 4.03, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (1,32 cm) estado maduro y el de menor en el T1 (1,28 cm) estado verde estableciéndose un promedio total de 1,30 cm, los valores superiores a 1 indican que el fruto es ovoide alargado a los polos, (Ver cuadro 9).

4.1.1.2. Peso unitario (gr)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 9,34. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (25,58 gr) estado maduro y el de menor valor en el T1 (16,78 gr) estado verde estableciéndose un promedio total de 21,18 gr, Martínez, (2006), en el estudio que le hace al achotillo mexicano indica un peso unitario de 50gr el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que se encuentra por debajo de este rango, siendo un fruto de tamaño pequeño, (ver cuadro 9).

4.1.1.3. Volumen (ml)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 11,99. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (22,65 ml) estado maduro y el de menor valor en el T1 (16,42 ml) estado verde estableciéndose un promedio total de 19,54 ml, el estudio que hace la UE, 2010, presenta un porcentaje de 3.3 % en volumen, presentando un porcentaje demasiado bajo comparados con los de la presente investigación, (ver cuadro 9).

4.1.1.4. Peso cascara (gr)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación es de 9,64. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (11,14 gr) estado maduro y el de menor valor en el T1 (9,96 gr) estado verde estableciéndose un promedio total de 9,05 gr, en el estudio del achotillo mexicano, Martínez, (2006), da un peso de cascara de 11,32 el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que se encuentran en este rango, (ver cuadro 9).

4.1.1.5. Peso semillas (gr)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de variación es de 16,88. Numéricamente el

tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (4,36 gr) estado maduro y el de menor valor en el T1 (3,34 gr) estado verde estableciéndose un promedio total de 3,85 gr, Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano indica un promedio de 2,4 gr, el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores mayores, siendo un fruto de tamaño grande, (ver cuadro 9).

4.1.1.6. Peso mucilago (gr)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación es de 17,92. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (10,08 gr) estado maduro y el de menor valor en el T1 (6,68 gr) estado verde estableciéndose un promedio total de 8,28 gr, Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano indica un promedio de 12,22 gr, el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que se encuentran por debajo de este rango, siendo un fruto de tamaño mediano, (ver cuadro 9).

4.1.1.7. Rendimiento de la pulpa (%)

Según el análisis estadístico los tratamientos no demuestran diferencia significativa entre ellas, reflejando un Coeficiente de Variación de 10,77, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (38,99 gr) estado maduro y el de menor en el T1 (36,78 gr) estado verde estableciéndose un promedio total de 37,39 gr, Martínez, (2006), en su estudio del achotillo mexicano indica un promedio de 30,32 gr, el achotillo cultivado en la zona de Buena Fe presenta valores que superan este rango, siendo un fruto de tamaño grande, (ver cuadro 9).

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

Cuadro N° 9.- Análisis estadístico de los valores obtenidos para parámetros físicos de achotillos en estado fisiológico verde y maduro, procedente del cantón “Buena Fe” 2013.

Tratamiento	Parámetros físicos								
	D.E (cm)	D.P (cm)	D.T (cm)	P.U (gr)	V (ml)	P.C (gr)	P.S (gr)	P.M (gr)	R.P (gr)
1	3,14 b	3,99 b	1,28a	16,78 b	16,42 b	9,96 a	3,34a	6,68a	36,78a
2	3,29 a	4,33 a	1,32a	25,58 a	22,65 a	11,14 b	4,36 b	10,08 b	38,99a
Promedio	3,22	4,16	1,30	21,18	19,54	9,05	3,85	8,28	37,39
CV	2,75	4,48	4,03	9,34	11,99	9,64	16,88	17,92	10,77

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

D.E: diámetro ecuatorial. D.P: diámetro polar. D.T: diámetro total. P.U: peso unitario. V: volumen. P.C: peso cascara. P.S: peso semilla. P.M: peso mucilago. R.P: rendimiento pulpa.

4.2. Análisis químicos del fruto.

4.2.1. pH

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, está variable refleja un Coeficiente de Variación de 2.23, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (5,09 pH) estado maduro y el de menor en el T1 (4,80 pH) estado verde estableciéndose un promedio total de 4,95, Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano, en el estado fisiológico verde el pH es de 3,25 y del maduro 3,60 esto está por debajo de los resultados obtenidos en la presente investigación, (ver cuadro 10).

4.2.2. Brix (%)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, está variable refleja un Coeficiente de Variación de 3.56, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (19,44 brix) estado maduro y el de menor en el T1 (16,14 brix) estado verde estableciéndose un promedio total de 17,79 brix, Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano, el estado fisiológico verde los Brix son 16,0 y de maduro 19,75 estos resultados no superan los datos obtenidos en la presente investigación, (ver cuadro 10).

4.2.3. Acidez (%)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación es de 11.14, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (6,23%) estado maduro y el de menor en el T1 (3,30%) estado verde estableciéndose un promedio total de 4,77 %. Según Martínez, (2006), en su estudio al achotillo mexicano, en el estado fisiológico verde la acidez es de 1,70 y en maduro 1,10 estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, (ver cuadro 10).

4.2.4. Índice de madurez (%)

Según el análisis estadístico existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta variable refleja un Coeficiente de Variación de 21.62, pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en el T2 (5,42%) estado maduro y el de menor en el T1 (3,24%) estado verde estableciéndose un promedio total de 4,33 %, (ver cuadro 10).

Cuadro N°10.- Análisis estadístico de los valores obtenidos para parámetros químicos de achotillos en estado fisiológico verde y maduro, procedente del cantón “Buena Fe” 2013.

Tratamiento	TRATAMIENTOS QUIMICOS DEL FRUTO DE ACHOTILLO.			
	pH	Brix	Acidez (%)	Índice de madurez (%)
1	4,80 b	16,14b	3,30 b	3,24 b
2	5,09 a	19,44 a	6,23 a	5,42 a
Promedio	4,95	17,79	4,77	4,33
CV	2,23	3,56	11,14	21,62

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.3. Análisis de la pectina extraída.

4.3.1. Análisis físicos.

4.3.1.1. Rendimiento (gr)

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, reflejando un Coeficiente de Variación de 4,19. Numéricamente el

tratamiento con mayor rendimiento se presenta en el T7 (4,01) que es el valor de achotillo maduro a una temperatura de 100°C a 60 min y el de menor valor en el T6 (3,05), achotillo verde a una temperatura de 85°C a 60 min, estableciéndose un promedio total de 3.62. Estos resultados son inferiores a la investigación de Addosio, et.al, (2005), en la extracción de pectina de Perchita que en el estado fisiológico verde obtiene 14,06 gr y en el estado fisiológico maduro es de 11,11 gr. En cambio para, Barazarte, (2008), en la investigación de extracción de pectina de la cascara de cacao tiene un rendimiento de 3,89 gr, que están en el rango de la presente investigación, (Ver cuadro 11).

4.3.1.2. Precipitación en alcohol

En esta variable se observa que en todos los tratamientos presentan una reacción favorable al precipitado de la pectina en alcohol. (Ver cuadro 11).

4.3.1.3. Solubilidad en agua

En esta variable se observa que en todos los tratamientos presentan una reacción favorable al precipitado de la pectina en agua. (Ver cuadro 11).

4.3.1.4. Gelificación en agua

En esta variable se observa que en todos los tratamientos presentan una reacción favorable al precipitado de la pectina en gelificación en agua. (Ver cuadro 11).

4.3.1.5. Solubilidad en alcohol

En esta variable se observa que en todos los tratamientos no presentan reacción una favorable al precipitado de la pectina en agua. (Ver cuadro 11).

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

Cuadro N°11.- Resultado de los análisis físicos de pectina extraída de achotillo (*Nephelum lappceum*) en dos estado de madurez.

Tratamientos	Fruto Verde				Fruto Maduro				Prom	C.V
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
Tem/tiem	85/60	85/90	100/60	100/90	85/60	85/90	100/60	100/90		
Rendimiento (gr)	3,55a	3,7 a	3,59 a	3,66 a	3,32 a	3,05 a	4,01 a	4,0 a	3,62	48,19
Precipitación en alcohol	+	+	+	+	+	+	+	+		
Solubilidad en agua	+	+	+	+	+	+	+	+		
Gelificación en agua	+	+	+	+	+	+	+	+		
Solubilidad en alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-		

4.3.2. Análisis químicos de la pectina extraída.

4.3.2.1. pH

Según el análisis estadístico T1, T2, T3, y T4 muestran diferencia significativa con T5, T6, T7, Y T8 reflejado en Coeficiente de Variación de 0,32. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es T1 (3,25) estado verde y el de menor valor es el T7 (3,03) estado maduro para esta variable se obtuvo un promedio total de 3,14. Ramos, (2013), en sus investigaciones con pectina de cítricos (limón, toronja y naranja) en dos estados de madurez concuerda con los resultados de esta investigación indicando que los valores de pH en estado verde son superiores a los del estado maduro, en sus conclusiones comenta que posiblemente esto es debido a la alta cantidad de polisacáridos y compuestos volátiles terpenicos presentes en la cascara que dan el sabor y olor del fruto, esta cualidad la pierde a medida que avanza su estado de madurez, así mismo Rivadeneira, 2010, quien en sus estudios con pectina de maracuyá madura indica que a una temperatura de 90°C a 80 min obtiene pectina con un pH 3,0 concordando con el estado maduro de esta investigación donde se obtiene valores entre 3,03 y 3.04 (ver cuadro 12).

4.3.2.2. Humedad (%)

Según el análisis estadístico T1, T2, T3, Y T4 muestra diferencia significativa con T5, T6, T7, y T8 reflejando un Coeficiente de Variación de 21.27. Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de humedad se presenta en el T7 (9,66) estado maduro y el de menor valor en el T2 (2.88) estado verde, para esta variable

se obtiene un promedio total de 6,53. Estos valores son cercanos a los obtenidos por Addosio, et. al, 2005, donde obtiene pectina de Maracuyá madura "Parchita", a diferentes temperaturas 90 y 95°C a 90min obteniendo valores para el estado maduro 10,09 pero para el estado verde contrasta con los de esta investigación porque se incrementa ligeramente a 10,54 esto debido al grosor de la cutícula cerosa del fruto de maracuyá lo cual impide ganar o perder excesivamente humedad, así mismo Vásquez, (2008), en extracción de pectina en Plátano, presenta un rango promedio de humedad en estado fisiológico verde 10,62% esto debido a que la planta de plátano al poseer pseudotallo, necesita mayor cantidad de agua en sus tejidos de reserva y por ende en el fruto. Estos valores discutidos no se asemejan al de este estudio por la diferencia de tamaño de los frutos de achotillo evaluados con los estudiados por los autores citados (ver cuadro 12).

4.3.2.3. Gelificacion (min)

Según el análisis estadístico T1, T2, T3, Y T4 muestra diferencia significativa con T5, T6, T7, y T8 reflejando un Coeficiente de Variación de 7.28. Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de gelificación se presenta en el T7 (115 min) estado maduro y el de menor valor en el T1 (68 min) estado verde, estableciéndose un promedio total de 94,00. Estos resultados son superiores a los investigados por Addosio, et.al, (2005), en la extracción de pectina de Parchita que en el estado fisiológico verde gelifica en 3:08 min y en el estado fisiológico maduro gelifica en 4:38 min, a una temperatura de 90 y 95°C a 80 min, así mismo Aravantino, (1992), reporta que en sus resultados de la pectina extraída en naranja estos son influenciados por la temperatura, tiempo de extracción y pH sobre los resultados de las "unidades de gelificación" el autor citado realiza investigaciones a pH 1,20; 1,60; y 2,00 y temperaturas de 75, 85, y 95 °C a 20, 40 y 60 minutos a medida que estos valores varían también lo hace el índice de gelificacion. (ver cuadro 12).

Cuadro N°12.- Resultado de los análisis químicos de la pectina extraída de achotillo (*Nephelum lappceum*) en dos estado de madurez.

Tratamiento	Detalle	pH	Humedad (%)	Gelificacion (min)
1	Verde + 85°C + 60 min	3,25b	5,08 b	68 b
2	Verde + 85°C + 90 min	3,22b	2,88 b	78 b
3	Verde + 100°C + 60 min	3,24b	2,96 b	79 b
4	Verde + 100°C + 90 min	3,23b	2,96 b	81 b
5	Maduro + 85°C + 60 min	3,04 a	9,58 a	110 a
6	Maduro + 85°C + 90 min	3,04 a	9,57 a	111 a
7	Maduro + 100°C + 60 min	3,03 a	9,66 a	115 a
8	Maduro + 100°C + 90 min	3,04 a	9,53 a	109 a
Promedio		3,14	6,53	94,00
CV (%)		0,32	21,27	7,28

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.3.3. Análisis descriptivo de las características estructurales de pectina de achotillo.

Los resultados en las combinaciones de temperatura y tiempo indicaron para el estado fisiológico verde un color entre café y café-amarillento, mientras que en el estado fisiológico maduro presento un color entre rojo y rojo claro, el sabor en estado verde marco un sabor agrio mientras que para el estado maduro reflejo un sabor agri-dulce, así mismo todas denotaron el olor frutal característico del achotillo. (Ver cuadro 13).

Cuadro N °13.- Análisis descriptivo de las características estructurales de pectina de achotillo (*Nephelum lappceum*) en dos estados de madurez.

Características organolépticas pectina								
	Pectina fruto verde				Pectina fruto maduro			
Tem/tiem.	100/60	100/90	85/60	85/90	100/60	100/90	85/60	85/90
Color	Café - Amarillento	Café - Amarillento	Café	Café - amarillo	Rojo claro	Rojo	Rojo claro	Rojo claro
Sabor	Agria	Agria	Agria	Agria	Agri-dulce	Agri-dulce	Agri-dulce	Agri-dulce
Olor	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal

4.3.4. Análisis descriptivo de las características estructurales de mermelada de piña elaborada con pectina de Achotillo (*Nephelum lappceum*).

En base a las repuestas emitidas por los catadores, y en la escala previamente establecida, se deduce que la mermelada presento un color amarillo, un olor a pectina escaso, olor a piña moderado, sabor a piña moderado, y por ultimo una textura suave.

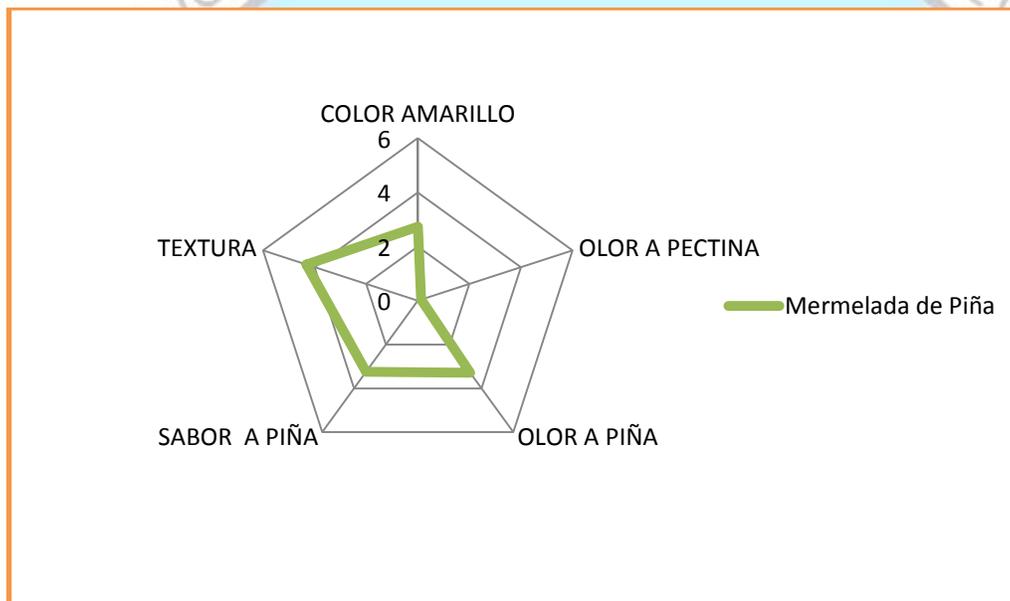


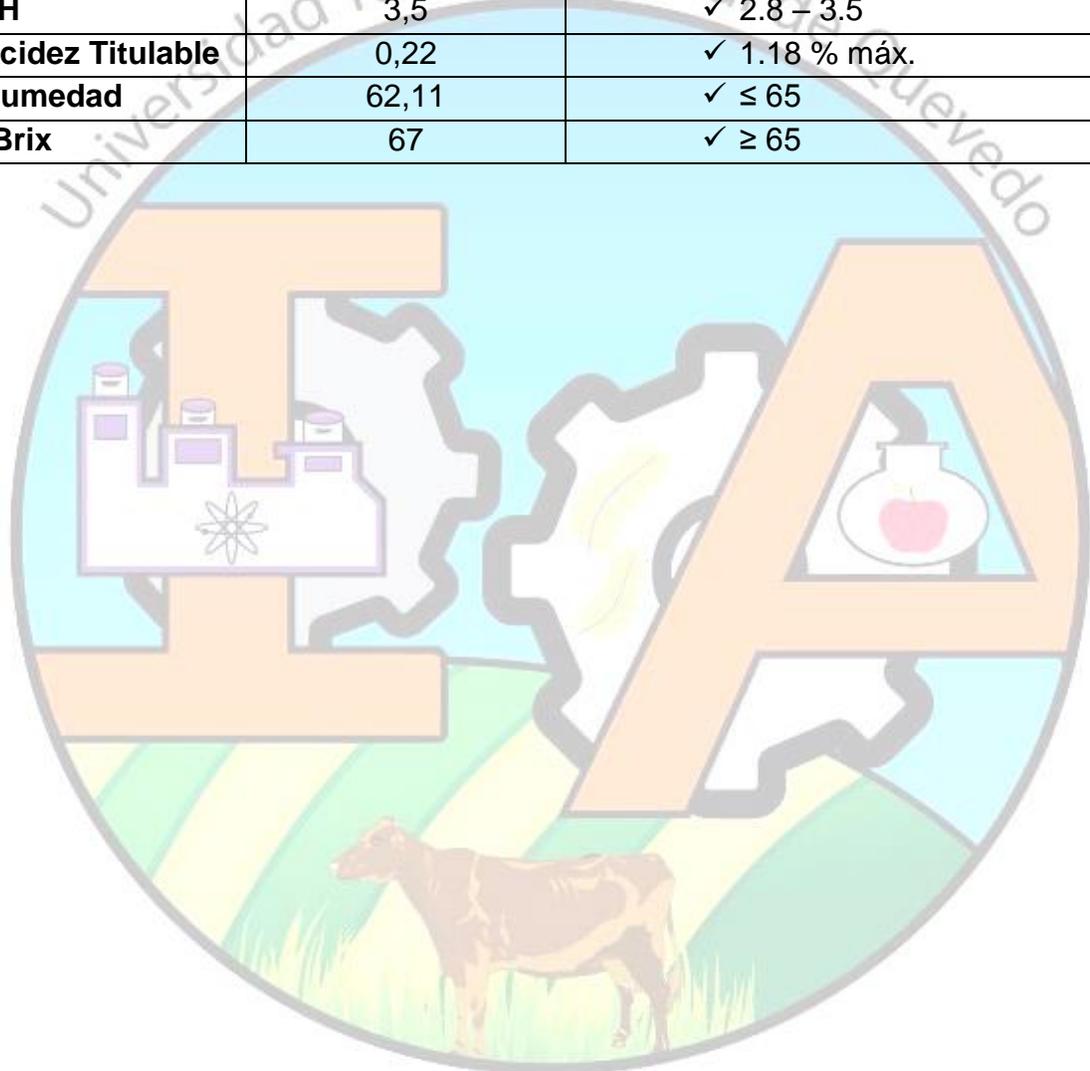
Figura N°1.- Análisis descriptivo de las características estructurales de mermelada de piña elaborada con pectina de Achotillo (*Nephelum lappceum*).

4.3.5. Análisis bromatológicos a la mermelada elaborada con pectina de achotillo.

Para la variable de ceniza presentó un promedio de 0.58, pH 3.5 también con una acidez Titulable de 0.222%, para la humedad presento 62,11% y para el análisis de los Brix tenemos un promedio de 67. Todos estos valores cumplen con lo establecido por el rango permitido en las Normas de Calidad para Mermeladas de Nicaragua (Normas Jurídicas de Nicaragua, 2010). (Ver cuadro 14).

Cuadro N°14.- Análisis bromatológico al mejor tratamiento mermelada adicionada con pectina de achotillo (*Nephelium lappceum*).

Análisis Bromatológicos.		
	Promedios Obtenidos	Codex Alimentarius Nicaragua (2010)
Ceniza	0,58	✓ 0.01 – 0.1
pH	3,5	✓ 2.8 – 3.5
Acidez Titulable	0,22	✓ 1.18 % máx.
Humedad	62,11	✓ ≤ 65
°Brix	67	✓ ≥ 65



Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

5.1. Conclusiones.

- Según los parámetros físicos demuestran que es un fruto alargado a los polos, oblongo, de tamaño mediano, exceso de peso en semilla, y promedio aceptable de mucilago considerando que es un cultivo no tecnificado de donde se obtuvo los frutos, los parámetros químicos como pH, acidez y °Brix, siendo muy dulce, poco ácido, esto indica valores aceptables para su industrialización, siendo más aceptable en estado maduro.
- La pectina obtenida de la cascara del fruto tubo mejor rendimiento para el tratamiento maduro + 100°C + 60 min (4.01 gr por cada 200 gramos de cascara).
- Organolépticamente la pectina presento colores para el estado verde entre, café –amarillento y sabor agrio, para maduro rojo – claro y agri-dulce, siendo estos característicos del color de madurez del fruto, así como también presento un grado de gelificación que se incrementa a medida que el estado fisiológica pasa de verde a maduro y este es afectado por las condiciones de pH y humedad, dicho grado de gelificación es muy lento comparado con los discutidos en la bibliografía.
- El uso de pectina de achotillo de los tratamientos de mejor rendimiento (verde y maduro) en mermelada de piña no diferencio los valores organolépticos de la piña, pero si en la consistencia, los niveles de aceptación fueron Agradables siendo el mejor el estado maduro.

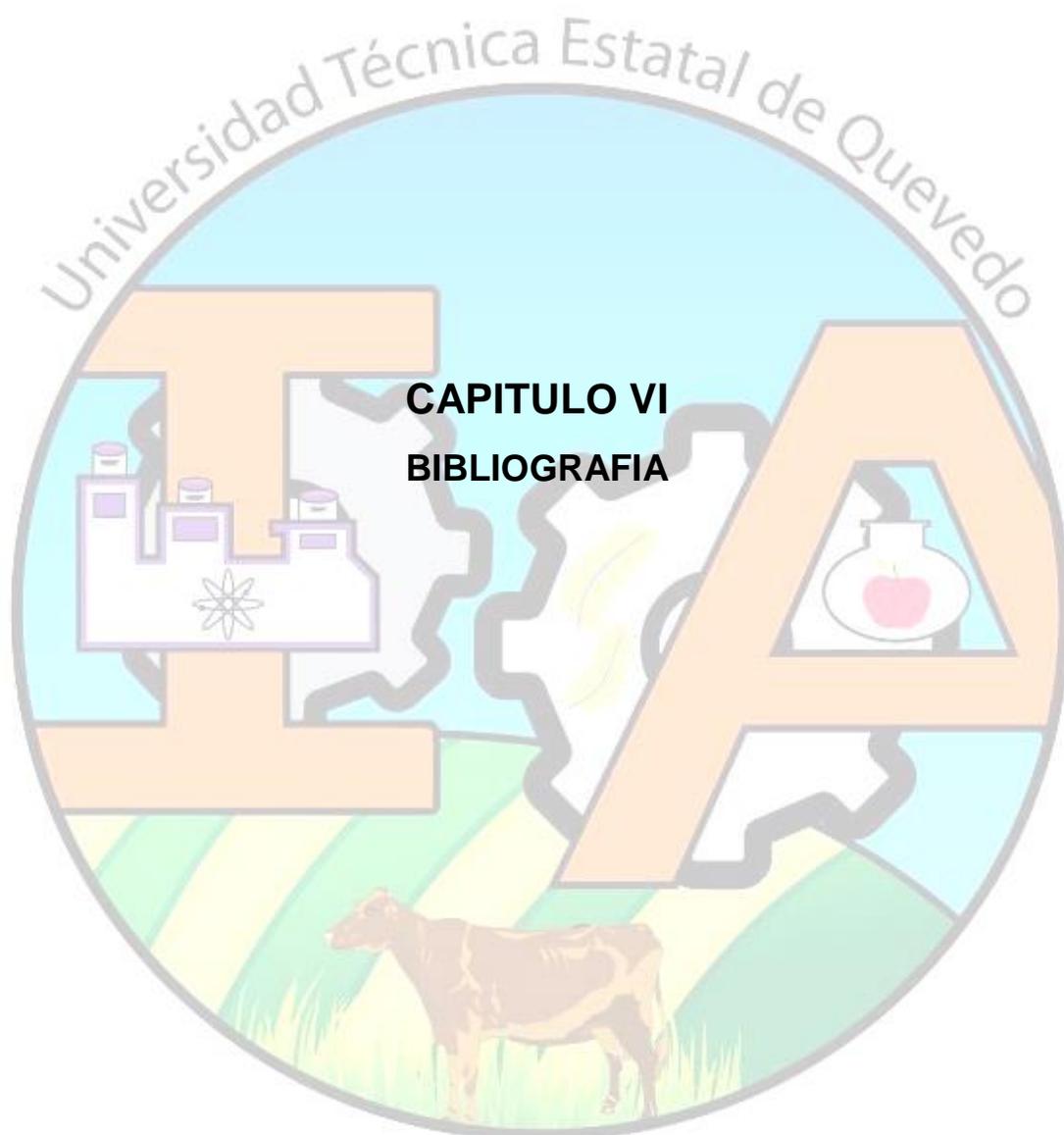
Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda investigar otros métodos de extracción de pectina con diferentes tipos de ácidos y concentraciones, comparar el rendimiento con el método aplicado en esta investigación, así también que se realice al menos 2 veces el proceso de filtrado para obtener un buen rendimiento para así reducir las pérdidas.
- Investigar frutos de achotillo de plantaciones tecnificadas dedicadas a la exportación de este fruto, y valorar las diferencias con esta investigación.



Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos



CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addosio, G; Páez, M; Marín, Z; Mármol, J; Ferrer, M. 2005 Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Apartado Maracaibo Venezuela. al. 2006 "The Rehydration Of Dehydrated Foods" Rev. Chile. nutr. [online]. Dec.
- Aravantinos, Z. 1992. The effect of nitric acid extraction variables of orange pectin. J. Sci. Food Agric. 60, 127-129.
- Badillo, V. 2000, Áreas para el Género de *Vasconsellea* Facultad de Agronomía. Instituto de Botánica Agrícola Universidad Central de Venezuela: Maracaibo-Venezuela. p. 74-79.
- Badui, S. 2000, Química de los Alimentos. Editorial Alambra. 3.era. ed. México, Mexico.
- Barazarte, J. 2008, La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente Bangkok, Thailand.
- Camacho, G. 2000, Obtención de Mermeladas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA.
- Camejo, C. 2006, Extracción y caracterización de pectina en toronja en la región Zuliana. 1994 [cited 10/11/2006 Chemists St Paul, Minnesota.
- Contreras, J. 2003, "Purificación y Caracterización de Pectinas, vol.33, no.3 [cited 27 April 2008], p.527-538.34, No. 2, Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia 2002 Acribia, Zaragoza, España. Pág.102-106, 141-143
- D'Addosio, R. 2005, Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), Revista Facultad de Agronomía:

- Damasio, A. 1991. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. PhilosTrans R SocLond B BiolSci, 351, 1413-1420.
- Días, M. 2006, Manual de ingeniero de Alimentos. Editorial "Grupo Latino". Universidad de Cartagena. Colombia edulis) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad
- Eccehomo, I. 2002, Isotermas de sorcion y Secado de Pectinas de Café. REVISTA COLOMBIANA DE FÍSICA, VOL.34, No. 2, Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia
- Escalante, P. 2004, Comportamiento vegetativo del rambután (Nepheliumlappaceum L.) bajo tres condiciones agroecológicas. TesisExactas Universidad Nacional de la Plata. Argentina. 2003).
- Fennema, T. 2000, Química de alimentos. España: Editorial Acribia, S.A. pp. 141-143.
- Fraire, V. 2001, El Rambutan: Alternativa para la producción frutícola.
- García, R. 2004, "Secado". Facultad de ciencias y Humanidades Sustancias pécticas: química y aplicaciones. Secretariado de Publicaciones e intercambio científico. Universidad de Murcia.
- JICA. 1999, Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Estudio de desarrollo integral de agricultura, ganadería y desarrollo rural de la región del soconusco.
- Kashyap, Y. 2001, Applications of pectinases in the comercial sector: A rewiwBioresource technology 77: 215-227.
- Labuza, P. 2008, Moisture sorption: practical aspects ofPoligalacturonasas de AspergillusKawachii". Tesis, Facultad de ciencias
- Navarro, G.; Navarro, S. 1985, "Sustancias pécticas: química y aplicaciones". Secretariado de publicaciones e intercambio científico. Universidad de Múrcia.

- Normas Jurídicas de Nicaragua, 2010, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Mermelada de cítricos. Criterios esenciales de composición, calidad e higiene. NTON 03 086-09. Aprobada el 22 de Abril del 2010 Publicada en La Gaceta No. 202 del 22 de Octubre del 2010
- MAG: 2008, Ministerio de Ganadería y Agricultura del Ecuador, Agencias de servicios de Agrocalidad.
- Marin, B. 2006, Secado de Pectinas de Café. REVISTA COLOMBIANA DE FÍSICA,
- Martinez, G. 2006, Diagnostico del sistema de produccion de rambutan en la region Soconusco, Chiapas. Universidad Autonoma Chapingo.Mexicana, Mexico D.F, Mexico. Minnesota 2008
- Morales, S. 2006, Conservación ex-situ de Vasconcellea y Rubus en la Región Sur del Ecuador, in Escuela de Agropecuaria. Universidad Técnica Particular de Loja: Loja. p.108p.
- Prima, E. 2001, Características gelificantes de la pectina de girasol. Rev. Agroquím. Technol. Alim. 19(2): 363-366.
- Ramírez, T. 2003, Guía para la propagación del rambutan en Honduras. FHIA, San Pedro Sula, Honduras.
- Ramos, P. 2013. Proyecto: Calidad post cosecha y rendimiento de subproductos alternativos de las principales variedades de cítricos producidos en el Cantón “Las Naves” UTEQ - SENESCYT. Concurso galardones a investigadores estudiantiles.
- Rivadeneira, M. 2010, Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (*Passiflorae dulis*).
- Sinkler, T. y J. Radler, 2001. Effect of oxidative browning of apple pulp on the enzymatic extraction. Food Sci. Technol. 11(3):113-116.

Turquois, I., Rinaudo, M., Travel, F. y Heraud, A. 2000, Extraction of highly gelling pectic substances from sugar beet pulp and potato pulp : influence of extrinsic parameters on their gelling properties. FoodHydrocolloids 13: 255-262.

U.E. 2010, Unión Europea División de Promoción de Exportación. Ficha N° 43
Universidad del Valle de Guatemala.

Vásquez, D. 2008, Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (Musa AAB, subgrupo plátano) clon Hartón Pectin extraction from plantain (Musa AAB, sub-group plantain) peel, Harton clone Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia

Yaguache, S. 2003, Diversidad genética y filogenia de los Géneros Vasconcellea del sur del Ecuador, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables., Universidad Nacional de Loja: Loja-Ecuador

Watts. B, 1995. Métodos Sensoriales Básicas para la Evaluación de Alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá.

World conservation monitoring centre. 2006, El Centro Mundial de vigilancia de la Conservación del Rambután Especies Amenazadas. IUCN. 2006.



Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos



CAPITULO VII
ANEXOS

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

7.2. Recolección del fruto.



RECOLECCION DEL FRUTO.



FRUTO VERDE.



FRUTO MADURO.

7.2.2. Análisis físicos del fruto.



FRUTO EN CAJA PETRIC.



ORDENADO POR MADUREZ.



PESO DEL DESPERDICIO.

7.2.3. Análisis químicos del fruto.



ANALISIS DE GRADOS BRIX.



PEACHIMETRO.



DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE.

7.3. Extracción de pectina.



PESO DE CASCARA DEL FRUTO.



INACTIVACION DE BACTERIAS.



TOMA DE TEMPERATURAS.



TOMA DE TEMPERATURAS A LA PECTINA.



EXTRACCION DE LA PECTINA.



TOMA DE TEMPERATURA.



PECTINA LIQUIDA.



PECTINA LIQUIDA PURA.



PECTINA EN POLVO.

7.3.1. Análisis de la pectina extraída.



ANALISIS DE GELIFICACION.



ANALISIS DE pH.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

7.4. Elaboración de mermelada.



PESO DE LA FRUTA.



PELADO DEL FRUTO.



DESPERDICIO DEL FRUTO.



7.4.1. Análisis del mejor tratamiento de la mermelada.



ANALIS DE GRADOS BRUX.



ANALISIS DE pH.



ANALISIS DE ACIDEZ TITULABLE.

7.5. Degustación de la mermelada.



EXPLICACION DE LA TEORIA.



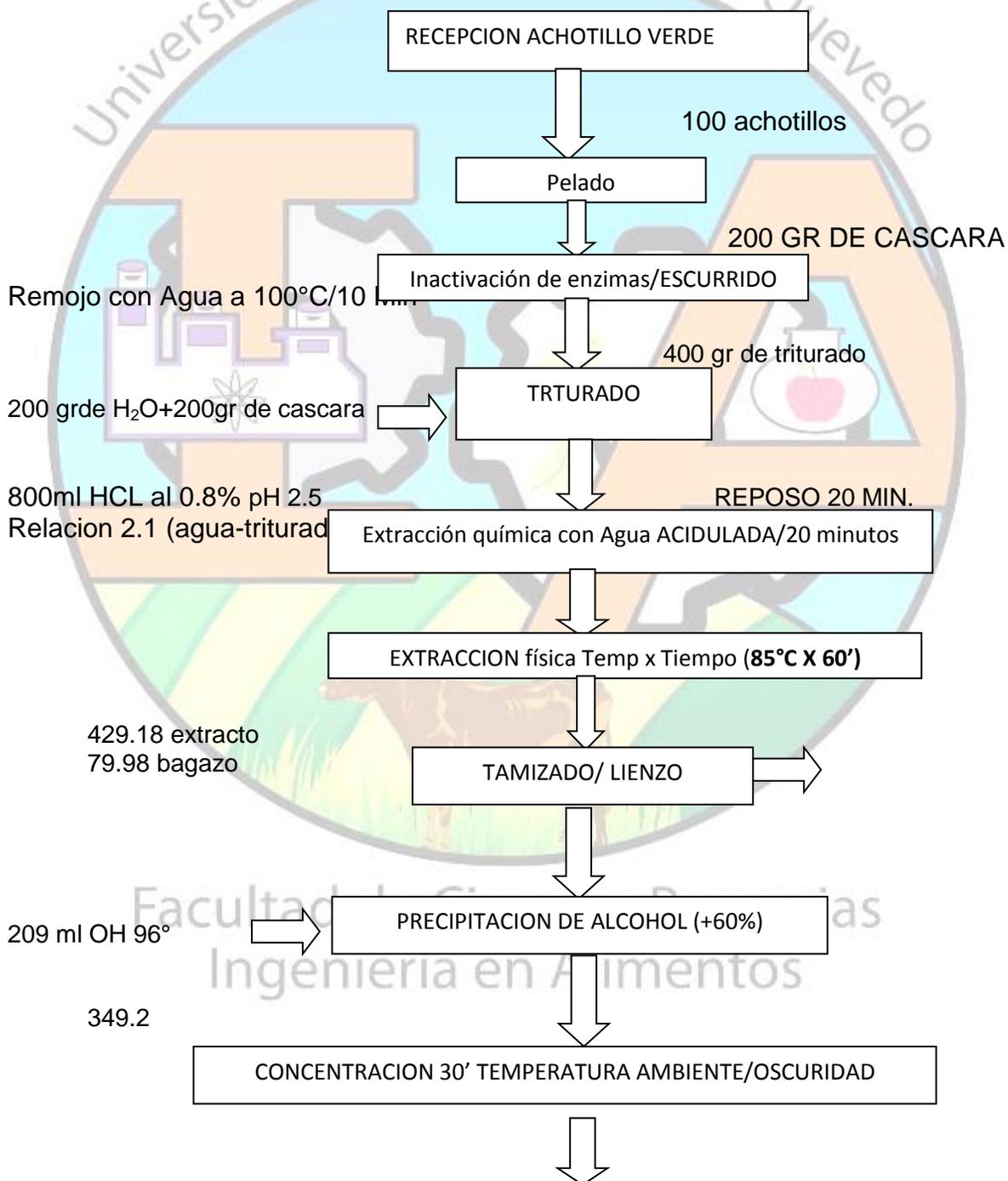
PANELISTAS.



7.7. Flujo gramas de extracción de pectina de cascara de achotillo verde a temperatura 85°C+60minu.

Repetición 1 a 85°C a 60 min

FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.



349.2

TAMIZADO/ LIENZO

558.79 ml

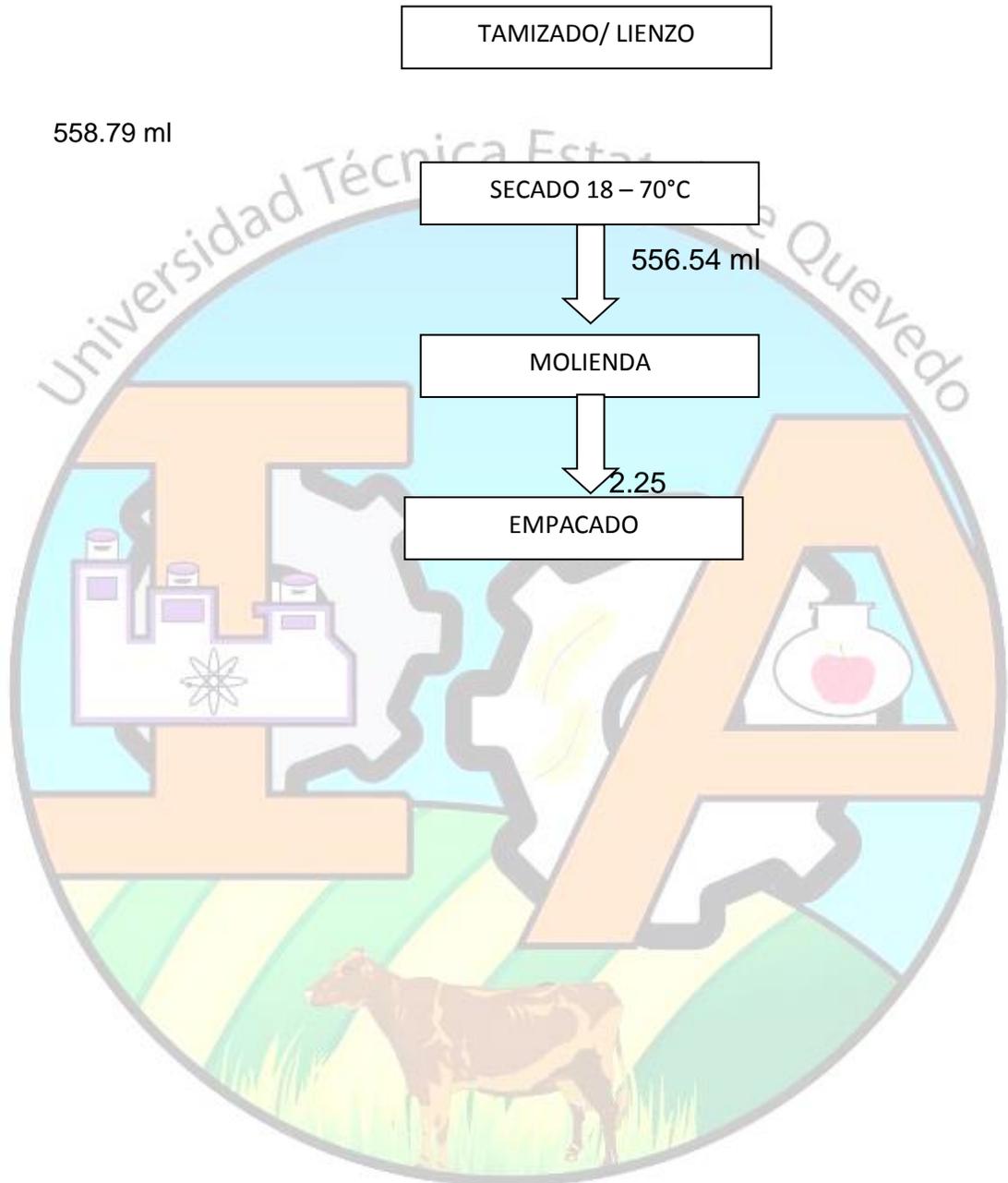
SECADO 18 – 70°C

556.54 ml

MOLIENDA

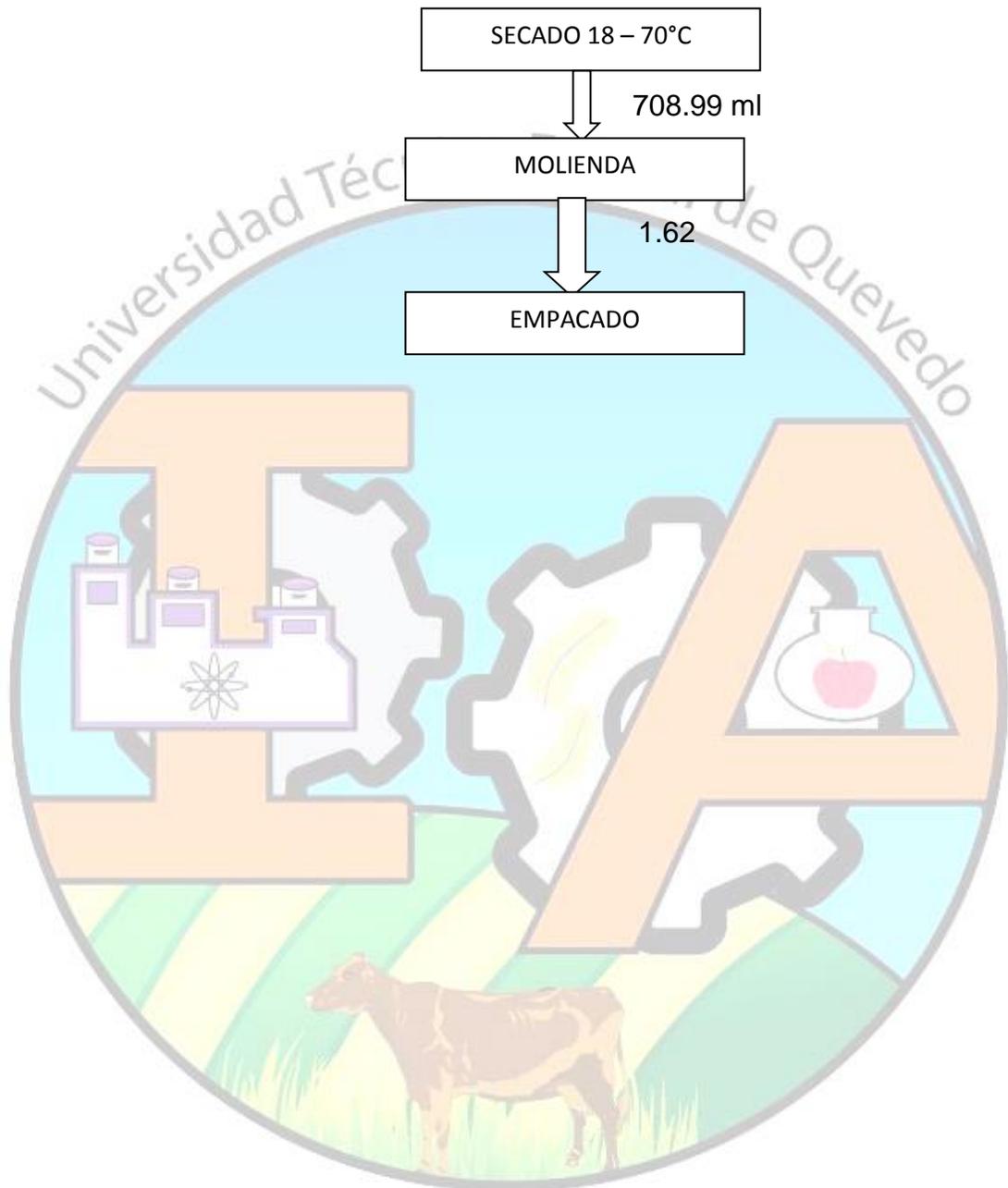
2.25

EMPACADO



Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

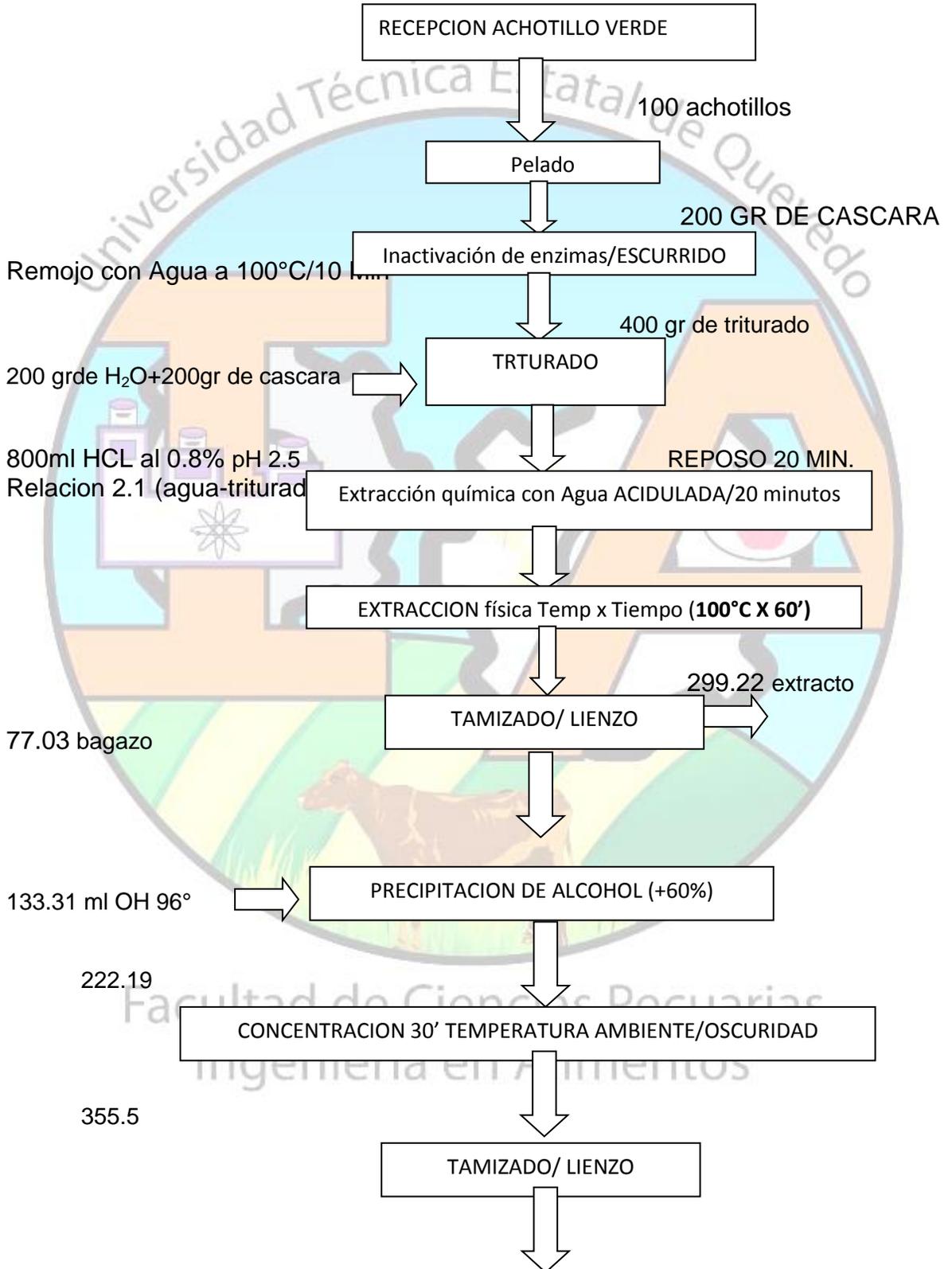
710.61 ml



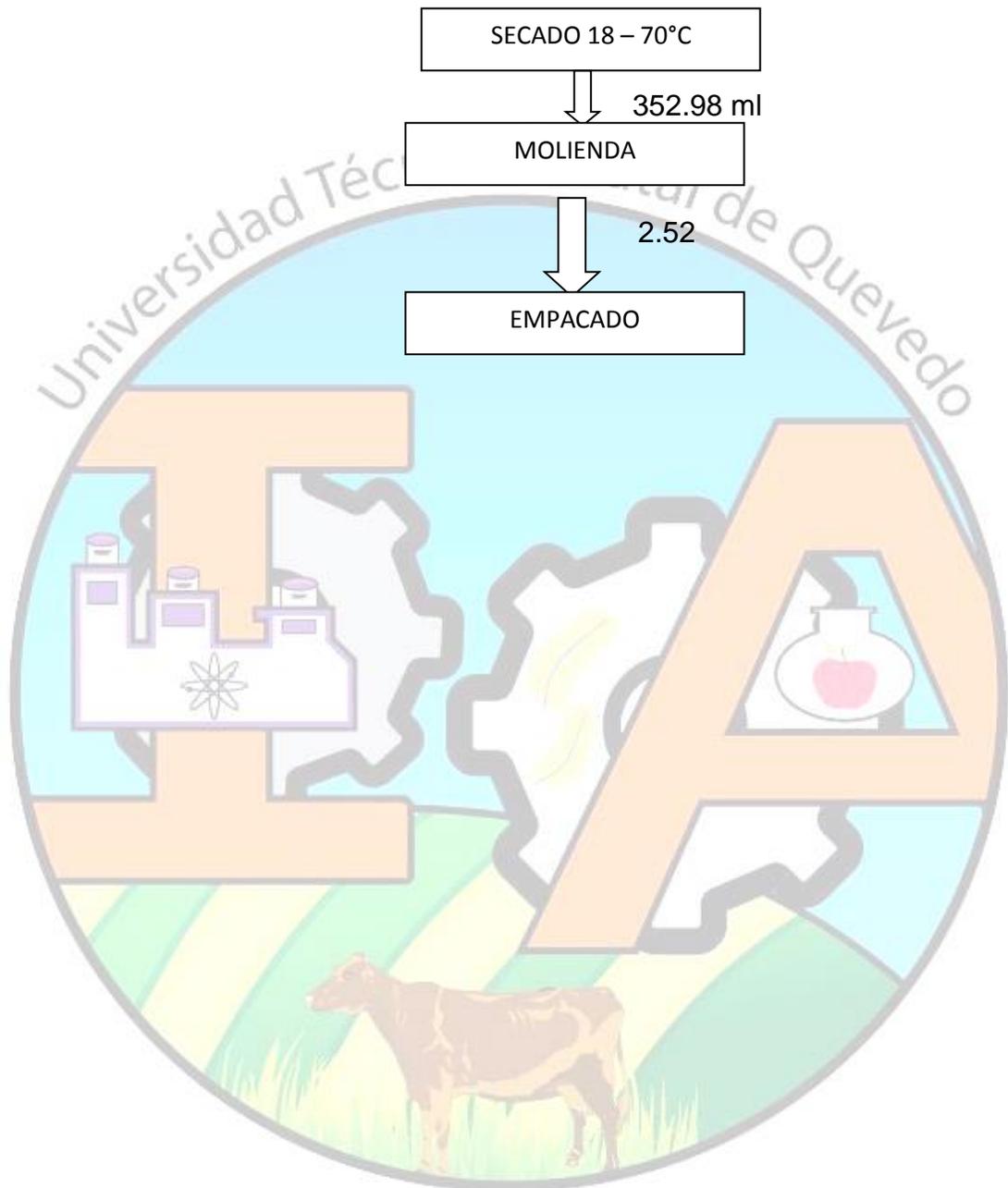
Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.

Repetición 1. 100°C a 60 min



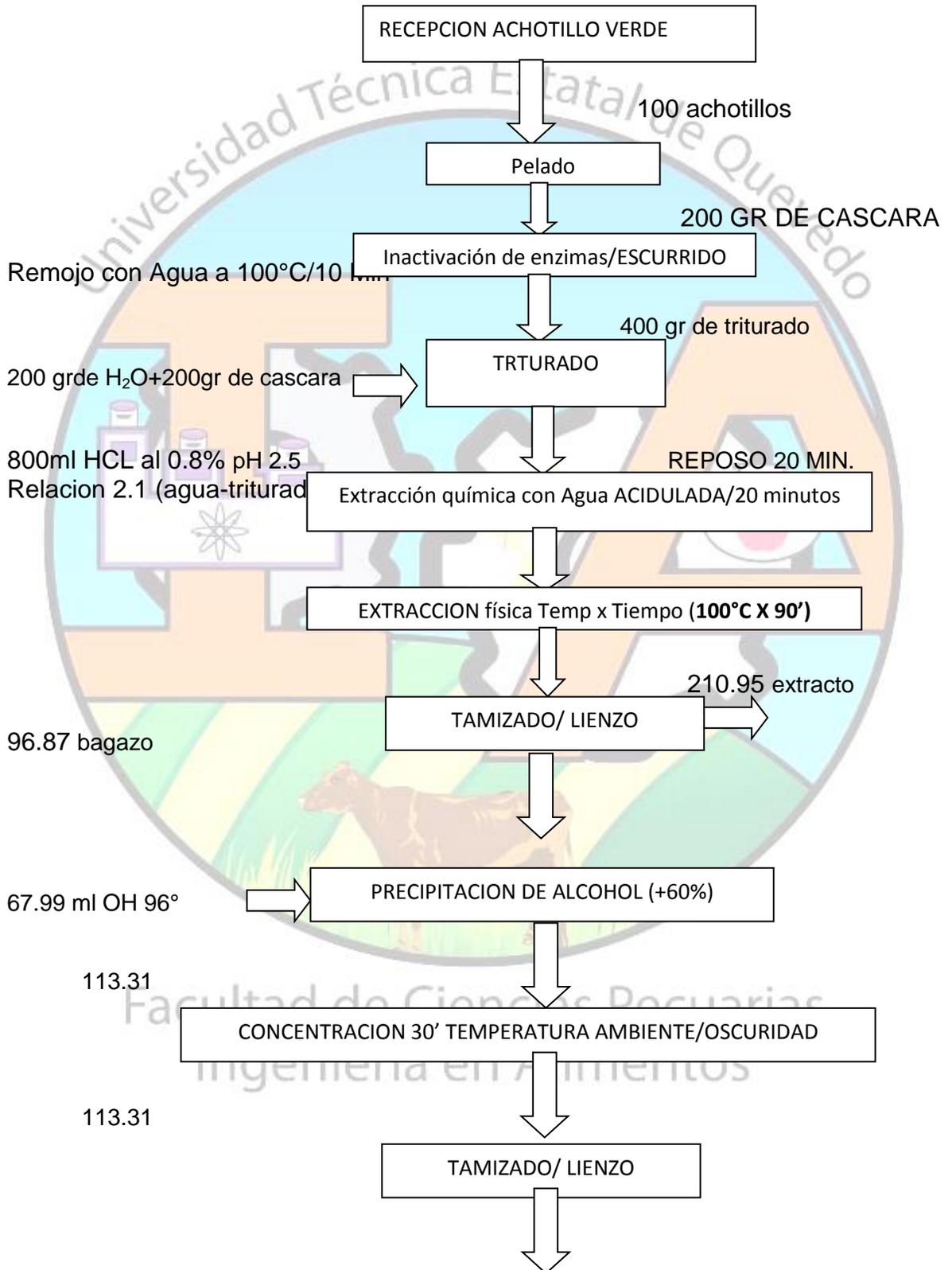
355.5 ml



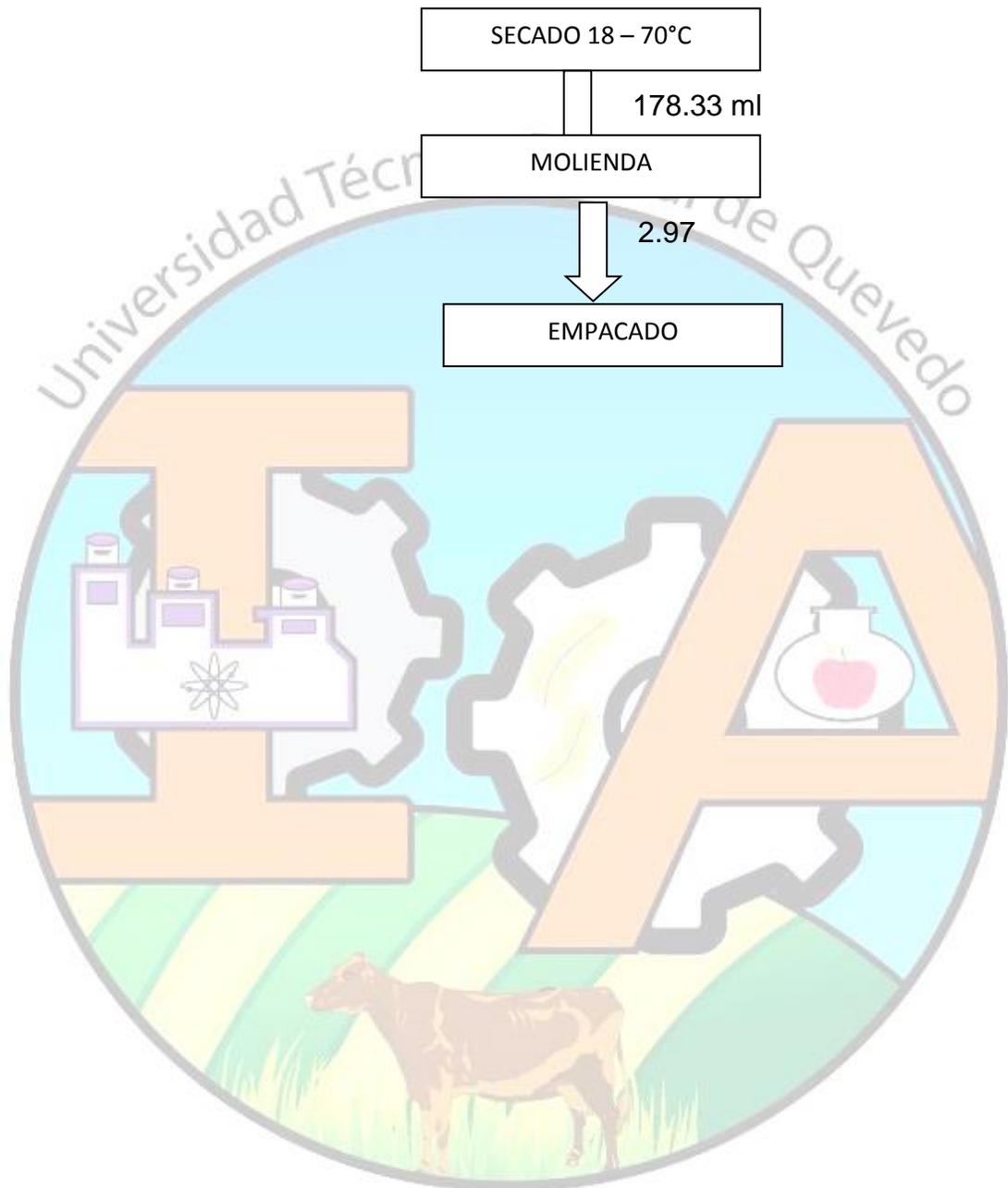
Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.

Repetición 1 a 100°C a 90 min



181.3 ml

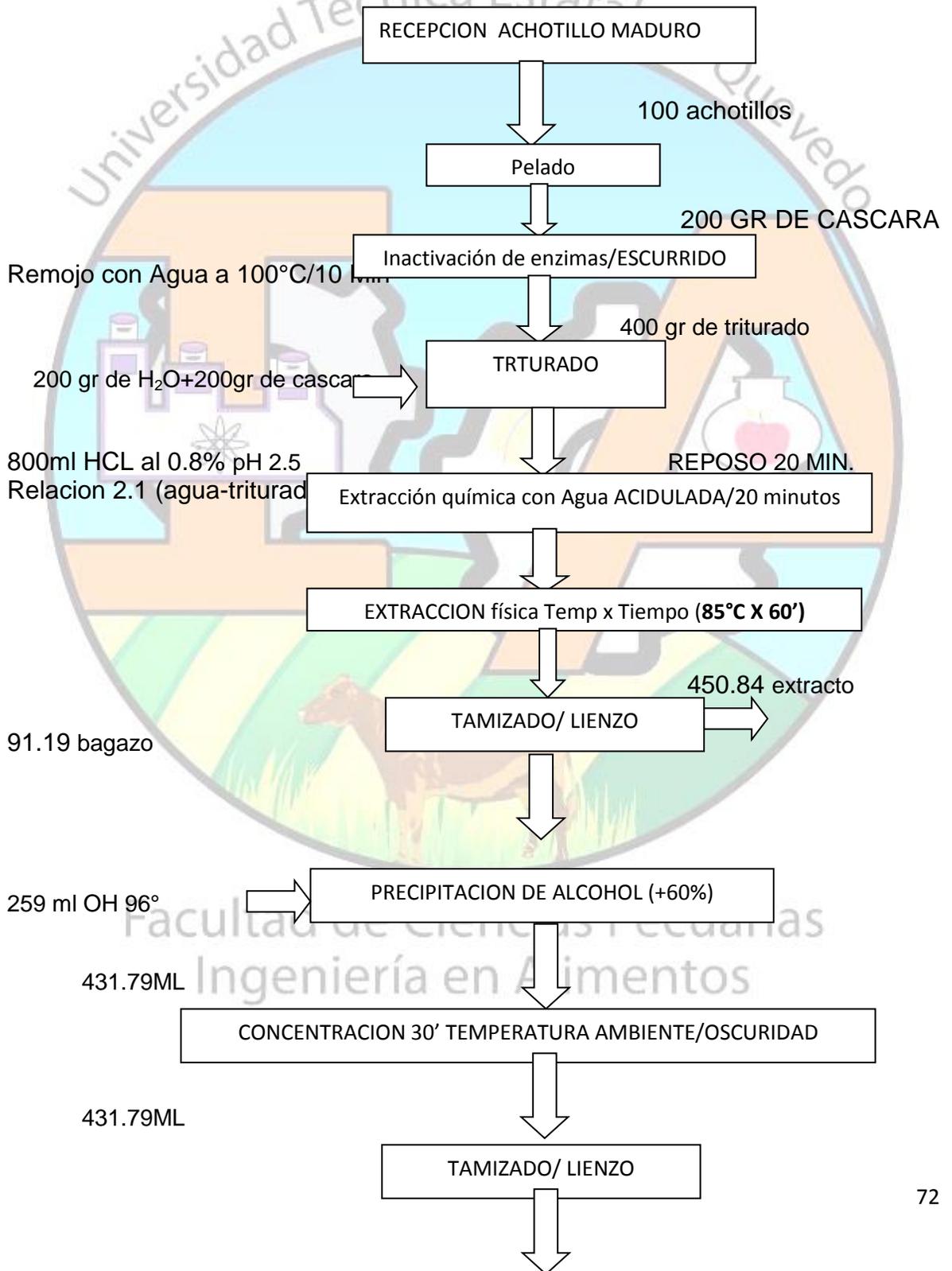


Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

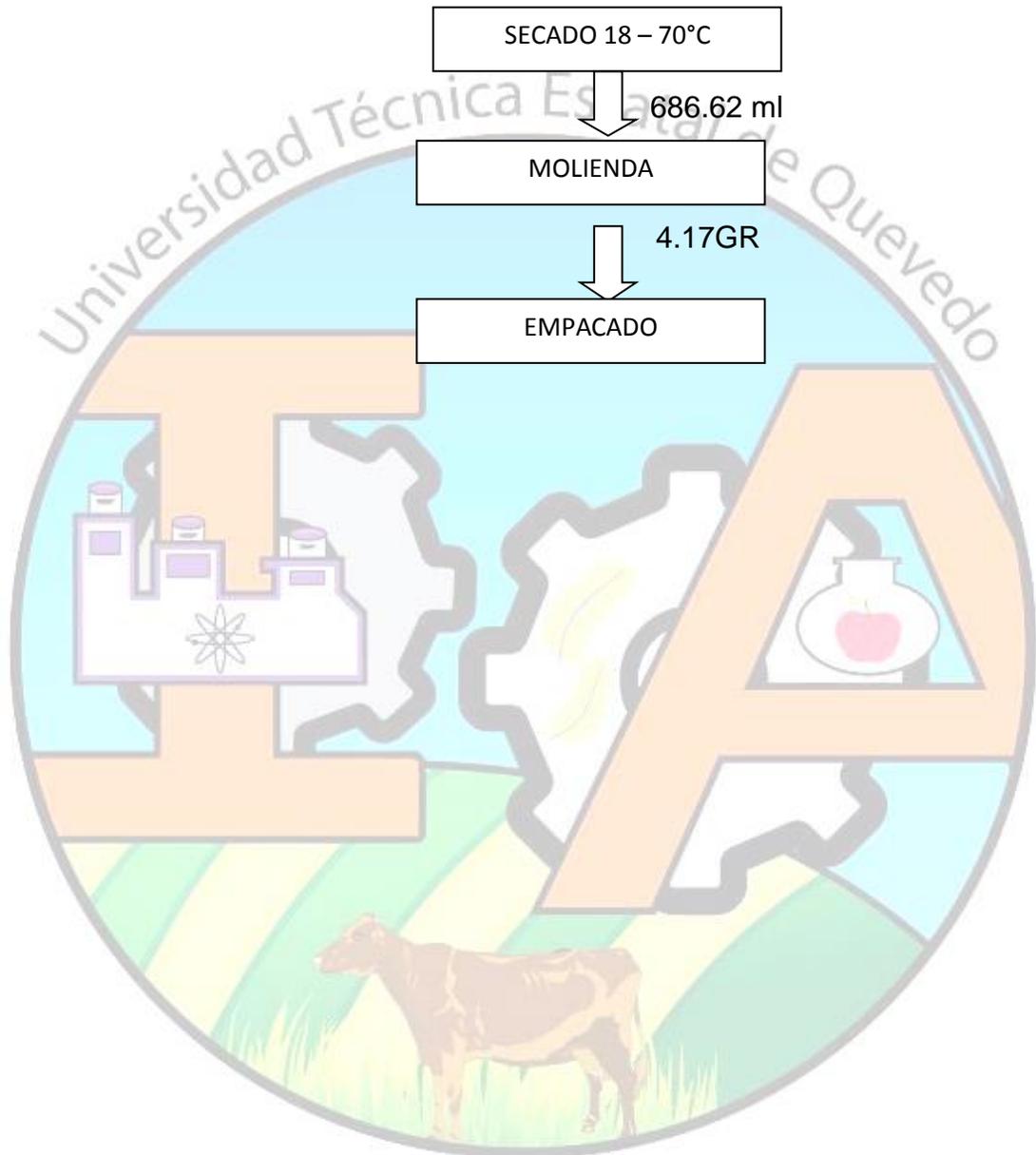
Flujo gramas de extracción de pectina de cascara de achotillo maduro.

Repetición 1 a 85°C a 60 min

FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.



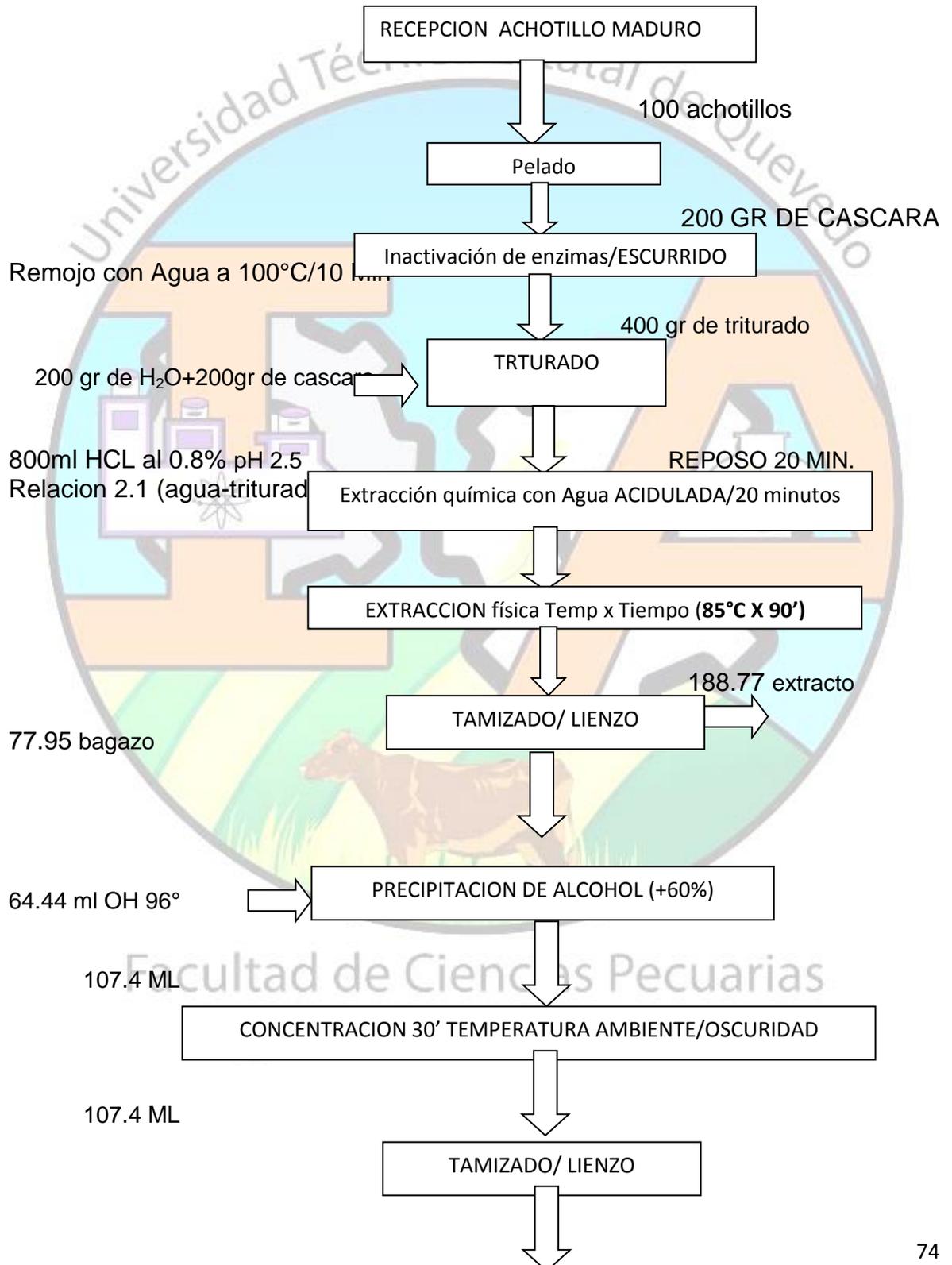
690.79 ml



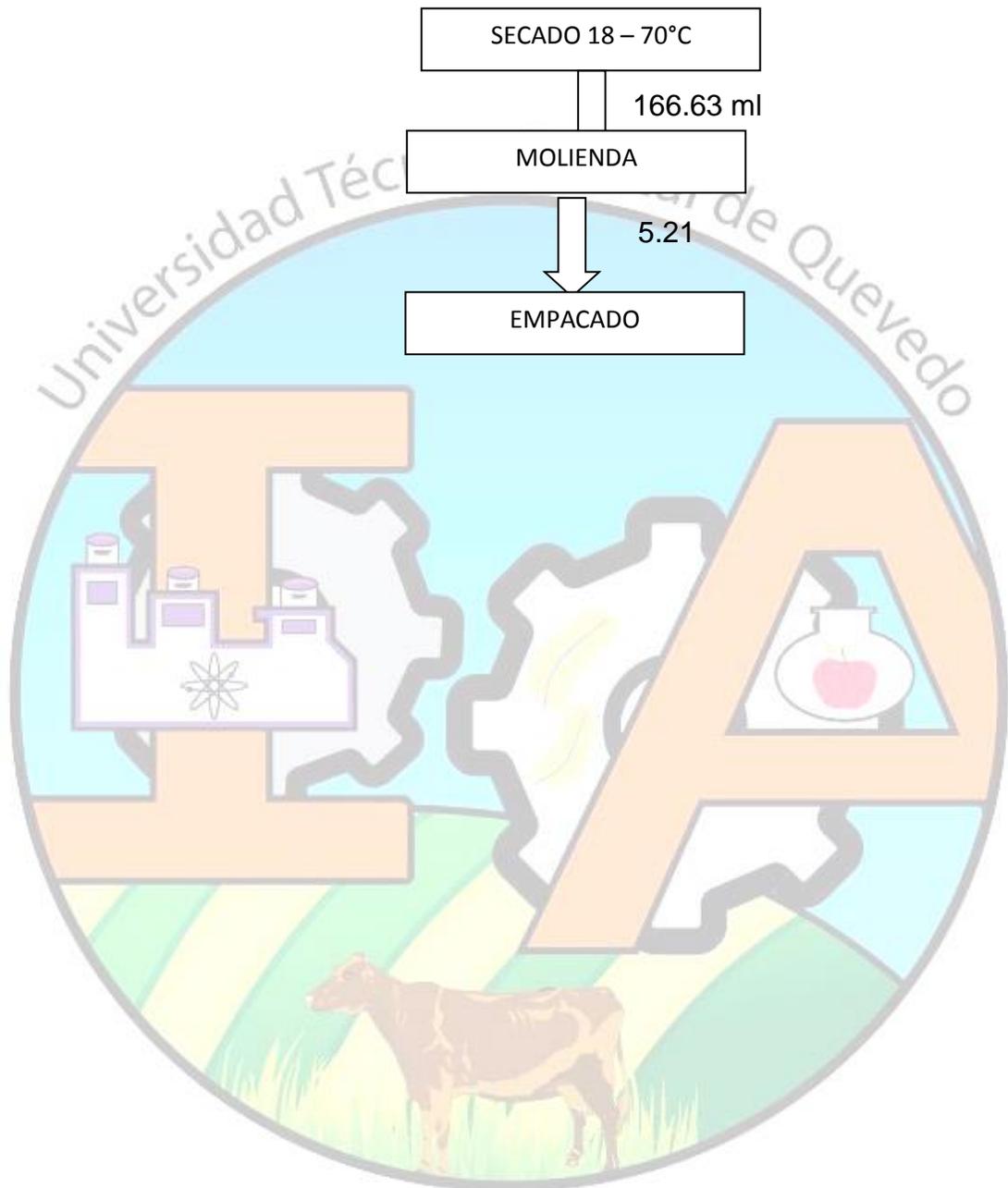
Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.

Repetición 1 a 85°C a 90 min

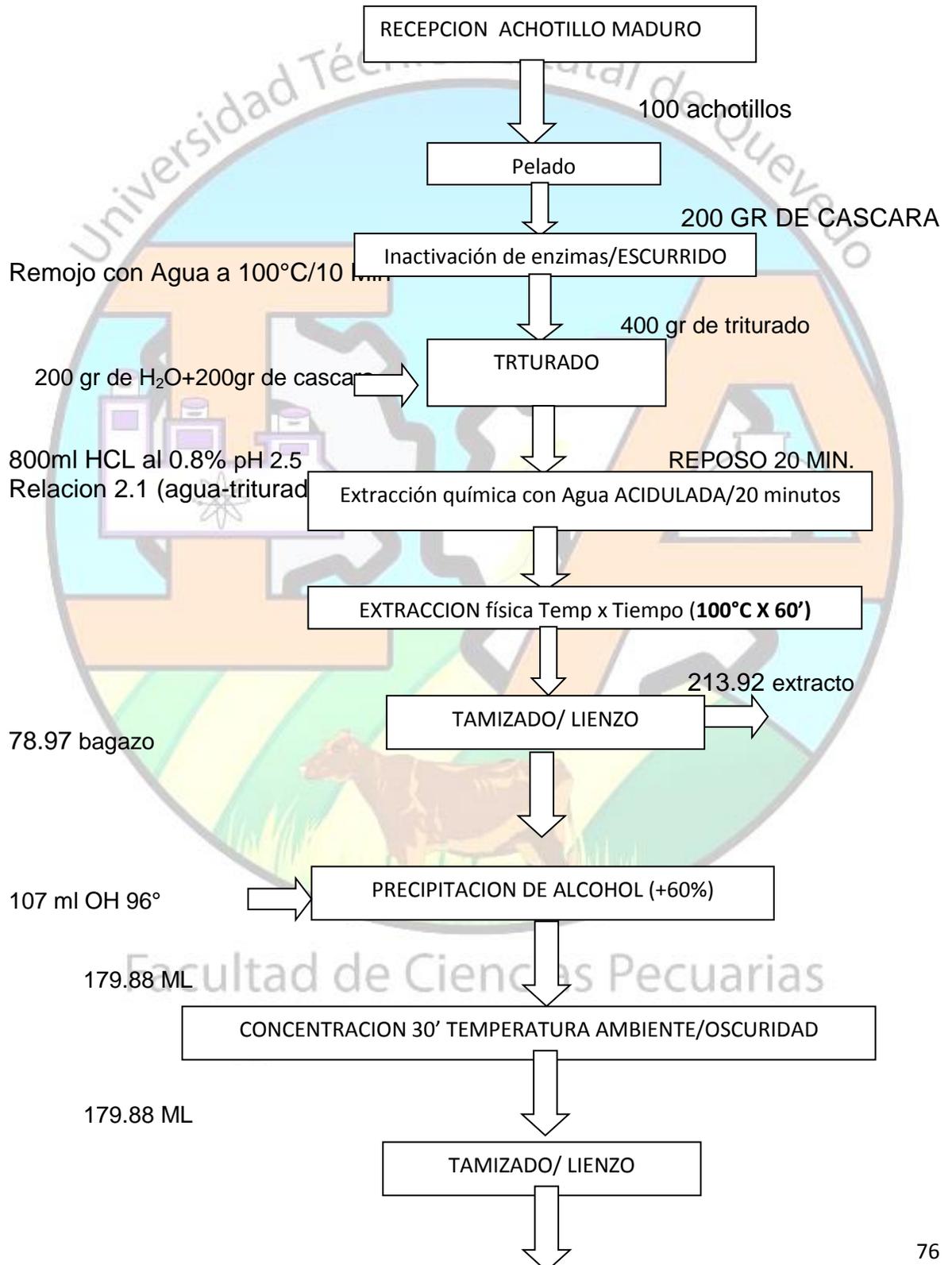


171.84 ml

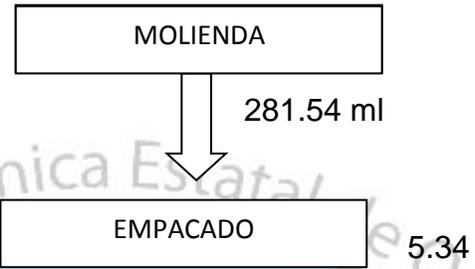


FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.

Repetición 1 a 100°C a 60 min

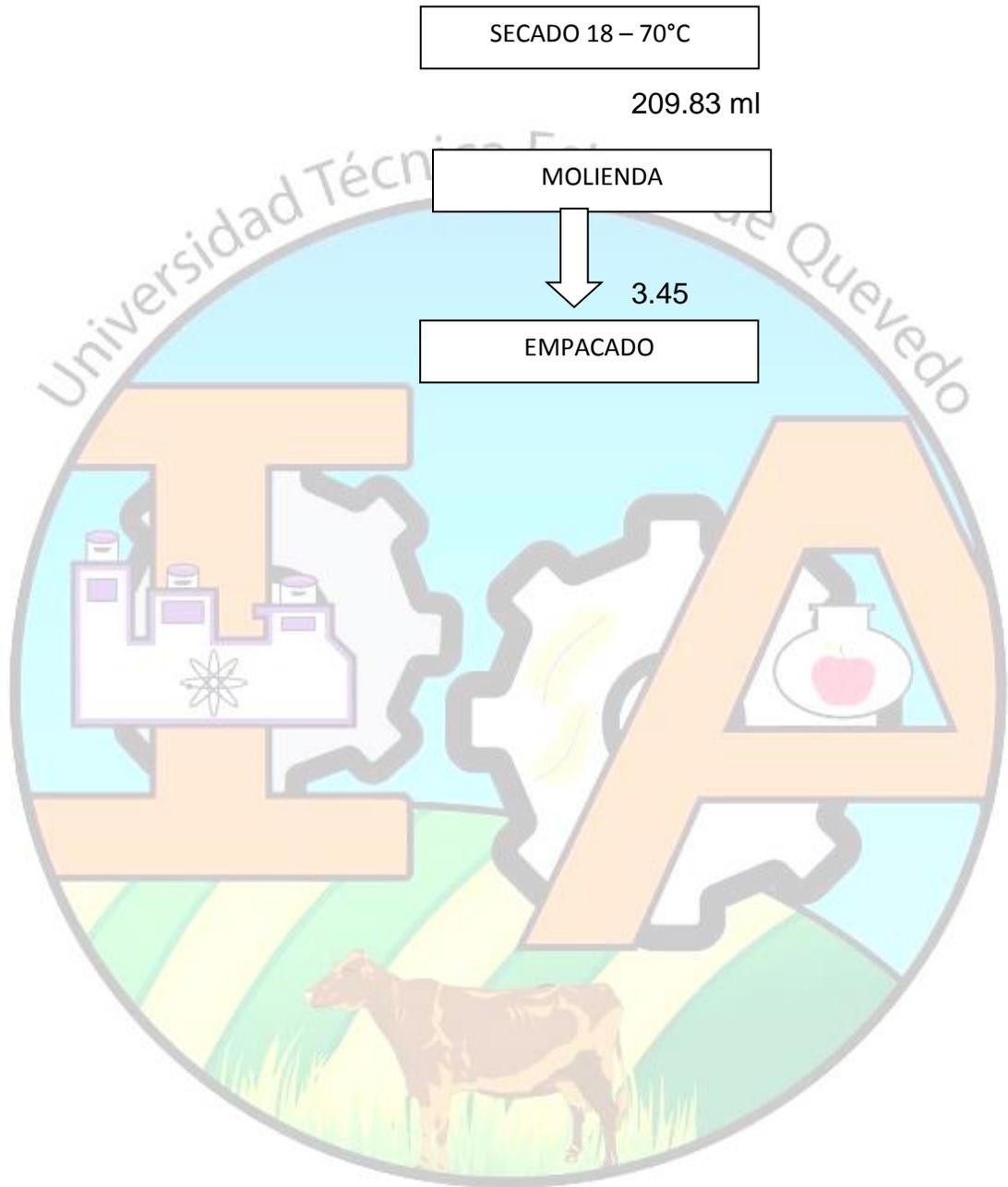


286.88 ml

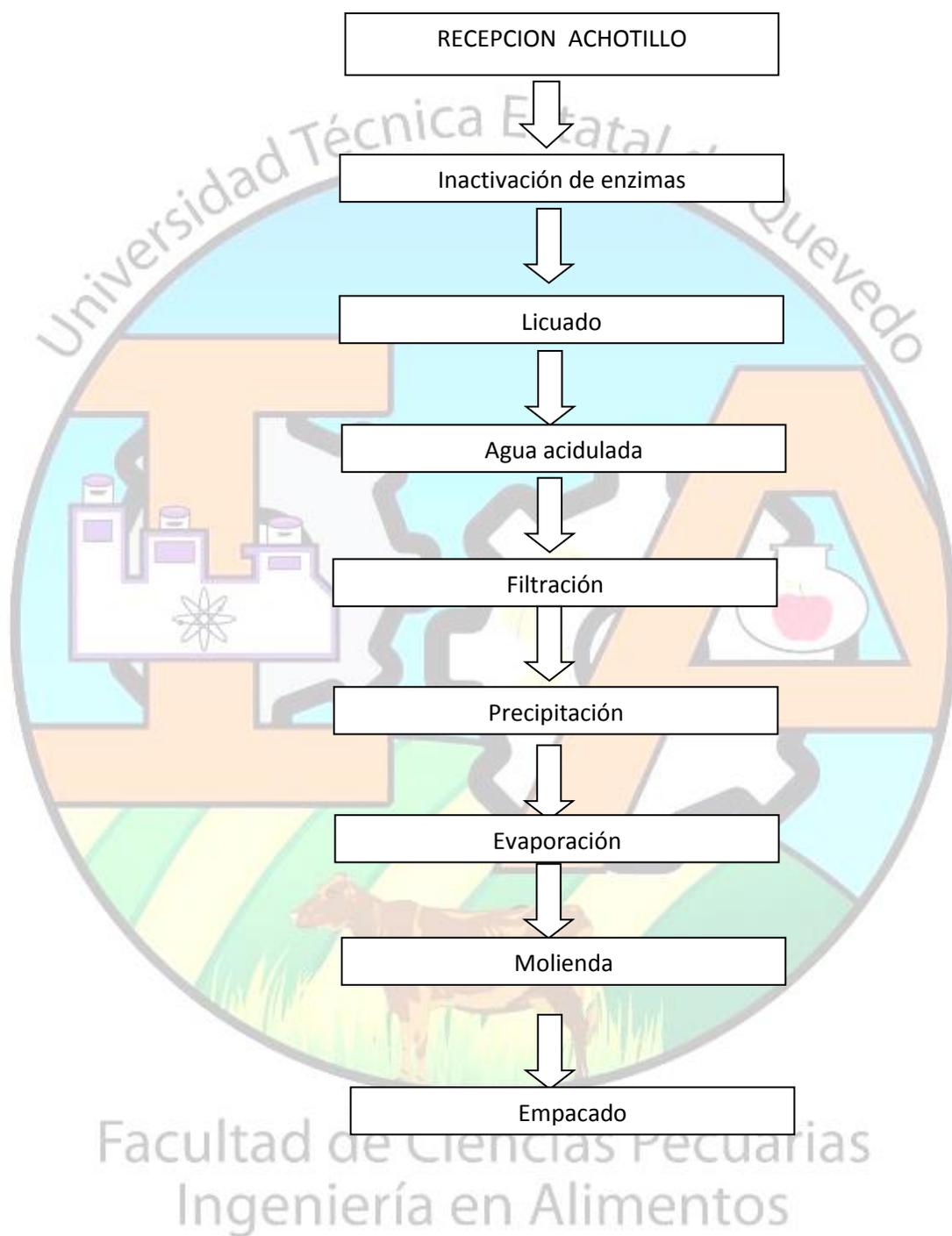


Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

213.28 ml



FLUJOGRAMA DE EXTRACCION DE PECTINA.



7.8. Técnicas.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	COD.:TAC/003
	TECNICA DE ANALISIS	REV.:
	DETERMINACION DE HUMEDAD	PAG. 1/1

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Humedad y otras materias volátiles en diferencia tipos de muestra de origen agropecuario y productos terminados con baja cantidad de agua.

2. INSTRUMENTAL.

- ✓ Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
- ✓ Estufa con regulador de temperatura.
- ✓ Desecador, provisto de silicagel u otro deshidratante.
- ✓ Crisoles de porcelana.
- ✓ Espátula.
- ✓ Pinzas.

3. PREPARACION DE LA MUESTRA.

- ✓ Las muestras para el ensayo deben de estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- ✓ La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe de ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
- ✓ Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

4. PROCESAMIENTO.

- ✓ La determinación debe efectuarse por duplicado.
- ✓ Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
- ✓ Homogenizar la muestra y pesar 2gr con aproximación al 0.1 mg.
- ✓ Llevar a la estufa a 130°C por 2 horas.
- ✓ Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora para luego pesar con precisión.

5. CALCULOS



The diagram shows a balance scale with a sample container on the left pan. The container is labeled with 'W' and has a starburst symbol below it. The weight of the container is labeled 'W2 - W1'. The weight of the sample is labeled 'W'. The formula for calculating moisture content is shown as $\%H = \frac{W2 - W1}{W} \times 100$.

$$\%H = \frac{W2 - W1}{W} \times 100$$

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	COD.:TAC/003
		REV.:
	TECNICA DE ANALISIS DETERMINACION DE CENIZAS	PAG. 1/1

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestra de origen agropecuario y productos terminados con baja cantidad de agua.

2. INSTRUMENTAL

- ✓ Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
- ✓ Estufa con regulador de temperatura.
- ✓ Desecador, provisto de silicagel u otro deshidratante.
- ✓ Crisoles de porcelana.
- ✓ Espátula.
- ✓ Pinzas.

3. PREPARACION DE LA MUESTRA

- ✓ Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes hermeticos , limpios y secos (vidrio, pastico, u material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- ✓ La cantidad de muestras extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
- ✓ Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

4. PROEDIMIENTO

- ✓ La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	COD.:TAC/003
	TECNICA DE ANALISIS DETERMINACION DE °BRIX	REV.:
		PAG. 1/1

1. INTRODUCCION

Los grados brix miden el cociente total de sacarosas disuelta en un líquido.

Para determinar los grados brix de una solución con el refractómetro tipo Abbe mantener la temperatura de los prismas a 20°C. Luego se abren los prismas y se coloca una gota de la solución. Los prismas se cierran, se abre la entrada de luz en el campo visual se vera una transacción de un campo claro a oscuro. Con el botón compensador se establece el limete de los campos, lo mas exacto posible.

2. EQUIPOS

REFRACTOMETRO ABBE – ATAGO

3. MATERIALES

- ✓ Varilla de vidrio
- ✓ Vaso de presipitacion
- ✓ Algodón
- ✓ Agua destilada

4. PROCEDIMIENTO

- ✓ Poner una a dos gotas de la muestra y se analiza sobre el prisma.
- ✓ Cubrir el prisma con la tapa con cuidado.
- ✓ Al cerrar la muestra debe distribirse sobre la superficie del prisma
- ✓ Orientando el aparato hacia una fuente de luz, mirar con el ojo en el campo visual
- ✓ En el campo visual se ver una transición de un campo claro a uno oscuro, leer el número correspondiente en la escala. Este corresponde en % de la sacarosa.
- ✓ Luego abrir y limpiar la muestra del prisma con un pedazo de algodón mojado con agua destilada.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	COD.:TAC/003
	TECNICA DE ANALISIS DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE	REV.:
		PAG. 1/1

1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de acidez Titulable en diferentes tipos de muestra de origen agropecuario y productos terminados.

2. EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Balanza analítica , sensible al 0,1 mg
- ✓ Bureta graduada de 25 ml
- ✓ Soporte universal.
- ✓ Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Vasos de precipitación de 250 ml y 100ml.
- ✓ Espátula.
- ✓ Varilla agitadora.
- ✓ Agitador magnetico.

3. PREPARACION DE LA MUESTRA

Se toman 10 gr de mermelada se le añade 10 ml de agua y se agita por 30 min. Luego que pasa el tiempo de 30 min se procede a tomar la lectura.

Facultad de Ciencias Pecuarias
Ingeniería en Alimentos

$$\%Ac = \frac{AXBXC}{\text{-----}} \times 100$$