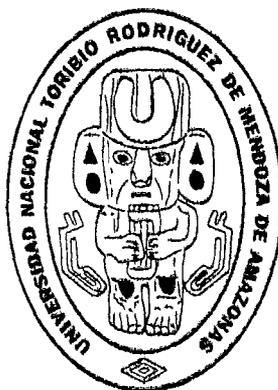


**UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA"
DE AMAZONAS**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



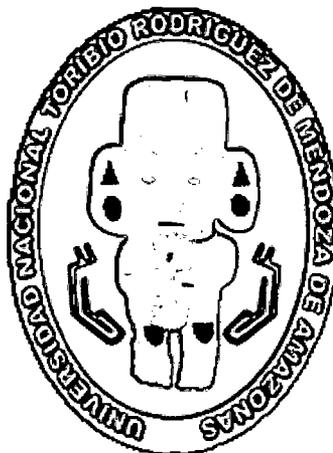
**EXTRACCIÓN DE PECTINA MEDIANTE EL MÉTODO DE
HIDRÓLISIS ÁCIDA EN FRUTOS DE MAUSHAN (*Vasconcellea
Weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo) EN DOS ÍNDICES DE MADUREZ
PROVENIENTES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE SOLOCO,
REGIÓN AMAZONAS.**

Tesis para optar el título de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Br. MALDONADO CULQUIMBOZ YOJANI
Br. SALAZAR OCAMPO SARITA MERCEDES

CHACHAPOYAS - PERÚ - 2010

**UNIVERSIDAD NACIONAL “TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA” DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EXTRACCIÓN DE PECTINA MEDIANTE EL MÉTODO DE
HIDRÓLISIS ÁCIDA EN FRUTOS DE MAUSHAN (*Vasconcellea
Weberbaueri* (Harms) V. M. Badillo) EN DOS ÍNDICES DE MADUREZ
PROVENIENTES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE SOLOCO,
REGIÓN AMAZONAS.**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Br. MALDONADO CULQUIMBOZ YOJANI

Br. SALAZAR OCAMPO SARITA MERCEDES

CHACHAPOYAS – PERU 2010



DEDICATORIA

A mis padres, Antonio Maldonado Cruz y Petronila Culquimboz Alvarado, por su apoyo incondicional y por ser la fuente de inspiración para el éxito de mi vida.

A mi hermana Marilu Maldonado Culquimboz por su comprensión y por depositar su confianza en mí.

YOJANI MALDONADO CULQUIMBOZ.

DEDICATORIA

A mis queridos padres: **Alberto Salazar y Aurora Ocampo**, por su constante apoyo, dedicación incondicional y por ser la fuente de inspiración para culminar mis estudios universitarios.

A mis hermanos: **Víctor, Maritsa, Nataly, Milagros, Socorro y Olga** por su apoyo constante y estar a mi lado durante toda mi vida universitaria.

SARITA M. SALAZAR OCAMPO.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios.

A la Ing. Elena Torres Mamani Asesor y al Msc. Carlos E. Millones Chanamé Co – asesor. Por guiarnos y asesorarnos durante todo el tiempo de la ejecución de la presente tesis.

A nuestros amigos y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron en la ejecución de la presente tesis.

A todo el personal docente y técnico del laboratorio de Tecnología Agroindustrial y laboratorio de Biología de la UNAT-Amazonas, por su apoyo y paciencia, durante la parte experimental y análisis realizado en la presente investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ Ph.D.,Dr,Hab.
RECTOR**

**Ing. MsC. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERECTOR ACADÉMICO (e)**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERECTOR ADMINISTRATIVO (e)**

**ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ
DECANO (e) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

La presente tesis ha sido asesorado por:



A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Ing. ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

ASESOR

A handwritten signature in black ink, featuring a large, prominent loop at the beginning and several smaller loops and strokes.

Lic. *MSc.* CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ

CO-ASESOR

La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente jurado:



Blgo. MSc. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA

PRESIDENTE



Ing. MSc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

SECRETARIO



Ing. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

CARRERA PROFESIONAL DE Ingeniería Agroindustrial

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 19 de Agosto del año 2010, siendo las 4:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Blgo. Julio M. Chavez Cabillic

Secretario: Dr. Anselmo Perin de Tesis

Vocal: Dr. Eusebio M. Castro Mayo

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) YOLANDA ALDENADO CELLA WIMBER

titulado Extracción de proteína mediante el método de hidrólisis ácida en fruto de manihot (Las variedades Waberbayer (Hormo) M.V. Badillo) en los índices de madurez, presentada al Distrito de Estudios de Posgrado, Región Amazonas.

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 06:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.



Anselmo Perin de Tesis
SECRETARIO

Julio M. Chavez Cabillic
PRESIDENTE

Eusebio M. Castro Mayo
VOCAL

Form6- T

ÍNDICE

	Págs.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	v
Vo. Bo. DEL ASESOR Y CO-ASESOR	vi
Vo. Bo. VISTO BUENO DEL JURADO	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN.	viii
ÍNDICE	x
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Pectina	2
1.1.1. Localización de las sustancias pécticas	2
1.1.2. Estructura química de la pectina	3
1.1.3. Propiedades de la pectina	5
1.1.4. Ácido galacturónico	6
1.1.5. Extracción de pectina	6
1.1.6. Rendimiento de pectina	9
1.1.7. Empleo de la pectina en la Agroindustria	9



1.2. Extracción de pectina en especies vegetales	9
1.3. Mermelada	11
1.4. Maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo)	11

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materia prima	14
2.2. Obtención de bagazo desecado a partir de fruto de maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo)	14
2.3. Método de hidrólisis ácida para la obtención de pectina a partir del bagazo desecado de frutos de maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo)	17
2.4. Elaboración de mermelada de piña	20
2.5. Análisis físico químico de la pectina extraída	23
2.5.1. Contenido de ácido galacturónico	23
2.5.2. Tiempo de gelificación	23
2.5.3. Viscosidad	23
2.6. Análisis estadísticos	24

III. RESULTADOS	
3.1. Evaluación del rendimiento, ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo)	28
3.2. Evaluación de la viscosidad y tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo)	31
3.3. Evaluación sensorial (consistencia, color, sabor,) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan	33
IV. DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
VIII. ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Tiempo de gelificación pectina	4
Tabla 2. Rendimiento de pectina en especies vegetales	9
Tabla 3. Características biométricas, proximales y fisicoquímicos del Maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas	12
Tabla 4. Evaluación del rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída a partir de frutos de maushan (<i>Vasconcellea weberbaueri</i> (Harms) V.M Badillo) proveniente del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas	29
Tabla 5. Evaluación de la viscosidad y tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan	32
Tabla 6. Evaluación sensorial (color, sabor, consistencia) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan	34



ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de bagazo desecado a partir de frutos de maushan	16
Figura 2. Diagrama de flujo para la extracción de pectina a partir de frutos de maushan	19
Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de mermelada de piña, empleando pectina extraída de frutos de maushan	22
Figura 4. Valores promedios de rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan	30
Figura 5. Valores promedios de la viscosidad en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan	32
Figura 6. Valores promedios del tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada piña empleando pectina extraída de frutos de maushan	33
Figura 7. Valores promedios de la evaluación sensorial en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan	35

RESÚMEN

La presente investigación se realizó como aporte a la industria de los alimentos que fue la extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de “maushan” (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo) en dos índices de madurez, provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas; para lo cual se recolectaron frutos de maushan con un índice de madurez 3,64 y 6,51 respectivamente, y empleando el método de hidrólisis ácida con tres tipos de ácidos (ácido clorhídrico, ácido fosfórico y ácido cítrico, en tres niveles de pH del agua acidulada 2,0; 2,5 y 3,0), empleándose un experimento factorial del tipo 2AX3BX3C bajo un DCA con 3 repeticiones para evaluar el rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída; la pectina obtenida se empleó para la elaboración de mermelada de piña ecotipo Santa Rosa evaluando tiempo de gelificación, viscosidad y evaluación sensorial de los atributos (consistencia, color y sabor), empleando un DBCA con 12 panelistas semientrenados; para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Window V8. Los mejores porcentajes de ácido galacturónico se registraron cuando se empleó pH 2,0 y 2,5 en el agua acidulada con ácido fosfórico obteniendo un 28,5%. El menor tiempo de gelificación (5,63 minutos) se obtuvo cuando se empleó pH 2,0 en el agua acidulada con ácido cítrico. Se obtuvieron mejores valores de viscosidad de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan en el T7 (agua acidulada con ácido cítrico a pH 2,5) registrando un valor de 12,47Pa a 60 RPM; asimismo, el menor tiempo de gelificación se obtuvo en el T2 (agua acidulada con ácido clorhídrico a pH 3,0) de 5,16 minutos. En cuanto a la evaluación sensorial la mayor calificación del atributo consistencia se logró cuando se empleó pectina extraída de frutos de maushan en estado de madurez sazón y pH 2,0 y 2,5 en el agua acidulada con ácido cítrico; los atributos color y sabor fueron similares al emplear pectina comercial.

Palabras clave: Pectina, Hidrólisis ácida, *Vasconcellea weberbaueri*.

ABSTRACT

This research was conducted as a contribution to the food industry was the removal of pectin by acid hydrolysis in fruits of "maushan" (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) VM Badillo) on two maturity index, from the San Miguel de Soloco district, Amazonas region, for which maushan fruits were collected with a maturity index 3.64 and 6.51 respectively, and using the acid hydrolysis method with three kinds of acids (hydrochloric acid, phosphoric acid and citric acid in three levels of acidified water pH 2.0, 2.5 and 3.0), using a factorial experiment of type 2AX3BX3C under a CRD with 3 replications to evaluate the performance percentage of galacturonic acid and gelation time this pectin, the pectin obtained was used for the production of pineapple jam ecotype Santa Rosa evaluating gel time, viscosity and sensory evaluation of the attributes (consistency, color and flavor) using a DRB with 12 panelists semitrained; for processing data was used SAS statistical package (Statistical Analysis System) for Windows V8. The best percentage of galacturonic acid was register when pH 2.0 and 2.5 in water acidulated with phosphoric acid obtained by 28.5%. The lowest gel time (5.63 minutes) was obtained when pH 2.0 was used in the acidulated water with citric acid. We obtained better values of viscosity of pineapple jam made with fruit pectin extracted from the T7 maushan (water acidified with citric acid to pH 2.5) registering a value of 12.47 Pa at 60 RPM, also the least time gelation was obtained in the T2 (water acidified with hydrochloric acid at pH 3.0) of 5.16 minutes. As for the sensory evaluation of the attribute the highest rating consistency is achieved when pectin was used maushan fruit of ripe and pH 2.0 and 2.5 in water acidulated with citric acid, color and flavor attributes were similar when using commercial pectin.

Keywords: Pectin, acid hydrolysis, *Vasconcellea weberbaueri*.

I. INTRODUCCIÓN

Las pectinas constituyen un grupo importante de aditivos de gran interés en la tecnología de alimentos, debido a la solubilidad, viscosidad y habilidad para formar gel y que es requerido para la elaboración de una variedad de productos alimenticios, como jaleas de frutas, mermeladas, compotas, espesantes de jarabes, productos a base de leche (yogurt, queso), etc.

Más allá del uso actual del desecho de las plantas procesadoras de jugos y néctares, que es utilizado como complemento en la alimentación animal, la extracción de pectina proporciona un valor agregado a los productos de desechos.

A su vez la primera fuente industrial de pectina en el mundo son los desechos de frutos cítricos debido a su alto rendimiento y calidad en el producto extraído. Aunque todas las variedades de cítricos contienen pectinas, algunos rinden en cantidades y calidades superiores a la mayoría; cuya obtención se puede realizar por distintos métodos como son hidrólisis acida, alcalina, enzimática, entre otros.

La composición y porcentaje de pectina varia en los diferentes estados de madurez de las frutas, esto pierde importancia ante el hecho de que todas las materias primas utilizadas en la extracción comercial de pectinas son subproductos de otro proceso industrial. Por esta razón, los estados de madurez estarán gobernados por los requerimientos del producto primario (jugos, frutas en conserva, aceites esenciales, etc.) (Kertez, 1951).

1.1. Pectina

Pectina: La pectina es una sustancia de origen vegetal, presente en las plantas, principalmente en sus frutos, su característica principal es ser un gelificante natural. Las pectinas son hidrocoloides que en solución acuosa presentan propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes. Son insolubles en alcoholes y disolventes orgánicos corrientes, parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares (Amos, 1969).

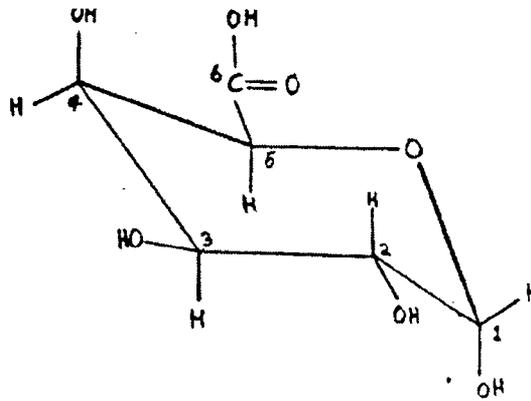
Las pectinas se obtienen de recursos vegetales que tienen un alto contenido de éstas, tales como manzanas, frutas cítricas, piña, guayaba dulce, tomate de árbol, maracuyá, remolacha etc. Durante el desarrollo y maduración de las frutas se efectúa el rompimiento, por hidrólisis, de estos compuestos para formar azúcares y ácidos y consecuentemente la cantidad y calidad de la pectina extraída dependerá, entre otras cosas de la edad y madurez de sus fuentes (Francis, 1975).

Según el tratamiento que se haga a las materias primas se obtienen diferentes calidades de pectinas, de acuerdo con las necesidades de los productos terminados. Estas pectinas son en la actualidad, ingredientes muy importantes en la industria de los alimentos, para la elaboración de gelatinas, helados, salsas, queso, etc. También se emplean en otras industrias como la farmacéutica, que requieren modificar la viscosidad de sus productos, y en la industria de los plásticos así como en la fabricación de productos espumantes, como agente de clarificación y aglutinantes (Gómez, 1998).

1.1.1. Localización de las sustancias pécticas: Las sustancias pécticas se hallan situadas en el exterior de las paredes celulares donde mantienen una estrecha

relación con la celulosa, se conocen como el nombre de protopectinas o pectinas insolubles en agua, y han sido reconocidas como precursoras de las pectinas (Vargas, 1983).

1.1.2. Estructura química de la pectina: Las sustancias pécticas son poligalacturónidos con carbohidratos no urónidos enlazados en forma covalente en una cadena no ramificada de unidades de ácido D- galacturónico unidas en enlaces alfa (1-4) (Pilnik y Voragen 1970). Presentando la siguiente estructura química.



Las pectinas se dividen en tres grupos según sus propiedades de gelación, que están asociadas con el grado de esterificación metílica: pectinas con alto índice de métoxilo, pectina con bajo índice de métoxilo y pectinas amídicas (Herbstreith y Fox, 2001).

a) Pectinas con alto índice de metóxilo:

Son aquellas pectinas que determinan el grado de esterificación con radicales metílicos, contienen más de un 50% de unidades del ácido poligalacturónico esterificadas y por lo tanto no reaccionan con iones calcio. El poder de gelificación depende, entre otros, del contenido ácido, del tipo de pectina y de

la cantidad de sólidos solubles, que generalmente es más del 55%. Estas pectinas reaccionan con la caseína y sirven para estabilizar bebidas fabricadas a partir de leche ácida. Este tipo de pectinas es el que se encuentra en la cáscara de la naranja valencia (Pilgrim, 1991).

b) Pectinas con bajo índice de metóxilo:

Son aquellas pectinas que tienen menos del 50% de unidades esterificadas del ácido poligalacturónico y por lo tanto forman geles no sólo con sólidos solubles que contienen iones calcio sino también con azúcares y otros ácidos. En este caso el poder de gelificación también depende del pH y de la concentración de iones calcio, lo cual influye en la textura de la gelatina formada (Pilgrim, 1991).

Tabla 1: Tiempo de gelificación de la pectina.

Tipo de Pectina	Tiempo de Gelificación (segundos)
Gelificación rápida	20 - 70
Gelificación media	100 - 135
Gelificación lenta	180 - 250

Fuente: Pilgrim, (1991).

c) Pectinas amídicas:

Son aquellas pectinas con bajo índice metóxilo, que han sido desmetoxiladas con amoníaco en lugar de usar ácidos. Cuando se hace el proceso de desmetoxilación, una parte de los grupos éster se reemplaza por grupos amida, lo cual modifica las propiedades de gelación de la pectina, requieren

pequeñas cantidades de iones calcio para el proceso de gelatinización (Pilgrim, 1991).

1.1.3. Propiedades de la pectina: Las pectinas son hidrocoloides que en solución acuosa presentan propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificante. Son insolubles en alcoholes y disolventes orgánicos corrientes y parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares.

a) Propiedades físicas

La pectina es la más conocida de las sustancias pécticas. Es un material de peso molecular elevado; se dispersa en el agua para formar una solución coloidal viscosa reversible, es decir, que puede ser disuelta en agua, precipitada, secada y redisuelta, sin perder sus propiedades físicas. La pectina seca se disuelve en agua; la solución se efectúa más rápidamente por medio del calor y por adición de azúcar (Braverman, 1967).

b) Propiedades químicas

El principal componente de la pectina es el ácido galacturónico parcialmente metilado. Algunos azúcares neutrales también se encuentran 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. Si se usa amoníaco durante la desesterificación de las pectinas de alto metoxilo serán convertidas en grupos amidas.



Los álcalis destruyen las pectinas aún en estado frío, mientras que la acidez débil también afecta, pero bajo la influencia de calor. Las temperaturas altas sin la intervención de otro agente, parten la molécula de la pectina, que invariablemente provocan la reducción de su poder gelificante (Amos, 1969).

1.1.4. Ácido galacturónico: Es un monosacárido de 6 átomos de carbono correspondiente a la forma oxidada de la D-galactosa, por lo que también pertenece al grupo de los azúcares ácidos. Es el principal componente de las pectinas, donde puede encontrarse en forma de ácido poligalacturónico. Presenta un grupo aldehído en el carbono 1 y un grupo carboxilo en el carbono 6 (Gómez, 1998).

1.1.5. Extracción de pectina: Comercialmente, las pectinas se obtienen a partir de desechos de frutas, y subproductos de la manufactura de jugos (manzana y cítricos).

La extracción se basa en una hidrólisis, separación y recuperación de la pectina; la protopectina se hidroliza en medio ácido diluido, en caliente, removiendo así, no sólo la pectina, sino también, otros productos tales como polisacáridos neutros y gomas. A continuación, las materias insolubles se separan por prensado y filtración. El extracto péctico transparente se precipita en alcohol. Luego se purifica el coágulo obtenido por lavados sucesivos con solución hidroalcohólica. La pectina fibrosa de prensa, se seca bajo vacío, se muele y luego se criba. El grado de esterificación final, depende de la temperatura, del

pH y de la duración del tratamiento ácido. Se puede obtener por lo tanto, pectina fuertemente metiladas o pectinas débilmente metiladas (Hart y Fisher, 1984).

a) Degradación enzimática de la pectina

Durante la maduración de los frutos los tejidos se reblandecen y pierden cohesión, existiendo un incremento de pectina soluble en agua acompañada de una pérdida de protopectina (Gilabert, 2002). Este incremento de pectina soluble en agua se debe a la acción de las poligalacturonasas. Actuando juntamente con otras enzimas, tales como las pectinmetilesterasas y varias glicosidasas.

En frutos climatéricos las glicosidasas normalmente incrementan su cantidad o actividad al mismo tiempo que hay incremento de producción de etileno (Fennema, 1996).

Las enzimas poligalacturonasas se incrementan durante la maduración en todos los frutos, La pectinmetilesterasa está usualmente presente en abundancia en el tejido del fruto mucho antes de que el reblandecimiento se produzca, para realizar la inactivación de las enzimas existentes en el fruto, éste es sometido a un tratamiento térmico a 85 °C por 10 minutos (Gilabert, 2002).

b) Hidrólisis ácida

En esta etapa se procura disolver la pectina contenida en la materia prima mediante el contacto con una solución ácida.

Existen cuatro factores de gran importancia que afectan en el rendimiento de la extracción ácida de la pectina.

- **pH:** La acidez de la solución favorece la hidrólisis ácida por el cual la protopectina se libera de sus enlaces con la pared celular. Los pH de acidificación varían de 1,5 a 3,0 (Isique, 1986).
- **Temperatura:** Se realiza a temperatura elevadas de 85-100°C, pues producen mayor solubilidad del producto en el disolvente (Bernaola, 1995).
- **Tiempo:** El tiempo de 30 a 120 minutos actúa en dirección opuesta a la temperatura para lograr un alto rendimiento en unidades de gelificación.
- **La cantidad de agua acidulada:** Generalmente se recomienda proporciones 3 a 4 partes de agua por una parte de materia prima (Gilabert, 2002).

c) Precipitación

Las pectinas, después de haber sido sometidos a ebullición prolongada en agua pura o ligeramente acidulada, es fácilmente precipitada por adición de alcohol o acetona, que actúan como agentes deshidratantes, en forma de una suspensión gelatinosa, que volverá a ser soluble en agua.

Esta precipitación puede lograrse también mediante la aplicación de ciertas sales, como sulfato de aluminio e hidróxido amónico, con lo que se forma hidróxido de aluminio. Cuando la precipitación se logra por adición de

alcohol o acetona en más de un 60%, la pectina precipita en forma de hilos, fibras y masas esponjosas (Ávila, 1998).

1.1.6. Rendimiento de pectina: El rendimiento de pectina en varias especies vegetales obtenidas a nivel de laboratorio, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Rendimiento de pectina en especies vegetales.

FRUTO	% Pectina
Toronja	9,24
Naranja agria	9,99
Maracuyá amarillo	5,38
Maracuyá rojo	5,18
Limón mandarina	4,07

Fuente: Ávila (1979)

1.1.7. Empleo de la Pectina en la Agroindustria: La pectina tiene interesantes aplicaciones en la elaboración de las mermeladas, jaleas o confituras por sus propiedades espesantes o coagulantes; no sólo en la industria alimentaria, sino también en la farmacéutica y cosmética, para la preparación de pastas y cremas gelificadas, como dispersante y en general para reducir la presencia de azúcar (Amos, 1969).

1.2. Extracción de pectina en especies vegetales

Camejo *et al.* (1996a), realizaron extracción de pectina a partir de corteza de limón injertado a 95°C utilizando dos valores de pH (2,5 y 3,0) y dos tiempos diferentes de calentamiento (60 y 90 minutos). Obtuvieron pectina de la corteza seca, utilizando el método de hidrólisis ácida, la cual la caracterizó en función del

ácido galacturónico, siendo una pectina de bajo metóxilo, obteniendo jaleas de consistencia similar a los comerciales.

Camejo *et al.* (1996b) realizaron extracción de pectina en toronja variedad Marsh; las extracciones se realizaron a 90 °C usando dos valores de pH (2 y 3) y dos tiempos diferentes de calentamiento (60 y 90 minutos). La pectina se obtuvo de la corteza seca utilizando el método de hidrólisis ácida.

D'Addosio *et al.* (2005), obtuvieron pectina de corteza de parchita maracuyá (*Passiflora edulis* L.) empleando diferentes estado de coloración (verde-blanco, verde-amarillo y amarillo) y del agente de extracción (HCl, H₃PO₄, H₃PO₄-(NaPO₃)₆) sobre la pectina de la corteza seca de parchita. El contenido de pectina se determinó por el método de hidrólisis ácida, a las condiciones de extracción pH 3,0, temperatura 90-95°C y tiempo de calentamiento 90 minutos. La pectina de la corteza de parchita o maracuyá no presenta características inusuales que indiquen alguna desventaja potencial comercial.

Vasquez *et al.* (2008), obtuvieron pectina de plátano clon Harton; mediante el método de hidrólisis ácida utilizando HCl como agente extractante, a dos pH (2,0 y 3,0) durante 60 minutos a 85°C. La calidad de la pectina extraída se evaluó mediante la elaboración de mermelada de manzana con la pectina extraída para evaluar sus propiedades organolépticas.

1.3. Mermelada

Se define a la mermelada de frutas como un producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de insumos, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto. La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de las frutas en general. Una verdadera mermelada debe presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta. Además debe aparecer bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma tal que pueda extenderse perfectamente. Debe tener un buen sabor afrutado y conservarse cuando se almacena en un lugar fresco, preferentemente oscuro y seco (Coronado, 2001).

1.4. Maushan” (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo)

Las especies del género *Vasconcellea* están constituidas por un grupo de papayas de montaña, que se encuentran en los climas sub tropicales de la Cordillera de los Andes de América del sur, particularmente en Colombia y Ecuador (National Research Council, 1989; citado por Scheldeman *et al*, 2003) estas papayas son comparables a su pariente tropical la papaya (*Carica papaya* L.); pero son más pequeñas, pocos suculentas y a menudo con un sabor muy placentero. Las especies nativas del género *Vasconcellea* se encuentran al sur del Ecuador, sobre los 1000 m.s.n.m, entre las que destacan *Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo (Badillo *et al*; citado por Scheldeman *et al*, 2003). El maushan es un fruto que crece de forma silvestre en el distrito de San Miguel de Soloco, presenta las

siguientes características biométricas, proximales y fisicoquímicos, mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 3: Características biométricas, proximales y fisicoquímicos del maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo) provenientes del distrito de Soloco Región Amazonas.

Características biométricas	Sazón	Maduro
Tamaño vertical (cm)	6,94	7,10
Tamaño horizontal (cm)	4,00	4,03
Peso (g)	32,81	32,89
Características proximales		
pH	3,52 ; 3,89	3,95 ; 4,31
°Brix	6,92 ; 7,29	8,61 ; 8,98
Acidez Total (%)	1,90 ; 2,26	1,33 ; 1,69
Índice de madurez químico	3,46 ; 3,82	6,33 ; 6,69
Características fisicoquímicas		
Humedad (%)	85,26	87,87
Proteínas (%)	1,75	1,65
Cenizas (%)	0,78	0,75
Residuo seco (%)	14,74	12,13

Fuente: Torres y Vásquez (2009).

En el distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas crecen naturalmente plantas de maushan, cuyos pobladores utilizan el fruto artesanalmente en la elaboración de dulce y conserva para autoconsumo, no siendo hasta la fecha industrializado para obtener un valor agregado. De este modo, el aprovechamiento del fruto de maushan para la obtención de pectina como alternativa rentable al creciente desarrollo agroindustrial, hace necesario evaluar la cantidad y calidad de pectina presente en el fruto por tal razón se desarrollaron los siguientes objetivos:

- Evaluar el índice de madurez, tipo de ácido (HCl, H₃PO₄ y ácido cítrico), y pH del agua acidulada para la extracción de pectina en fruto de “maushan” (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo).

- Determinar el rendimiento y la calidad de la pectina obtenida del maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo), en función del porcentaje ácido galacturónico.
- Determinar la viscosidad de la pectina obtenida en los tratamientos evaluados con la elaboración de mermelada de piña ecotipo Santa Rosa.
- Realizar el análisis sensorial de los atributos: consistencia, color y sabor.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

En la presente investigación se empleó como materia prima frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco, provincia de Chachapoyas, región Amazonas; en dos estados de madurez (sazón y maduro) a partir de los cuales se extrajo pectina mediante el método de hidrólisis ácida.

La obtención y análisis de la pectina fueron realizados en los Laboratorios de Tecnología Agroindustrial y Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Obtención de bagazo desecado a partir de frutos de maushan

El procedimiento para la obtención de bagazo de frutos de maushan se muestra en la Figura 1, cuyas etapas se detallan a continuación:

Materia prima: Estuvo constituida por frutos de maushan sin magulladura, libres de plagas, enfermedades y en dos estados de madurez (sazón y maduro).

Lavado: Se realizó con agua corriente por varias veces para eliminar tierra adherida, impurezas externas; realizando un enjuague final con agua destilada para evitar la presencia de metales pesados.

Cortado: Los frutos se trozaron utilizando cuchillos de acero inoxidable, para facilitar la extracción de semillas, pedúnculos, que pudieran afectar en el acondicionamiento de la extracción.



Escaldado: Se sometió la fruta por 10 minutos a 85°C, para controlar la proliferación de microorganismos y bloquear la actividad enzimática.

Pulpeado: El pulpeado se realizó usando una licuadora industrial marca ETDISA modelo LAR-25 de 20 kg. La fruta escaldada se licuó obteniéndose un bagazo de tamaño reducido, adecuado para la obtención de pectina con baja humedad.

Tamizado I: Se realizó con la finalidad de eliminar el agua a través de una malla de nylon, para obtener el bagazo.

Lavado: En el lavado se empleó agua destilada a 60°C para eliminar azúcares presentes en el bagazo que dificulten la extracción del producto y eviten la oxidación del producto final. Se repitió el lavado hasta tener una lectura de 0°Brix.

Tamizado II: Se realizó con la ayuda de una malla de nylon para facilitar la filtración y prensado, operación realizada manualmente.

Deshidratado: Se empleó una estufa, marca Raypa, modelo DO-9D; extendiéndose la muestra sobre bandeja y sometido a 80°C por 12 horas, para

obtener un bagazo desecado con un contenido de 8% humedad aproximadamente.

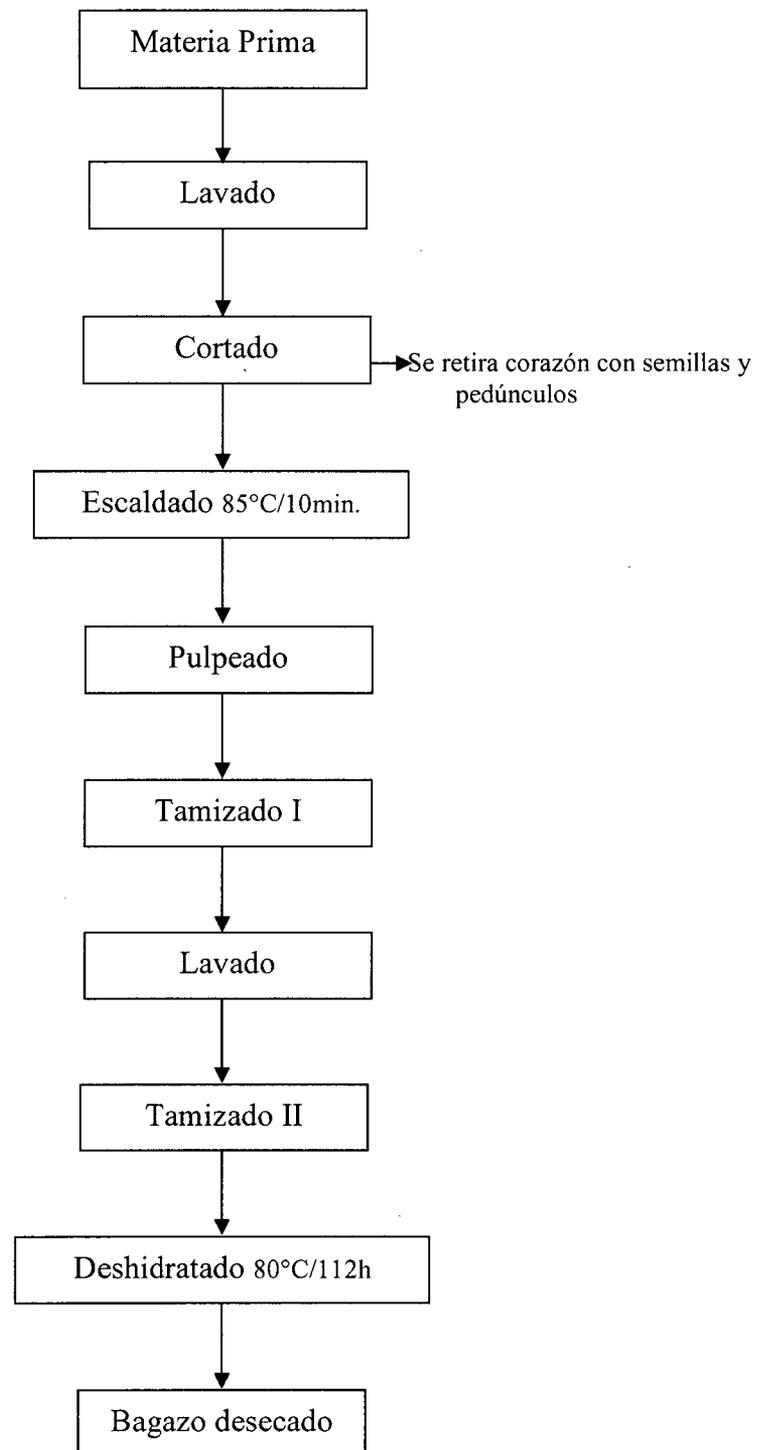


Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de bagazo desecado a partir de fruto de Maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

2.3. Método de hidrólisis ácida para la obtención de pectina a partir del bagazo desecado de frutos de maushan

El procedimiento para la obtención de pectina a partir del bagazo desecado de frutos de maushan se muestra en la Figura 2, cuyas etapas se detallan a continuación:

Solubilización ácida: El bagazo se sometió a una hidrólisis ácida, durante 80 minutos, en baño maria marca Quimis, modelo JSIB-50T, adicionando agua acidulada con niveles de pH. 2,0; 2,5 y 3,0; también se empleó ácido clorhídrico, ácido fosfórico y ácido cítrico, en una relación de 50g de bagazo/3L de agua acidulada a 85°C y agitación constante.

Filtración I: La solución resultante de la hidrólisis se enfrió y se filtró con ayuda de una tela procurando obtener la mayor cantidad de solución péctica.

Concentración: Se evaporó hasta aproximadamente 1/4 ó 1/5 del volumen inicial del filtrado, este proceso se realizó en una estufa a 60°C.

Coagulación de la pectina: Al concentrado se agregó el doble en volumen de alcohol etílico (OH) de 96° con ayuda de una probeta. Se agitó suavemente (tapando e invirtiendo la probeta un par de veces), se dejó en reposo durante 4 horas, en el cual se formaron dos fase; la fase superior se caracterizó por poseer una textura gelatinosa compuesta principalmente de pectina, la fase inferior estuvo constituida por etanol, trazas de pectina y otros compuestos solubles.

Filtración II: Después de 4 horas se filtró el coágulo para separarlo de los componentes líquidos (agua y alcohol).

Lavado: Se empleó vasos de precipitación de 250mL para el lavado del filtrado péctico con alcohol etílico al 70° y se filtró; repitiendo el lavado con alcohol etílico a 96°.

Secado. La pectina coagulada se puso a secar en una estufa marca Nahita, modelo 632/13, a una temperatura de 55°C, hasta el secado completo.

Envasado. La pectina obtenida se envasó en recipientes y se sellaron herméticamente, para evitar la oxidación y humedecimiento de la pectina obtenida.

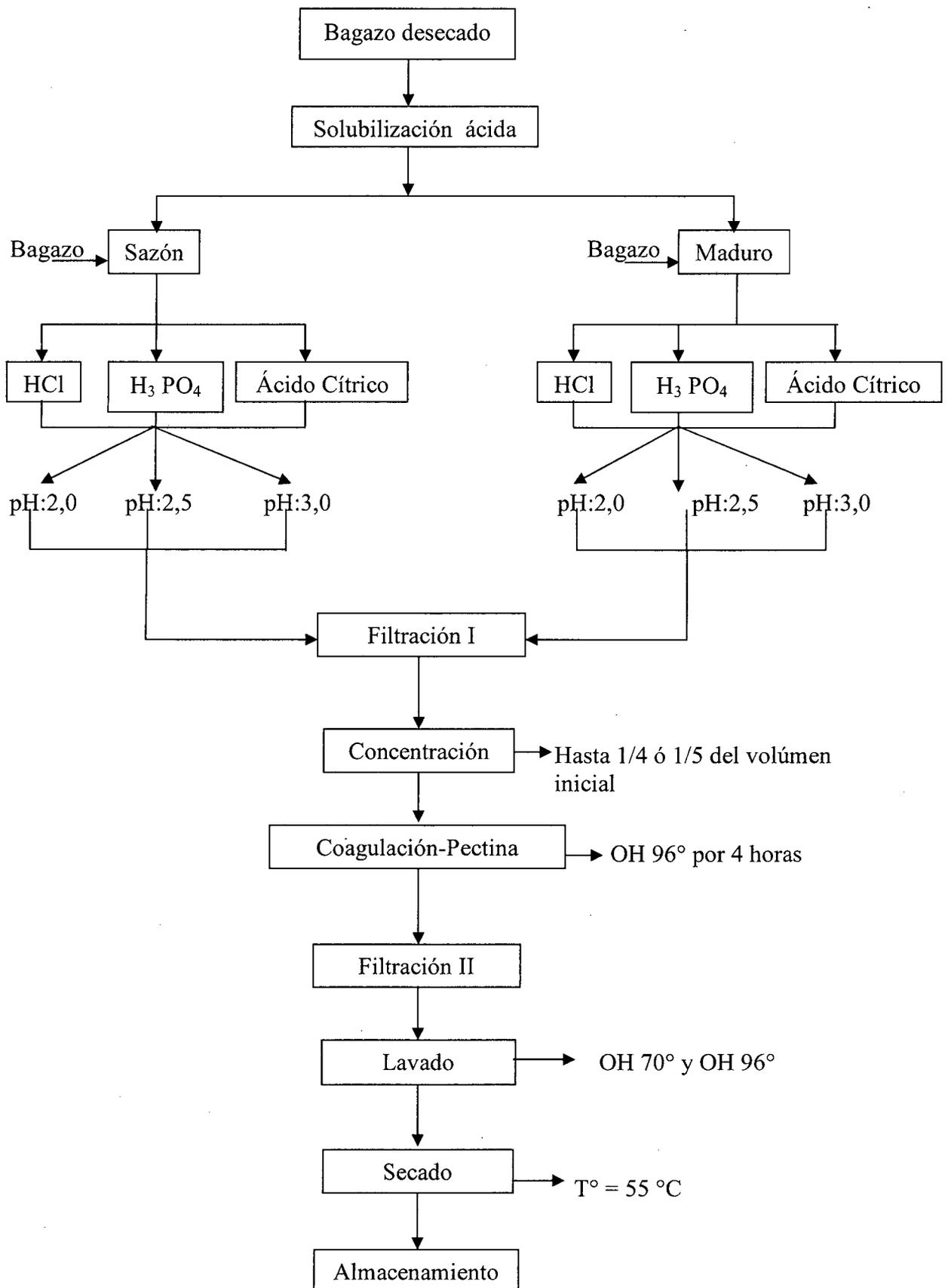


Figura 2: Diagrama de flujo para la extracción de pectina a partir de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

2.4. Elaboración de Mermelada de Piña

El procedimiento para la elaboración de mermelada de piña empleando como gelificante pectina de maushan se muestra en la Figura 3, cuyas etapas se detallan a continuación:

Materia prima: Se empleó frutos de piña de buena calidad y en estado de madurez maduro.

Selección: En esta operación se eliminaron aquellas frutas magulladas y con síntomas de enfermedad.

Pesado I: Se realizó con una balanza de un platillo de capacidad 10 kg. Con la finalidad de conocer el ingreso de la materia prima al proceso.

Lavado: Se realizó para eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta.

Pelado: Se realizó en forma manual, empleando cuchillos de acero inoxidable, se separaron las cáscaras de la pulpa del fruto.

Troceado: Se realizó con cuchillos de acero inoxidable con el fin de obtener la pulpa en tamaño reducido para acelerar el cocimiento.

Pesado II: Se realizó para determinar el rendimiento de la mermelada.

Precocción: Se realizó con la finalidad de ablandar la fruta, inactivar enzimas responsables del pardeamiento enzimático, además para extraer pectina de la fruta.

Cocción: Etapa donde se adicionó azúcar y ácido, posteriormente se agregó la pectina extraída de frutos de maushan; al finalizar la etapa se adicionó sorbato de potasio como conservante.

Punto de gelificación: Se realizó hasta que la concentración del azúcar alcanzó 67°Brix, utilizando un brixómetro marca MRC ref-85 refractómetro de 0 a 85% Brix.

Envasado: Se realizó en caliente a 85°C, empleando envases plásticos de 250g

Enfriado: Se enfriaron los recipientes permitiendo la evaporación del agua de la superficie del recipiente.

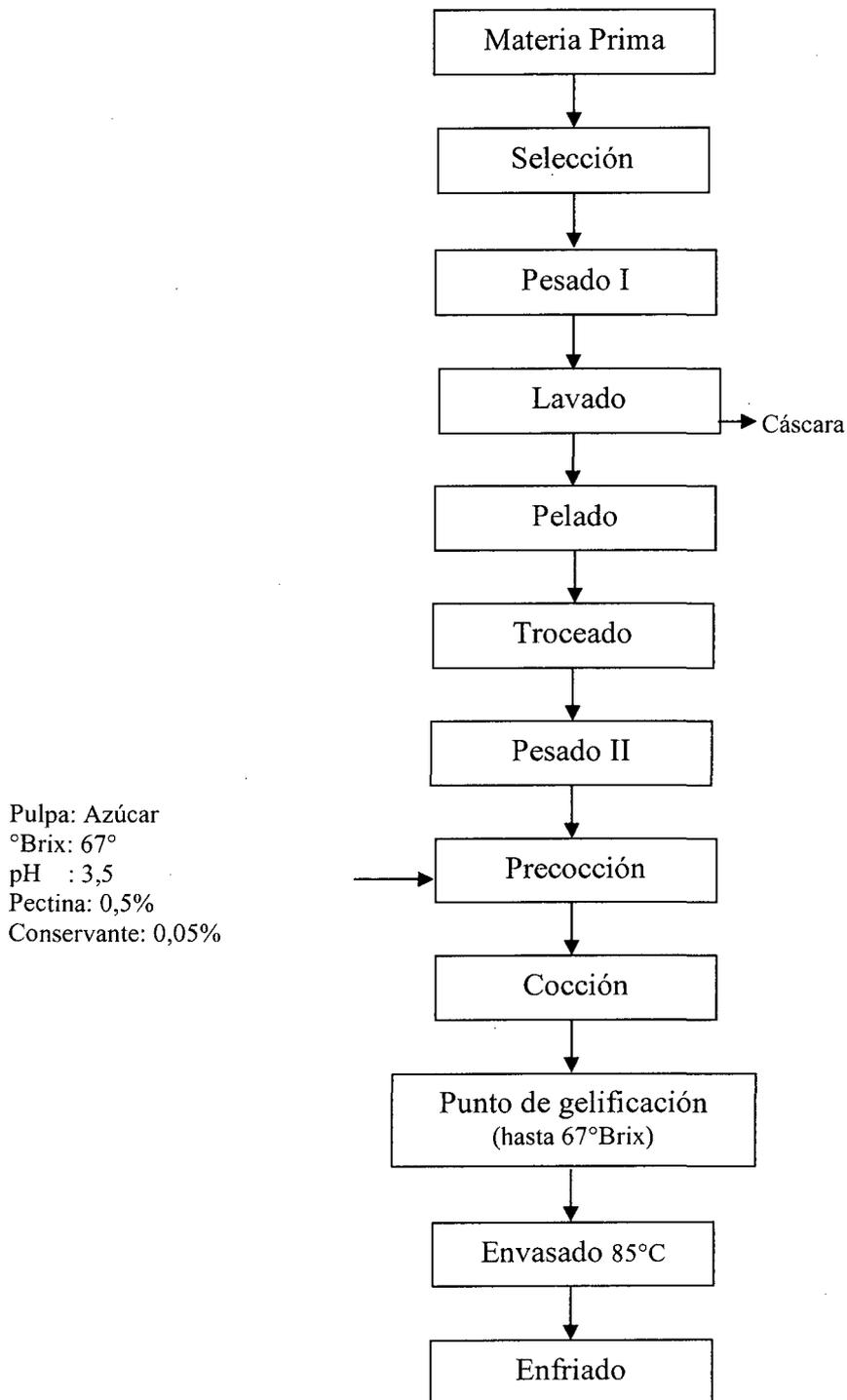


Figura 3: Diagrama de flujo para elaboración de mermelada de piña, empleando pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

2.5. Análisis físico químico de la pectina extraída

2.5.1. Contenido de ácido galacturónico: Para la determinación del porcentaje de ácido galacturónico contenido en la pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), se empleó el método desarrollado por Untiveros (2003), mostrado en el Anexo A1.

2.5.2. Tiempo de gelificación: Para medir el tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), se empleó el método desarrollado por Joseph, (1949), mostrado en el Anexo A2.

2.5.3. Viscosidad: Se determinó la viscosidad de la mermelada de piña ecotipo Santa Rosa, empleando un viscosímetro rotacional marca Brookfield Modelo RVDVE 230 a 60 RPM y Spin 06.

2.6. Análisis estadístico

Obtención de Pectina

Para evaluar el porcentaje de rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina obtenida a partir del mesocarpio del fruto de maushan, se empleó un experimento factorial $2A \times 3B \times 3C$ bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 03 repeticiones. Se hizo uso del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Window V8.

Factores:

A. Índice de madurez: a_1 : Estado sazón
 a_2 : Estado maduro

B. Tipo de ácido: b_1 : HCl
 b_2 : H_3PO_4
 b_3 : Ácido cítrico

C. pH del agua acidulada: c_1 : 2,0
 c_2 : 2,5
 c_3 : 3,0

Variable Respuesta: Rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico de la pectina extraída y tiempo de gelificación.

Unidad Experimental: Mesocarpio del fruto de maushan.

Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico, y tiempo de gelificación experimentado en el i -ésimo índice de madurez, j -ésimo tipo de ácido, k -ésimo pH del agua acidulada en la l -ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

a_i = Efecto de la i -ésimo índice de madurez.

β_j = Efecto de la j -ésimo tipo de ácido.

γ_k = Efecto de la k -ésimo pH del agua acidulada.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la i -ésimo índice de madurez en el j -ésimo tipo de ácido.

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efecto de la i -ésimo índice de madurez en el k -ésimo pH del agua acidulada.

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Efecto de la j -ésimo tipo de ácido en el k -ésimo pH del agua acidulada.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la i -ésimo índice de madurez en el j -ésimo tipo de ácido y k -ésimo pH del agua acidulada.

E_{ijkl} = Error experimental.

Comparaciones múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba Tukey al 95% de confianza.

Evaluación de la viscosidad de la mermelada de piña

Para evaluar los valores de la viscosidad de la mermelada de piña elaborada con pectina de maushan, se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 7 tratamientos (provenientes de la extracción de pectina) más un testigo (pectina comercial); y 3 repeticiones. Se hizo uso del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Window V8.

Modelo Aditivo Lineal.

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

Donde:

Y_{ij} = Viscosidad de la mermelada de piña experimentado en el i-ésimo pectina extraída del fruto de maushan, evaluado en la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i-esima pectina extraída del fruto de maushan.

E_{ij} = Error experimental.

Comparaciones Múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba Tukey al 95% de confianza.

Evaluación sensorial

Para evaluar los atributos de consistencia, color y sabor de la mermelada de piña, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con panelistas semi entrenados. Se hizo uso del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Window V8.

Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Consistencia, color y sabor de la mermelada de piña obtenida empleando la i-ésima pectina extraída del fruto de maushan evaluado por el j-ésimo panelista.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto de la i-ésima pectina extraída de fruto de maushan.

β_j = Efecto del j-ésimo panelista.

E_{ij} = Error experimental.

Comparaciones Múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba Tukey al 95% de confianza.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación del rendimiento, ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan

En la Tabla 4 se muestra que el mejor rendimiento de pectina, porcentaje de ácido galacturónico y menor tiempo de gelificación registrados fue en frutos de maushan en estado sazón. El mayor rendimiento de pectina se registró cuando se empleó un pH 2,0 del agua acidulada con ácido cítrico y ácido fosfórico, obteniéndose un 2,15% y 2,10% de rendimiento de pectina, respectivamente.

Los mayores porcentajes de ácido galacturónico se registró cuando se empleó pH 2,0 y 2,5 en el agua acidulada con ácido cítrico y ácido fosfórico obteniendo un 26,69% y 28,5% de ácido galacturónico, respectivamente.

El menor tiempo de gelificación (5,63 minutos) se registró cuando se empleó agua acidulada con ácido cítrico a pH 2,0 (Figura 4).

Tabla 4: Evaluación del rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída a partir de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas.

TRATAMIENTO	ESTADO DE MADUREZ						RENDIMIENTO ¹ (%)	ÁCIDO GALACTURÓNICO ¹ (%)	TIEMPO GELIFICACIÓN ¹ (min)
	SAZON			MADURO					
	pH								
	HCl	H ₃ PO ₄	ÁCIDO CÍTRICO	HCl	H ₃ PO ₄	ÁCIDO CÍTRICO			
T ₁	2,0	-	-	-	-	-	1,82 abc	26,69 a	6,57 bcdef
T ₂	2,5	-	-	-	-	-	1,11 bcd	22,63 ab	7,24 bcdefgh
T ₃	3,0	-	-	-	-	-	1,37 abc	17,93 abc	6,88 bcdefgh
T ₄	-	2,0	-	-	-	-	2,10 a	28,5 a	5,66 ab
T ₅	-	2,5	-	-	-	-	2,06 ab	28,5 a	5,85 ab
T ₆	-	3,0	-	-	-	-	1,5 abc	24,35 ab	5,91 abc
T ₇	-	-	2,0	-	-	-	2,15 a	26,69 a	5,63 a
T ₈	-	-	2,5	-	-	-	1,73 abc	26,69 a	6,94 bcdefgh
T ₉	-	-	3,0	-	-	-	1,13 bcd	23,17 ab	5,98 abc
T ₁₀	-	-	-	2,0	-	-	0,65 bcd	23,76 ab	6,04 abc
T ₁₁	-	-	-	2,5	-	-	1,03 bcd	24,39 ab	6,43 bcde
T ₁₂	-	-	-	3,0	-	-	0,69 bcd	20,82 abc	6,71 bcdefgh
T ₁₃	-	-	-	-	2,0	-	1,13 bcd	21,41 abc	6,46 bcdef
T ₁₄	-	-	-	-	2,5	-	0,69 bcd	21,95 ab	6,29 bcd
T ₁₅	-	-	-	-	3,0	-	0,59 bcd	20,82 abc	7,02 bcdefgh
T ₁₆	-	-	-	-	-	2,0	1,08 bcd	25,86 a	6,23 bcd
T ₁₇	-	-	-	-	-	2,5	1,01 bcd	22,29 ab	6,9 bcdefgh
T ₁₈	-	-	-	-	-	3,0	0,94 bcd	15,25 bc	6,18 bcd

¹Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos para p = 0,05 de acuerdo a la prueba de Tukey 95% de confianza.



Figura 4. Valores promedios de rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

3.2. Evaluación de la viscosidad y tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan

En la Tabla 5 se muestra la viscosidad y tiempo de gelificación empleando pectina extraída de frutos de maushan, siendo el T7 a 60 RPM (12,47 Pa) donde se obtuvo una viscosidad cercana a la pectina comercial (13,59 Pa) y la menor viscosidad se registró en el T1 con un valor de 6,66 Pa (Figura 5). Con respecto al tiempo de gelificación en los diferentes tipos de pectina extraída de frutos de maushan fueron similares al testigo (Figura 6), siendo la prueba no significativa de acuerdo a la prueba Tukey 95% de confianza.

Con respecto a la viscosidad en la figura 5, se observa variación de la consistencia de la mermelada de piña con respecto al testigo (mermelada elaborada con pectina comercial), los demás tratamientos fueron elaborados con pectina extraída de frutos de maushan. De igual manera en la figura 6 con respecto al tiempo de gelificación se observa la misma variación esto debido a las condiciones ya antes mencionadas.

Tabla 5: Evaluación de la viscosidad y tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

TRATAMIENTO	ESTADO DE MADUREZ SAZÓN			VISCOSIDAD (Pa)	TIEMPO DE GELIFICACIÓN (min)
	pH DEL AGUA ACIDULADA				
	HCl	H ₃ PO ₄	ÁCIDO CITRICO	60RPM Torque:70%	
Testigo ¹	-	-	-	13,59 a	4,92 a
T ₁	2,0	-	-	6,66 d	5,65 a
T ₂	3,0	-	-	7,99 d	5,16 a
T ₃	-	2,0	-	10,8 c	5,87 a
T ₄	-	2,5	-	11,06 b c	5,67 a
T ₅	-	3,0	-	12,16 b c	5,58 a
T ₆	-	-	2,0	11,87 b c	5,43 a
T ₇	-	-	2,5	12,47 a b	5,62 a

¹ Empleo de pectina comercial de grado 120, a 0,5% en la elaboración de la mermelada de piña ecotipo Santa Rosa.

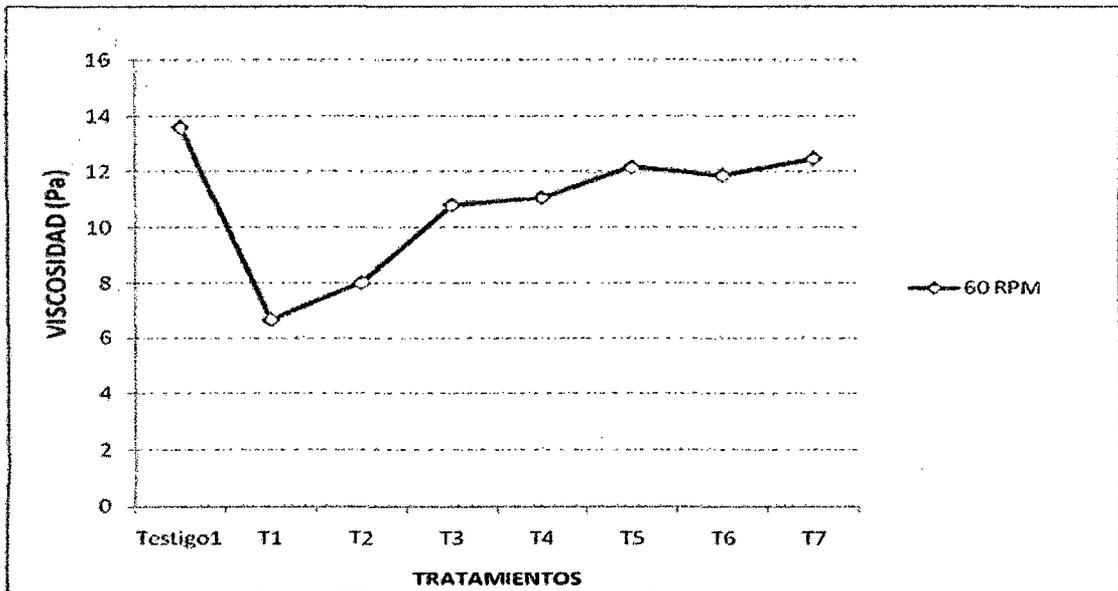


Figura 5: Valores promedios de la viscosidad en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

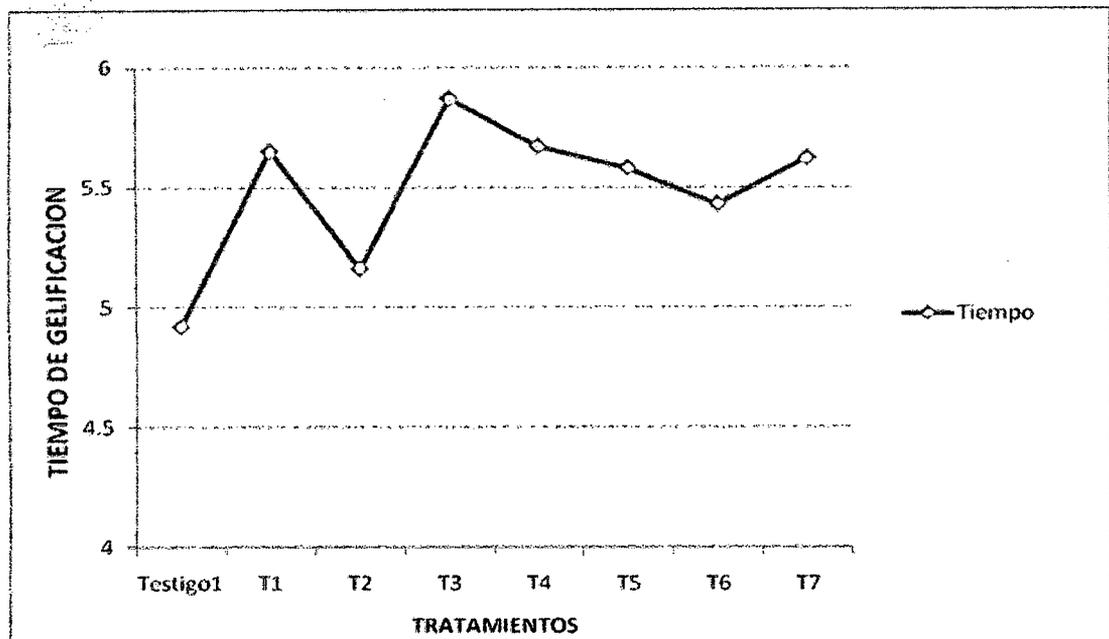


Figura 6: Valores promedios del tiempo de gelificación en la elaboración de mermelada de piña empleando pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

3.3. Evaluación sensorial (consistencia, color, sabor,) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan

En la Tabla 6 se muestran los atributos sensoriales: consistencia, color y sabor en la elaboración de mermelada de piña con pectina extraída de frutos de maushan.

En cuanto a la consistencia, los resultados muestran que las calificaciones de tratamientos T5, T6 y T7, estuvieron próximos al testigo, siendo una mermelada con calificación de consistente por parte de los panelistas.

En la Figura 7 se muestra los atributos de sabor y color se observa que la pectina obtenida del fruto de maushan son similares a la pectina comercial (testigo), siendo la prueba no significativa de acuerdo a la prueba Tukey al 95% de confianza.

En la Figura 7 se muestra la curva de variación de los atributos de consistencia, color y sabor, con respecto a la consistencia se observa variación de puntos, el testigo tiene el punto mas alto con una calificación 8,17 esto debido a que dicha mermelada fue elaborada con pectina comercial obteniendo así una mayor viscosidad con relación a los demás tratamientos que fueron elaborados con pectina extraída de frutos maushan.

Tabla 6: Evaluación sensorial (consistencia, color, sabor,) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente del distrito de San Miguel de Soloco.

TRATAMIENTO	ESTADO DE MADUREZ SAZÓN			ATRIBUTOS		
	pH DEL AGUA ACIDULADA			CONSISTENCIA	COLOR	SABOR
	HCl	H ₃ PO ₄	ÁCIDO CITRICO			
Testigo ¹	-	-	-	8,17 a	6,25 a	6,25 a
T₁	2,0	-	-	4,33 b c	6,58 a	6,33 a
T₂	3,0	-	-	5,67 b c	5,83 a	6,83 a
T₃	-	2,0	-	6,08 b c	5,75 a	6,41 a
T₄	-	2,5	-	6,17 b	5,33 a	6,17 a
T₅	-	3,0	-	6,42 a b	5,33 a	6,75 a
T₆	-	-	2,0	7,00 a b	5,42 a	5,75 a
T₇	-	-	2,5	6,83 a b	5,92 a	6,25 a

¹ Mermelada de piña elaborada con pectina comercial de grado 120.

IV. DISCUSIÓN

Los frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M Badillo) se recolectaron en el estado sazón y maduro, registrándose un índice de madurez químico en el estado sazón de 3,64 y en el estado maduro de 6,51; valores dentro de los rangos reportados por Torres y Vásquez (2009).

Pilnik y Voragen (1970), manifiesta que son varias las formas de determinar las sustancias pécticas en el material vegetal, y se dividen fundamentalmente en los métodos que aplican la extracción del material péctico y su posterior análisis; es así, que debido a la naturaleza heterogénea de las sustancias pécticas, los resultados varían de un método a otro, estado de la pectina, el tipo de tejido vegetal, entre otros; en la presente investigación al emplear el método de hidrólisis ácida para la extracción de pectina utilizando como agentes de extracción ácido clorhídrico, ácido fosfórico y ácido cítrico a pH de 2,0; 2,5; 3,0 y una relación de 1/16 (kg de bagazo/L de agua acidulada) se obtiene un mayor rendimiento; el empleo de relaciones menores no permite continuar con el proceso, debido a la alta viscosidad de la solución péctica. De acuerdo a Kelco (2005), a nivel industrial suele realizarse con agua caliente acidificada (hidrólisis ácida); ésta se realiza con ácido diluido (pH 1,5 – 3,0), en un rango de temperatura de 60-100°C. El extracto es filtrado y la pectina es precipitada, con lo cual se logra separar la pectina presente del resto de los compuestos de la cáscara, para luego secarla y molerla hasta obtener un fino polvo listo para comercializarlo (ITESCAM, 2007).

Pilnik y Voragen (1970) mencionan que los rendimientos al precipitar la pectina de un extracto hidrolizado, proporcionan cantidades de material hasta en un 30% mayor que el

contenido de ácido galacturónico (AAG) presente. Los datos mostrados en la tabla 4, también identificó que la precipitación con alcohol es un índice confiable del contenido teórico de pectina extraíble, donde Pilnik y Voragen (1970) manifiesta que: “los polisacáridos complejos extraídos de las plantas, poseen un alto contenido de ácido galacturónico”.

En la Tabla 4 se muestra que los mayores rendimientos de pectina extraída de frutos de maushan se registrarón en frutos en estado sazón en comparación con el estado maduro siendo significativa la prueba; lo cual concuerda con Proctor y Peng (1989), quienes manifiestan que cuando la fruta va madurando los componentes de la pared celular y de la lámina media de la célula vegetal experimentan notables variaciones estructurales que ocasionan cambios en la textura de la fruta; las sustancias pécticas hemicelulosa y celulosa son sometidos a proceso de despolimerización que contribuye al ablandamiento de la fruta, por lo cual el contenido de pectina va disminuyendo; lo cual puede haber ocurrido al hallar un menor rendimiento de pectina al emplear frutos de maushan en estado maduro.

El rendimiento de la pectina extraída de frutos de maushan, para el estado sazón estuvo en un rango de 2,15% y 1,11% mientras que para el estado maduro estuvo entre 1,13% a 0,59%; similares rendimientos encontró Lima (1999), empleando también el método de hidrólisis ácida en frutos de maracuyá, obteniendo alrededor de 2%, porcentaje menor al rendimiento obtenido en el tratamiento T7 del fruto de maushan en estado sazón (Tabla 4). El empleo de ácido cítrico en el agua acidulada y fruto en estado sazón registrarón los mayores rendimientos de pectina; resultados que coinciden con el estudio

realizado por Schemin (2005), quienes al extraer pectina de pulpa de manzana obtuvieron un mayor rendimiento en el agua acidulada con ácido cítrico.

El porcentaje de ácido galacturónico de la pectina obtenida en frutos de maushan se observó que el estado sazón registró los más altos porcentajes en los tratamientos T1, T4, T5, T7 y T8; mientras que en el estado maduro sólo se registró en el tratamiento T16 (25,86%); porcentajes de ácido galacturónico por debajo a los registrados por D'Addosio *et al.* (2005), quienes obtuvieron porcentajes de ácido galacturónico de 71,65 y 78% en corteza de limón y parchita, respectivamente; los bajos porcentajes de ácido galacturónico en la presente investigación pudieron deberse a interferencias de las impurezas tales como azúcares neutros asociados, látex, gomas y demás compuestos presentes en la estructura de la cáscara de maushan que pudieron hidrolizarse junto con la pectina extraída, (Jittra *et al.*, 2005). Loesecke (1949), obtuvo 10,19% de ácido galacturónico en bananos, porcentaje de ácido galacturónico, por debajo a lo obtenido en la pectina de frutos de maushan.

Flores (1996), manifiesta que la velocidad o tiempo de gelificación depende en gran parte de la velocidad de enfriamiento del gel; al enfriar lentamente se logran gelificaciones a temperaturas más altas, por esta razón la velocidad de gelificación se determina a temperatura constante, debido a que es un parámetro importante para la caracterización de la pectina; en nuestra investigación los menores tiempos de gelificación se registraron en el tratamiento T7 (5,63 minutos), el cual se aproximó con la pectina comercial (4,0 minutos). El mayor tiempo de gelificación obtenida en la pectina extraída de frutos de maushan posiblemente es atribuida al mayor tamaño de partícula, debido a que la molienda de la pectina obtenida del fruto de maushan se

empleó un mortero, obteniendo tamaños de partículas heterogéneas, siendo adecuado reducirlas hasta su paso por una malla 60 mesh (Kelco, 2005).

Los mejores valores de viscosidad de la pectina obtenida a partir de frutos de maushan, en la elaboración de mermelada de piña ecotipo Santa Rosa se lograron en el tratamiento T7 (agua acidulada con ácido cítrico a pH 2,5), registrando 12,47Pa a 60 RPM; este valor se encuentran en el rango permitido por la Oficina Española de Patentes y Marcas (Frasquet, 2005). Los tiempos de gelificación de la mermelada elaborada con pectina extraída de frutos de maushan fueron similares en todos los tratamientos con respecto al testigo, (4 minutos), siendo el tratamiento T2 (agua acidulada con ácido clorhídrico a pH 3,0) de menor tiempo 5,16 minutos; al respecto Braverman (1967), menciona que las pectinas se caracterizan por un diferente comportamiento respecto a la gelificación, entendiéndose por gelificación el inicio de la formación del gel que aparece cuando es completada la cocción; cuando el tiempo de gelificación pasa los cuatro minutos está es de gelificación lenta; por lo tanto la pectina extraída de frutos de maushan tiene características de gelificación lenta.

El análisis sensorial de la mermelada de piña empleando pectina de maushan, mostró diferencias significativas en la consistencia entre los tratamientos evaluados; es así que en el tratamiento T1 (ácido clorhídrico a pH 2,0) se registró una calificación de una mermelada poco fluida con una puntuación de 4,33; sin embargo, en el tratamiento T6 (ácido cítrico a pH 2,0) presentó una calificación de moderadamente consistente con una puntuación de 7,0 cercano al testigo que obtuvo una puntuación de 8,17 con una calificación de muy consistente. Al respecto Braverman (1967), menciona que para un mismo contenido de pectina en la formación del gel final, la longitud de la molécula

condiciona su rigidez o firmeza; por debajo de una cierta longitud molecular una pectina no forma geles, cualquiera que sea la dosis empleada y las condiciones del medio.

V. CONCLUSIONES

Los mejores valores de rendimiento, porcentaje de ácido galacturónico y menor tiempo de gelificación en pectina de frutos de maushan se logró cuando se empleó frutos de maushan en estado sazón, pH 2,0 del agua acidulada con ácido cítrico.

La pectina obtenida del mesocarpio de fruto del maushan en el estado sazón se obtuvo el mayor rendimiento (2,15%) en el tratamiento T7 (ácido cítrico a pH 2,0) y el mayor porcentaje de ácido galacturónico (28,5) en los T4 y T5 (ácido fosfórico a pH 2,0 y 2,5)

La mayor viscosidad de la mermelada de piña (12,47Pa) se logró cuando se empleó pectina extraída del fruto de maushan en estado sazón, y un pH 2,5 en el agua acidulada con ácido cítrico.

La mayor calificación en el atributo consistencia de la mermelada de piña empleando pectina de maushan se logró cuando se empleó fruto de maushan en estado de madurez sazón y pH 2,0 y 2,5 en el agua acidulada con ácido cítrico.

En la evaluación sensorial de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan, los atributos color y sabor fueron similares al emplear pectina comercial.

VI. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta la heterogeneidad del material péctico, hacer una evaluación definida de los métodos de determinación de pectinas en especies vegetales, que permitan establecer las bases para recomendar un método estándar confiable que facilite los estudios de pectinas en nuestro medio.

Optimizar el proceso incluyendo pasos previos de secado, así como concentración del líquido obtenido con el fin de disminuir la cantidad de reactivos necesarios para llevar a cabo la extracción.

Investigar una forma de recuperar por destilación el alcohol empleado, para su reutilización.

Estudiar los componentes del desecho (cáscara y semillas) en forma independiente.

Finalmente se recomienda la ejecución de un estudio de factibilidad para el montaje de una planta que aproveche el zumo de frutos de maushan en la elaboración de néctar y los residuos de los frutos para la extracción de pectina, con la finalidad de generar un valor agregado a este fruto nativo de la región Amazonas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amos, A.J. 1969.- Manual de industrias de los alimentos.- Pectina. (pp. 135 – 136)
- Anzaldúa M. A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- Ávila J. 1979.- Diccionario de los alimentos.- A, B, C, D. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- Bernaola, S. 1995. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de obtención de pectinas a partir de desechos de manzanas. Ica-Peru. Tesis (pp: 29-70).
- Braverman J. B.S. 1967.- Introducción a la bioquímica de los alimentos.- Pectina.- Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- Camejo, C., A. Ferrer, B. de Ferrer, J. Peña y M. Cedeño. 1996. Extracción y caracterización de pectina en limones injertados de la región zuliana. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 13(5):641-645.
- Coronado M 2001; Elaboración de mermeladas/ En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales/ Unión Europea, CIED, EDAC, CEPCO. Lima, Perú: Unión Europea, CIED, EDAC, CEPCO, 36 pp.

- D'Addosio, R., G. Páez, M. Marín, Z. Mármol y J. Ferrer. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Degener). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 22(3):241-251.
- Fennema, O. 1996. *Food Chemistry*. Marcel Dekker. New York. 171-173 p.
- Flores J. 1996. Mermeladas y jaleas (II), las pectinas y el fenómeno de gelificación. *Rev. de Agroquím. y Tecnol. Aliment.* 6;6-11.
- Francis, B. J. y Bel, K. J. 1975. *Comercial Pectin: A Review*. *Trop. Science*. 17:25-43.
- Frascke, Federico y Díaz. *Oficina Española de Patentes y Marcas*. C/Panamá, 128036 Madrid.
- Gilabert J. 2002. *Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina de bagazo de melocotón*, Universidad de Lleida. Itali. Tesis pp: 35-45.
- Gomez J. F. 1998. *Factibilidad técnica del aislamiento y la caracterización de pectina cítrica para el sector agroindustrial*. (Trabajo de Grado). Medellín: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Administración.
- Hart, F y H, Fisher. 1984. *Análisis moderno de los alimentos*. Edit. Acribia. Zaragoza. España.

- Herbstreith y Fox. 2001. Cloud stabilisation of pineapple and passion fruit juice as well as nectars produced from concentrate. Neuenbürg, AL. Technical ApplicationInformation. 13 p.
- Isique J. C. 1986. Extracción de pectina a partir de desechos industriales de maracuya. Lima-Peru. Tesis (pp 14).
- ITESCAM 2007. Obtención y propiedades químicas de las pectinas. Consultado 11 de mayo 2008.
- Jittra, S., N. Suwayd, S. Cui y D. Goff. 2005. Extraction and physicochemical characterization of krueo Ma Noy pectin. Food hyd. 19(5):793-801.
- Joseph. G. H. y Baier, W. E. 1949. Methods of determining the firmnes and setting time of pectin test jellies. Rev. Food Tech. 3:18-22.
- Kelco C.P 2005. Powder Characteristics and Storage Stability. Disponible en: http://www.cpkelco.com/pectin/raw_materials.html. Acceso em: 10 de Fev. 2008.
- Kertez, Z. I. 1951. The Pectic substances. New York, Interscience. 628 p.
- Lima, A. 1999. coord. cultivo do maracuyá. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 130 p. (EMBRAPA Mandioca y Fruticultura, 35).

- Loesecke, H.W. 1949. Outlines of Food Technology.- Citrus pectin.- London.- Revista pags. 73-75.
- Pilgrim G.W. 1991. Jams Jelles and Preserves. En: The Chemistry and Technology of Pectin. San Diego: CA: Academic Press.
- Pilnik, W. y Voragen, A. G. 1970. Pectic substances and other uronides. En Hulme, A. C. ed. The Biochemistry of Fruits and their products. London, Academic Press. Vol. 1. Pp. 53-80
- Proctor, A. y L.C. Peng 1989. Pectin trantions during Blueberry fruit development and ripening. J. Food Sci. 54: 385387.
- Scheldeman, J.R. Romero, V. Van, V. Heyens y P. Van. 2003. Potencial of highland papayas (*Vasconcellea* spp) in southern Ecuador. Lyonia. 5(1): 73-80.
- Schemin, *et al* 2005. Extraction of pectin from apple pomace. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 48, n. 2: pp 259-266.
- Torres M. 2009. Investigación, “Caracterización físico-químico del maushan (*Vasconcellea monoica*) provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, Región Amazonas.

- Untiveros G.S. 2003. Obtención y caracterización de pectinas de alto y bajo metóxilo de la manzana variedad Pachacamac. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2003 JUL-SEP; 69 (3) 155-162.

- Vargas, P. O. 1983. Estudio preliminar del contenido de pectina en cítricos de la estación experimental Fabio Baudrit a diferentes estados de madurez. Tesis para Lic. En Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 103 p.

- Vásquez, 2008. Extracción de pectina a partir de la cascara de plátano (*Musa AAB*, subgrupo plátano) clon Harton. Departamento de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica del Maule, casilla 7-D, Curico.

ANEXOS

ANEXO A

Anexo A1: Determinación del porcentaje de ácido galacturónico

Se preparó una solución de 0,1 g. de pectina / 20mL de agua, se tituló con NaOH 0,1N (meqA), luego se añadieron 5ml de NaOH 0,25N, dejándose reposar por 30 minutos; se añadieron 5mL de HCl 0,25N se agitó hasta que la solución se vuelva transparente y finalmente se tituló con NaOH 0,25N (meqB). (Untiveros, 2003)

$$\%AAG = \frac{176 \times 100 (\text{meqA} + \text{meqB})}{\text{mg pectina}}$$

meqA = miliequivalentes de NaOH

meqB = miliequivalentes de NaOH

Anexo A2: Determinación del tiempo de gelificación

Se preparó un gel conteniendo ácido cítrico y sacarosa, al cual se agregó pectina extraída de frutos de maushan, se puso a andar el reloj al hervir el vaso a temperatura de 95°C. rápidamente el vaso se sumergió en un baño maría a una temperatura de 30 °C de forma que quedó cubierto hasta la superficie, a intervalos se le dio un suave giro. Cuando el gel en la superficie apenas gelificó, se detuvo el cronometro. La gelificación se observó a través de la luz, al iniciar la gelificación el sistema presenta elasticidad y se mueve en dirección opuesta al realizar un giro. (Joseph, 1949)

ANEXO B

RENDIMIENTO DE PECTINA EN ESTADO SAZÓN Y MADURO

Anexo B1: Rendimiento de pectina en frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), en estado sazón según el tipo de ácido y pH del agua acidulada.

REPETICIÓN	(%) RENDIMIENTO SAZÓN								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	1,24	1,48	1,96	1,38	1,78	0,98	2,58	1,52	1,22
R ₂	1,42	1,28	0,98	2,42	2,3	2,96	1,68	1,94	1,54
R ₃	2,8	0,58	1,16	2,50	2,1	0,56	2,18	1,74	0,62
$\sum x_i$	5,46	3,34	4,1	6,30	6,18	4,5	6,44	5,2	3,38
x_i	1,82	1,11	1,37	2,10	2,06	1,50	2,15	1,73	1,13
$\sum x_i^2$	11,39	4,17	6,15	14,01	12,87	10,04	14,23	9,10	4,24

Anexo B2: Rendimiento de pectina en frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), en estado maduro según el tipo de ácido y pH del agua acidulada.

REPETICIÓN	(%) RENDIMIENTO MADURO								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	0,78	1,26	0,42	0,70	0,32	0,18	0,92	1,0	0,54
R ₂	0,46	0,72	0,52	1,12	0,72	0,84	0,74	0,52	0,24
R ₃	0,7	1,12	1,14	1,58	1,02	0,74	1,58	1,5	2,04
Σx _i	1,94	3,1	2,08	3,40	2,06	1,76	3,24	3,02	2,82
x _i	0,65	1,03	0,69	1,13	0,69	0,59	1,08	1,01	0,94
Σx _i ²	1,31	3,36	1,75	4,24	1,66	1,29	3,89	3,52	4,51

ANEXO C

PORCENTAJE DE ÁCIDO GALACTURÓNICO DE PECTINA EN ESTADO SAZÓN Y MADURO

Anexo C1: Porcentaje de ácido galacturónico en pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), en estado sazón según el tipo de ácido y pH del agua acidulada.

REPETICIÓN	(%) ACIDO GALACTURONICO SAZON								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	24,64	17,72	14,08	22,0	29,92	22,0	35,2	35,2	27,28
R ₂	24,4	24,64	17,72	30,8	32,7	30,8	22,0	22,88	22,0
R ₃	30,8	25,52	22,0	32,7	22,88	20,24	22,88	22,0	20,24
Xi	26,69	22,63	17,93	28,5	28,5	24,35	26,69	26,69	23,17
Σxi	80,08	67,88	53,8	85,5	85,5	73,04	80,08	80,08	69,52
Σxi²	2163	1572	996,2	2502	2488	1842	2247	2247	1638

Anexo C2: Porcentaje de ácido galacturónico en pectina extraída de frutos de maushan estado maduro (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), según el tipo de ácido y pH del agua acidulada.

REPETICIÓN	MADURO								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	25,52	20,24	22,88	22,0	28,88	21,12	32,7	22,88	16,72
R ₂	22,88	20,24	18,48	20,24	16,72	20,24	22,88	22,88	12,32
R ₃	22,88	32,7	21,12	22,0	20,24	21,12	22,0	21,12	16,72
Xi	23,76	24,39	20,82	21,41	21,95	20,82	25,86	22,29	15,25
∑xi	71,28	73,18	62,48	64,24	65,84	62,48	77,58	66,88	45,76
∑xi ²	1698	1889	1311,1	1377,7	1523	1301,8	2077	1493	710,9

ANEXO D

TIEMPO DE GELIFICACIÓN DE PECTINA EN ESTADO SAZÓN Y MADURO

Anexo D1: Tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), en estado sazón según el tipo de ácido y pH de agua acidulada.

REPETICIÓN	TIEMPO GELIFICACION SAZÓN (min)								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	7,00	7,22	7,15	5,39	6,10	6,04	5,53	7,27	6,08
R ₂	6,30	7,10	7,00	6,10	5,45	5,58	5,35	7,00	5,55
R ₃	6,40	7,40	6,50	5,50	6,00	6,10	6,00	6,55	6,30
$\sum x_i$	19,70	21,72	20,65	16,99	17,55	17,72	16,88	20,82	17,93
x_i	6,57	7,24	6,88	5,66	5,85	5,91	5,63	6,94	5,98
$\sum x_i^2$	129,65	157,30	142,37	96,51	102,91	104,83	95,20	144,76	107,46

Anexo D2: Tiempo de gelificación de la pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), en estado maduro según el tipo de ácido y pH de agua acidulada.

REPETICIÓN	TIEMPO GELIFICACION MADURO (min)								
	HCl			H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO		
pH	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
R ₁	6,35	6,20	7,10	6,42	6,00	7,00	6,40	7,15	6,13
R ₂	5,56	6,10	6,58	6,45	6,57	7,5	6,28	7,00	6,30
R ₃	6,22	7,00	6,46	6,5	6,30	6,56	6,00	6,55	6,12
$\sum x_i$	18,13	19,30	20,14	19,37	18,87	21,06	18,68	20,7	18,55
x_i	6,04	6,43	6,71	6,46	6,29	7,02	6,23	6,90	6,18
$\sum x_i^2$	109,92	124,65	135,44	125,07	118,85	148,28	116,40	143,03	114,72

ANEXO E

VISCOSIDAD DE LA MERMELADA DE PIÑA ELABORADA CON PECTINA EXTRAÍDA DE FRUTOS DE MAUSHAN

Anexo E1: Viscosidad de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), a 12RPM.

REPETICIÓN	RPM	VISCOSIDAD DE LA MERMELADA (Pa)							
		PECTINA COMERCIAL	HCl		H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO	
pH			2,0	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5
R ₁	12	27,3	18,67	19,52	24,47	24,97	25,11	26,23	25,97
R ₂	12	26,9	18,9	19,73	23,99	24,98	25,32	27,01	25,82
R ₃	12	27,22	18,68	20,1	23,59	24,89	24,85	26,11	24,98
Σx _i	-	81,42	56,25	59,35	72,05	74,84	75,28	79,35	76,77
x _i	-	27,14	18,75	19,78	24,02	24,95	25,09	26,45	25,59
Σx _i ²	-	2209,83	1054,72	1174,31	1730,79	1867,01	1889,14	2099,29	1965,11

Anexo E2: Viscosidad de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), a 60 RPM.

REPETICION	RPM	VISCOSIDAD DE LA MERMELADA (Pa)							
		PECTINA COMERCIAL	HCl		H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO	
pH			2,0	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5
R ₁	60	13,55	6,43	7,65	11,5	10,72	12,42	11,92	12,83
R ₂	60	13,68	6,6	7,82	10,98	11,74	12,55	12,05	12,85
R ₃	60	13,55	6,94	8,5	9,91	10,73	11,52	11,64	11,74
∑x _i	-	40,78	19,97	23,97	32,39	33,19	36,49	35,61	37,42
x _i	-	13,59	6,66	7,99	32,39	11,06	12,16	11,87	12,47
∑x _i ²	-	554,35	133,07	191,92	351,02	367,88	444,47	422,78	467,56

ANEXO F

TIEMPO DE GELIFICACIÓN DE LA MERMELADA DE PIÑA ELABORADA CON PECTINA EXTRAÍDA DE FRUTOS DE MAUSHAN

Anexo F1: Tiempo de gelificación de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo).

REPETICION	TIEMPO DE GELIFICACION DE LA MERMELADA (min)							
	PECTINA COMERCIAL	HCl		H ₃ PO ₄			ÁCIDO CÍTRICO	
pH		2,0	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5
R ₁	4,65	6,03	5,05	6,00	5,1	5,58	5,15	5,3
R ₂	5,00	5,58	5,05	6,05	6,48	5,57	6,00	6,1
R ₃	5,1	5,35	5,39	5,55	5,43	5,58	5,15	5,45
$\sum x_i$	14,75	16,96	15,49	17,6	17,01	16,73	16,3	16,85
x_i	4,92	5,65	5,16	5,87	5,67	5,58	5,43	5,62
$\sum x_i^2$	72,63	96,12	80,06	103,41	97,49	93,30	89,05	95,00

ANEXO G

FORMATOS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

FORMATO TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUAR EL SABOR Y CONSISTENCIA

Nombre:.....

Fecha:.....

Producto: Mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan

Por favor pruebe cada una de las muestras y califique usted el sabor y la consistencia de acuerdo a la siguiente escala:

Sabor		Consistencia	
Me gusta muchísimo	= 9	Extremadamente consistente	=9
Me gusta mucho	= 8	Muy consistente	=8
Me gusta moderadamente	= 7	Moderadamente consistente	=7
Me gusta ligeramente	= 6	Consistente	=6
No me gusta ni me disgusta	= 5	Moderadamente fluido	=5
Me disgusta Ligeramente	= 4	Un poco fluido	=4
Me disgusta moderadamente	= 3	Fluido	=3
Me disgusta mucho	= 2	Muy fluido	=2
Me disgusta muchísimo	= 1	Extremadamente fluido	=1

Muestras	Sabor	Consistencia
345		
250		
120		
605		
525		
430		
410		
395		

FORMATO TEST DE ESCALA HEDÓNICA PARA EVALUAR EL COLOR

Nombre:.....

Fecha:.....

Producto: Mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan

Por favor pruebe cada una de las muestras y califique usted el color de acuerdo a la siguiente escala:

Extremadamente mejor que el testigo	= 9
Mucho mejor que el testigo	= 8
Moderadamente mejor que el testigo	= 7
Un poco mejor que el testigo	= 6
Igual al testigo	= 5
Un poco peor que el testigo	= 4
Moderadamente peor que el testigo	= 3
Mucho peor que el testigo	= 2
Extremadamente peor que el testigo	= 1

Muestras	Color
345	
250	
120	
605	
525	
430	
410	
395	

Comentarios:.....

.....

.....

ANEXO H

Anexo H1: Base de datos de la evaluación sensorial de la mermelada de piña (sabor) elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo).

Panelista	Muestras							
	345	250	120	605	525	430	410	395
1	9	6	8	6	8	7	7	6
2	7	6	6	8	5	7	7	7
3	7	6	7	8	5	6	5	6
4	4	7	6	4	6	4	4	3
5	3	5	7	8	8	6	4	5
6	5	6	8	7	6	7	5	7
7	8	9	7	1	3	8	4	7
8	7	6	6	7	7	7	8	8
9	4	5	6	8	6	7	6	6
10	9	8	8	7	7	8	8	7
11	6	7	6	7	6	6	4	5
12	6	5	7	6	7	8	7	8
$\sum x_i$	75	76	82	77	74	81	69	75
x_i	6,25	6,33	6,83	6,42	6,17	6,75	5,75	6,25
$\sum x_i^2$	511	498	568	541	478	561	425	491
$(\sum x_i)^2$	5625	5776	6724	5929	5476	6561	4761	5625

Anexo H2: Base de datos de la evaluación sensorial (consistencia) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo).

Panelista	Muestras							
	345	250	120	605	525	430	410	395
1	9	5	5	6	5	5	6	5
2	5	4	2	6	7	7	7	8
3	7	5	6	5	5	7	5	7
4	8	2	5	4	5	5	5	3
5	9	5	6	7	7	8	8	8
6	9	7	8	6	8	8	8	7
7	9	1	8	6	7	6	8	7
8	8	5	8	7	7	7	8	8
9	9	7	7	8	8	7	6	8
10	9	5	6	5	5	5	5	5
11	8	2	1	8	2	7	9	9
12	8	4	6	5	8	5	9	7
$\sum x_i$	98	52	68	73	74	77	84	82
\bar{x}_i	8,17	4,33	5,67	6,08	6,17	6,42	7,00	6,83
$\sum x_i^2$	816	264	440	461	492	509	614	592
$(\sum x_i)^2$	9604	2704	4624	5329	5476	5929	7056	6724

Anexo H3: Base de datos de la evaluación sensorial (color) de la mermelada de piña elaborada con pectina extraída de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo).

Panelista	Muestras							
	345	250	120	605	525	430	410	395
1	4	5	6	4	6	6	5	7
2	4	7	6	4	6	3	2	6
3	9	8	8	8	8	7	7	8
4	8	9	7	5	7	6	5	5
5	7	8	6	4	3	2	8	1
6	8	6	5	6	4	4	4	3
7	5	7	6	7	6	5	6	9
8	7	6	5	7	7	8	7	8
9	3	7	5	6	4	3	4	9
10	6	5	4	4	2	8	6	4
11	8	6	7	8	7	8	5	6
12	6	5	5	6	4	4	6	5
$\sum x_i$	75	79	70	69	64	64	65	71
x_i	6,25	6,58	5,83	5,75	5,33	5,33	5,42	5,92
$\sum x_i^2$	509	539	422	423	380	392	381	487
$(\sum x_i)^2$	5625	6241	4900	4761	4096	4096	4225	5041

ANEXO I

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RENDIMIENTO EN ESTADO SAZÓN Y MADURO, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS V8

Estado de madurez

Scheffe Grouping	Mean	N	EM
A	0.83148	27	a1
B	0.43370	27	a2

Tipo de ácido

Scheffe Grouping	Mean	N	TA
A	0.67222	18	b2
A	0.66944	18	b3
A	0.55611	18	b1

pH del agua acidulada

Scheffe Grouping	Mean	N	PH
A	0.74389	18	c1
A	0.63611	18	c2
A	0.51778	18	c3

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 7

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by EM for rdto

EM	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
a1	8	0.987207	0.123401	1.52	0.1860	
a2	8	0.268963	0.033620	0.41	0.9055	

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 8

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by TA for rdto

TA	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
b1	5	0.723094	0.144619	1.78	0.1424	
b2	5	1.618911	0.323782	3.98	0.0056	
b3	5	0.892228	0.178446	2.19	0.0765	

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 9

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by PH for rdto

PH	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
c1	5	1.439028	0.287806	3.54	0.0106	
c2	5	0.996694	0.199339	2.45	0.0521	
c3	5	0.496044	0.099209	1.22	0.320	

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: rdto

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0.1380	0.3370	0.5516	0.6096	0.4965	0.4877	0.8535	0.1454
2	0.1380		0.5899	0.0411	0.0496	0.4120	0.0329	0.1916	0.9773
3	0.3370	0.5899		0.1242	0.1454	0.7763	0.1027	0.4364	0.6096
4	0.5516	0.0411	0.1242		0.9320	0.2060	0.9208	0.4364	0.0438
5	0.6096	0.0496	0.1454	0.9320		0.2372	0.8535	0.4877	0.0527
6	0.4965	0.4120	0.7763	0.2060	0.2372		0.1736	0.6195	0.4281
7	0.4877	0.0329	0.1027	0.9208	0.8535	0.1736		0.3808	0.0351
8	0.8535	0.1916	0.4364	0.4364	0.4877	0.6195	0.3808		0.2011
9	0.1454	0.9773	0.6096	0.0438	0.0527	0.4281	0.0351	0.2011	
10	0.0164	0.3231	0.1309	0.0036	0.0045	0.0753	0.0027	0.0254	0.3097
11	0.0999	0.8646	0.4789	0.0280	0.0340	0.3231	0.0222	0.1416	0.8423
12	0.0208	0.3733	0.1570	0.0046	0.0058	0.0919	0.0036	0.0319	0.3585
13	0.1492	0.9660	0.6195	0.0452	0.0543	0.4364	0.0363	0.2060	0.9887
14	0.0201	0.3658	0.1530	0.0045	0.0056	0.0893	0.0034	0.0309	0.3512
15	0.0120	0.2657	0.1027	0.0025	0.0032	0.0577	0.0019	0.0188	0.2540
16	0.1209	0.9434	0.5422	0.0351	0.0425	0.3733	0.0280	0.1693	0.9208
17	0.0893	0.8202	0.4447	0.0245	0.0299	0.2966	0.0194	0.1275	0.7982
18	0.0670	0.7120	0.3658	0.0175	0.0215	0.2372	0.0138	0.0972	0.6910

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 13

The GLM Procedure
 Least Squares Means

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: rdto

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0164	0.0999	0.0208	0.1492	0.0201	0.0120	0.1209	0.0893	0.0670
2	0.3231	0.8646	0.3733	0.9660	0.3658	0.2657	0.9434	0.8202	0.7120
3	0.1309	0.4789	0.1570	0.6195	0.1530	0.1027	0.5422	0.4447	0.3658
4	0.0036	0.0280	0.0046	0.0452	0.0045	0.0025	0.0351	0.0245	0.0175
5	0.0045	0.0340	0.0058	0.0543	0.0056	0.0032	0.0425	0.0299	0.0215
6	0.0753	0.3231	0.0919	0.4364	0.0893	0.0577	0.3733	0.2966	0.2372
7	0.0027	0.0222	0.0036	0.0363	0.0034	0.0019	0.0280	0.0194	0.0138
8	0.0254	0.1416	0.0319	0.2060	0.0309	0.0188	0.1693	0.1275	0.0972
9	0.3097	0.8423	0.3585	0.9887	0.3512	0.2540	0.9208	0.7982	0.6910
10		0.4120	0.9208	0.3031	0.9320	0.8982	0.3585	0.4447	0.5329
11	0.4120		0.4702	0.8312	0.4616	0.3440	0.9208	0.9547	0.8423
12	0.9208	0.4702		0.3512	0.9887	0.8202	0.4120	0.5055	0.5997
13	0.3031	0.8312	0.3512		0.3440	0.2483	0.9095	0.7872	0.6806
14	0.9320	0.4616	0.9887	0.3440		0.8312	0.4040	0.4965	0.5899
15	0.8982	0.3440	0.8202	0.2483	0.8312		0.2966	0.3733	0.4531
16	0.3585	0.9208	0.4120	0.9095	0.4040	0.2966		0.8758	0.7655
17	0.4447	0.9547	0.5055	0.7872	0.4965	0.3733	0.8758		0.8870
18	0.5329	0.8423	0.5997	0.6806	0.5899	0.4531	0.7655	0.8870	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

ANEXO J

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PORCENTAJE DE ÁCIDO GALACTURÓNICO ESTADO SAZÓN Y MADURO, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS V8

Estado de madurez

Scheffe Grouping		Mean	N	EM
A	25.018	27	a1	
B	21.841	27	a2	

Tipo de ácido

Scheffe Grouping		Mean	N	TA
A	24.256	18	b2	
A	23.328	18	b3	
A	22.706	18	b1	

pH del agua acidulada

Scheffe Grouping		Mean	N	PH
A	25.487	18	c1	
B	A	24.409	18	c2
B		20.393	18	c3

The SAS System 10:08 Saturday, May 3, 2010 7

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by EM for AG

EM	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean	Square		
a1	8	277.300000	34.662500	1.55	0.1734	
a2	8	216.609274	27.076159	1.21	0.3187	

The SAS System 10:08 Saturday, May 3, 2010 8

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by TA for AG

TA	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean	Square		
b1	5	138.520111	27.704022	1.24	0.3099	
b2	5	183.616178	36.723236	1.65	0.1727	
b3	5	286.069978	57.213996	2.57	0.0438	

The SAS System 10:08 Saturday, May 3, 2010 9

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by PH for AG

PH	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean	Square		
c1	5	95.115200	19.023040	0.85	0.5217	
c2	5	107.011644	21.402329	0.96	0.4552	
c3	5	168.612000	33.722400	1.51	0.2104	

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: AG

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0.2986	0.0292	0.6422	0.6422	0.5466	1.0000	1.0000	0.3673
2	0.2986		0.2314	0.1364	0.1364	0.6582	0.2986	0.2986	0.8880
3	0.0292	0.2314		0.0095	0.0095	0.1049	0.0292	0.0292	0.1826
4	0.6422	0.1364	0.0095		1.0000	0.2886	0.6422	0.6422	0.1756
5	0.6422	0.1364	0.0095	1.0000		0.2886	0.6422	0.6422	0.1756
6	0.5466	0.6582	0.1049	0.2886	0.2886		0.5466	0.5466	0.7626
7	1.0000	0.2986	0.0292	0.6422	0.6422	0.5466		1.0000	0.3673
8	1.0000	0.2986	0.0292	0.6422	0.6422	0.5466	1.0000		0.3673
9	0.3673	0.8880	0.1826	0.1756	0.1756	0.7626	0.3673	0.3673	
10	0.4517	0.7705	0.1395	0.2269	0.2269	0.8799	0.4517	0.4517	0.8799
11	0.5546	0.6496	0.1025	0.2939	0.2939	0.9904	0.5546	0.5546	0.7535
12	0.1368	0.6434	0.4579	0.0542	0.0542	0.3673	0.1368	0.1368	0.5466
13	0.1793	0.7548	0.3727	0.0743	0.0743	0.4517	0.1793	0.1793	0.6508
14	0.2263	0.8610	0.3049	0.0978	0.0978	0.5376	0.2263	0.2263	0.7522
15	0.1368	0.6434	0.4579	0.0542	0.0542	0.3673	0.1368	0.1368	0.5466
16	0.8301	0.4072	0.0471	0.4979	0.4979	0.6970	0.8301	0.8301	0.4904
17	0.2613	0.9316	0.2656	0.1162	0.1162	0.5976	0.2613	0.2613	0.8208
18	0.0053	0.0638	0.4915	0.0015	0.0015	0.0239	0.0053	0.0053	0.0473

The SAS System 10:08 Saturday, May 3, 2010 13

The GLM Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: AG

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.4517	0.5546	0.1368	0.1793	0.2263	0.1368	0.8301	0.2613	0.0053
2	0.7705	0.6496	0.6434	0.7548	0.8610	0.6434	0.4072	0.9316	0.0638
3	0.1395	0.1025	0.4579	0.3727	0.3049	0.4579	0.0471	0.2656	0.4915
4	0.2269	0.2939	0.0542	0.0743	0.0978	0.0542	0.4979	0.1162	0.0015
5	0.2269	0.2939	0.0542	0.0743	0.0978	0.0542	0.4979	0.1162	0.0015
6	0.8799	0.9904	0.3673	0.4517	0.5376	0.3673	0.6970	0.5976	0.0239
7	0.4517	0.5546	0.1368	0.1793	0.2263	0.1368	0.8301	0.2613	0.0053
8	0.4517	0.5546	0.1368	0.1793	0.2263	0.1368	0.8301	0.2613	0.0053
9	0.8799	0.7535	0.5466	0.6508	0.7522	0.5466	0.4904	0.8208	0.0473
10		0.8704	0.4517	0.5466	0.6410	0.4517	0.5893	0.7059	0.0338
11	0.8704		0.3611	0.4446	0.5297	0.3611	0.7059	0.5893	0.0232
12	0.4517	0.3611		0.8799	0.7731	1.0000	0.2000	0.7059	0.1570
13	0.5466	0.4446	0.8799		0.8908	0.8799	0.2564	0.8208	0.1189
14	0.6410	0.5297	0.7731	0.8908		0.7731	0.3169	0.9289	0.0911
15	0.4517	0.3611	1.0000	0.8799	0.7731		0.2000	0.7059	0.1570
16	0.5893	0.7059	0.2000	0.2564	0.3169	0.2000		0.3611	0.0092
17	0.7059	0.5893	0.7059	0.8208	0.9289	0.7059	0.3611		0.0762
18	0.0338	0.0232	0.1570	0.1189	0.0911	0.1570	0.0092	0.0762	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

ANEXO K

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIEMPO DE GELIFICACIÓN DE LA PECTINA EN ESTADO SAZÓN Y MADURO, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS V8

Estado de madurez

Scheffe	Grouping	Mean	N	EM
A	400.000	27	a2	
B	388.000	27	a1	

Tipo de ácido

Scheffe	Grouping	Mean	N	TA
A	409.111	18	b1	
B	388.667	18	b3	
B	384.222	18	b2	

pH del agua acidulada

Scheffe	Grouping	Mean	N	PH
A	405.333	18	c2	
A	398.056	18	c3	
B	378.611	18	c1	

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 20

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by EM for tgel

EM	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
a1	8	31551	3943.833333	13.05	<.0001	
a2	8	10916	1364.500000	4.51	0.0007	

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 21

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by TA for tgel

TA	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
b1	5	8523.777778	1704.755556	5.64	0.0006	
b2	5	15447	3089.422222	10.22	<.0001	
b3	5	14097	2819.333333	9.33	<.0001	

The SAS System 08:42 Friday, May 2, 2010 22

The GLM Procedure
Least Squares Means

EM*TA*PH Effect Sliced by PH for tgel

PH	DF	Squares	Sum of		F Value	Pr > F
			Mean Square			
c1	5	8620.944444	1724.188889	5.70	0.0006	
c2	5	15042	3008.400000	9.95	<.0001	
c3	5	13877	2775.388889	9.18	<.0001	

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: tgel

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0.0069	0.2048	0.0011	0.0031	0.0088	0.0005	0.0996	0.0288
2	0.0069		0.1244	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2481	<.0001
3	0.2048	0.1244		<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	0.6921	0.0010
4	0.0011	<.0001	<.0001		0.7094	0.4435	0.7977	<.0001	0.2130
5	0.0031	<.0001	<.0001	0.7094		0.6921	0.5301	<.0001	0.3782
6	0.0088	<.0001	0.0003	0.4435	0.6921		0.3084	<.0001	0.6250
7	0.0005	<.0001	<.0001	0.7977	0.5301	0.3084		<.0001	0.1357
8	0.0996	0.2481	0.6921	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0003
9	0.0288	<.0001	0.0010	0.2130	0.3782	0.6250	0.1357	0.0003	
10	0.0790	<.0001	0.0038	0.0908	0.1817	0.3421	0.0536	0.0013	0.6415
11	0.3539	0.0005	0.0320	0.0132	0.0320	0.0753	0.0069	0.0125	0.1892
12	0.3084	0.0753	0.7977	<.0001	0.0002	0.0005	<.0001	0.5151	0.0021
13	0.8704	0.0105	0.2672	0.0007	0.0020	0.0058	0.0003	0.1357	0.0197
14	0.3194	0.0004	0.0273	0.0157	0.0375	0.0867	0.0083	0.0105	0.2130
15	0.0304	0.5454	0.3421	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.5766	<.0001
16	0.1541	0.0001	0.0093	0.0438	0.0951	0.1969	0.0245	0.0033	0.4166
17	0.1675	0.1541	0.9072	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	0.7797	0.0007
18	0.0867	<.0001	0.0042	0.0828	0.1675	0.3194	0.0485	0.0014	0.6086

The SAS System

08:42 Friday, May 2, 2010 26

The GLM Procedure
 Least Squares Means

Least Squares Means for effect EM*TA*PH
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: tgel

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0790	0.3539	0.3084	0.8704	0.3194	0.0304	0.1541	0.1675	0.0867
2	<.0001	0.0005	0.0753	0.0105	0.0004	0.5454	0.0001	0.1541	<.0001
3	0.0038	0.0320	0.7977	0.2672	0.0273	0.3421	0.0093	0.9072	0.0042
4	0.0908	0.0132	<.0001	0.0007	0.0157	<.0001	0.0438	<.0001	0.0828
5	0.1817	0.0320	0.0002	0.0020	0.0375	<.0001	0.0951	<.0001	0.1675
6	0.3421	0.0753	0.0005	0.0058	0.0867	<.0001	0.1969	0.0002	0.3194
7	0.0536	0.0069	<.0001	0.0003	0.0083	<.0001	0.0245	<.0001	0.0485
8	0.0013	0.0125	0.5151	0.1357	0.0105	0.5766	0.0033	0.7797	0.0014
9	0.6415	0.1892	0.0021	0.0197	0.2130	<.0001	0.4166	0.0007	0.6086
10		0.3907	0.0074	0.0563	0.4299	0.0003	0.7267	0.0027	0.9628
11	0.3907		0.0563	0.2771	0.9442	0.0029	0.6086	0.0245	0.4166
12	0.0074	0.0563		0.3907	0.0485	0.2300	0.0176	0.7094	0.0083
13	0.0563	0.2771	0.3907		0.2481	0.0438	0.1139	0.2214	0.0621
14	0.4299	0.9442	0.0485	0.2481		0.0024	0.6582	0.0208	0.4573
15	0.0003	0.0029	0.2300	0.0438	0.0024		0.0007	0.4035	0.0003
16	0.7267	0.6086	0.0176	0.1139	0.6582	0.0007		0.0069	0.7619
17	0.0027	0.0245	0.7094	0.2214	0.0208	0.4035	0.0069		0.0031
18	0.9628	0.4166	0.0083	0.0621	0.4573	0.0003	0.7619	0.0031	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

ANEXO L

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VISCOSIDAD DE LA MERMELADA DE PIÑA ELABORADA CON PECTINA EXTRAÍDA DE FRUTOS DE MAUSHAN, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS

VISCOSIDAD A 12 RPM

DCA PASCAL 12

he SAS System

10:25 Monday, May 19, 2010 13

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
viscosidad	8	A B C D E F G H

Number of observations 24

The SAS System

10:25 Monday, May 19, 2010 14

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: pascal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	197.4545958	28.2077994	244.37	<.0001
Error	16	1.8468667	0.1154292		
Corrected Total	23	199.3014625			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pascal Mean
0.990733	1.417317	0.339749	23.97125

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
viscosidad	7	197.4545958	28.2077994	244.37	<.0001

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for pascal

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.115429
Critical Value of Studentized Range	4.89622
Minimum Significant Difference	0.9604

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	viscosidad
A	27.1400	3	A
B A	26.4500	3	G
B C	25.5900	3	H
C	25.0933	3	F
D C	24.9467	3	E
D	24.0167	3	D
E	19.7833	3	C
F	18.7500	3	B

VISCOSIDAD A 60 RPM

PDCA PASCAL 60

The SAS System 10:25 Monday, May 19, 2010 16

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
viscosidad	8	A B C D E F G H

Number of observations 24

The SAS System 10:25 Monday, May 19, 2010 17

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: pascal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	116.2009833	16.6001405	65.16	<.0001
Error	16	4.0760000	0.2547500		
Corrected Total	23	120.2769833			

R-Square	.966112	Coeff Var	4.662252	Root MSE	0.504728	pascal Mean	10.82583
----------	---------	-----------	----------	----------	----------	-------------	----------

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
viscosidad	7	116.2009833	16.6001405	65.16	<.0001

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for pascal

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.25475
Critical Value of Studentized Range	4.89622
Minimum Significant Difference	1.4268

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	viscosidad
A	13.5933	3	A
B A	12.4733	3	H
B C	12.1633	3	F
B C	11.8700	3	G
B C	11.0633	3	E
C	10.7967	3	D
D	7.9900	3	C
D	6.6567	3	B

ANEXO M

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIEMPO DE GELIFICACIÓN DE LA MERMELADA DE PIÑA ELABORADA CON PECTINA EXTRAÍDA DE FRUTOS DE MAUSHAN, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS V8

The SAS System 09:28 Monday, May 26, 2010 4

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Gelificación	8	T T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7

Number of observations 24

The SAS System 09:28 Monday, May 26, 2010 5

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: segundos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	8551.33333	1221.61905	1.90	0.1358
Error	16	10274.66667	642.16667		
Corrected Total	23	18826.00000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	segundos Mean
0.454230	7.486265	25.34101	338.5000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Gelificación	7	8551.333333	1221.619048	1.90	0.1358

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for pascal

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	642.1667
Critical Value of Studentized Range	4.89622
Minimum Significant Difference	71.635

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	gelificación
A	360.00	3	T3
A	357.67	3	T5
A	352.00	3	T1
A	350.67	3	T4
A	336.33	3	T7
A	330.00	3	T6
A	316.33	3	T2
A	305.00	3	T

ANEXO N

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ELABORACIÓN SENSORIAL DE LA MERMELADA DE PIÑA ELABORADA CON PECTINA EXTRAÍDA DEL MAUSHAN, EMPLEANDO PAQUETE ESTADÍSTICO SAS SYSTEM FOR WINDOWS V8

COLOR

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Pectina maushan	8	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8

Number of observations 96

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: atributo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	112.8541667	6.2696759	2.56	0.0023
Error	77	188.3854167	2.4465639		
Corrected Total	95	301.2395833			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	atributo Mean
0.374633	26.95841	1.564150	5.802083

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	95.86458333	8.71496212	3.56	0.0004
Pectina maushan	7	16.98958333	2.42708333	0.99	0.4435

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	95.86458333	8.71496212	3.56	0.0004
Pectina maushan	7	16.98958333	2.42708333	0.99	0.4435

CONSISTENCIA

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 3

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for atributo

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	77
Error Mean Square	2.446564
Critical Value of Studentized Range	4.40645
Minimum Significant Difference	1.9896

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	pectinamaushan
A	6.5833	12	T2
A	6.2500	12	T1
A	5.9167	12	T8
A	5.8333	12	T3
A	5.7500	12	T4
A	5.4167	12	T7
A	5.3333	12	T5
A	5.3333	12	T6

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 4

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Pectina maushan	8	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8

Number of observations 96

The GLM Procedure

Dependent Variable: atributo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	178.5000000	9.9166667	4.81	<.0001
Error	77	158.8333333	2.0627706		
Corrected Total	95	337.3333333			

R-Square 0.529150
 Coeff Var 22.67739
 Root MSE 1.436235
 atributo Mean 6.333333

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	75.3333333	6.8484848	3.32	0.0009
Pectina maushan	7	103.1666667	14.7380952	7.14	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	75.3333333	6.8484848	3.32	0.0009
Pectina maushan	7	103.1666667	14.7380952	7.14	<.0001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for atributo

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 77
 Error Mean Square 2.062771
 Critical Value of Studentized Range 4.40645
 Minimum Significant Difference 1.8269

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	pectinamaushan
A	8.1667	12	T1
B A	7.0000	12	T7
B A	6.8333	12	T8
B A	6.4167	12	T6
B	6.1667	12	T5
B C	6.0833	12	T4
B C	5.6667	12	T3
C	4.3333	12	T2

SABOR

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 7

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
pectina maushan	8	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8

Number of observations 96

The SAS System 07:37 Saturday, May 24, 2010 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: atributo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	63.5208333	3.5289352	1.86	0.0325
Error	77	146.1354167	1.8978626		
Corrected Total	95	209.6562500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	atributo Mean
0.302976	21.71632	1.377629	6.343750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	53.78125000	4.88920455	2.58	0.0077
Pectina maushan	7	9.73958333	1.39136905	0.73	0.6445

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bloque	11	53.78125000	4.88920455	2.58	0.0077
Pectina maushan	7	9.73958333	1.39136905	0.73	0.6445

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for atributo

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	77
Error Mean Square	1.897863
Critical Value of Studentized Range	4.40645
Minimum Significant Difference	1.7524

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	pectinamaushan
A	6.8333	12	T3
A	6.7500	12	T6
A	6.4167	12	T4
A	6.3333	12	T2
A	6.2500	12	T1
A	6.2500	12	T8
A	6.1667	12	T5
A	5.7500	12	T7

ANEXO O
BALANCE DE MATERIA DE BAGAZO DESECADO PARA ESTADO SAZÓN

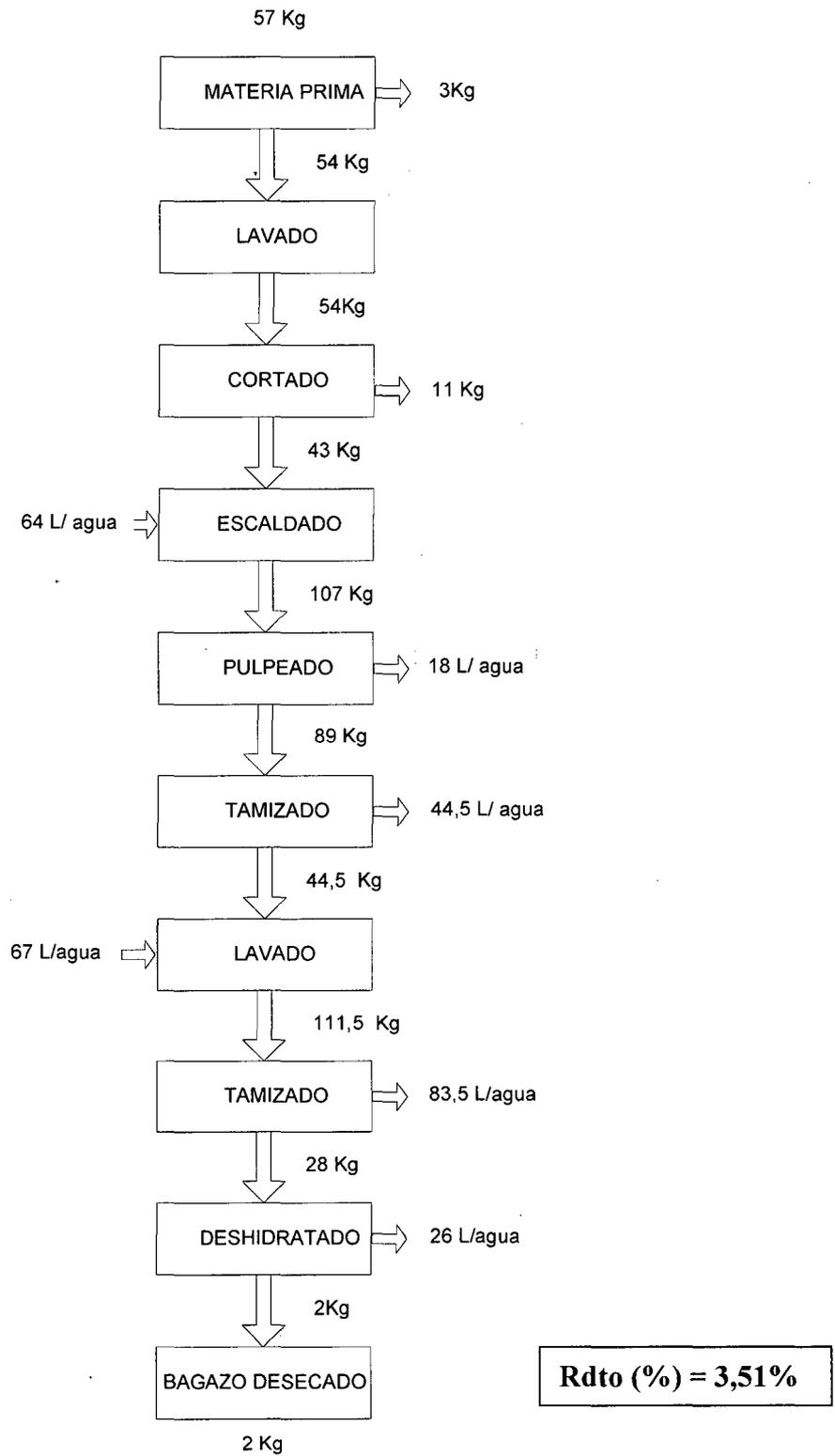


Figura 1: Balance de materia de la obtención de bagazo desecado de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), para estado sazón.

ANEXO P

BALANCE DE MATERIA DE ESTADO MADURO

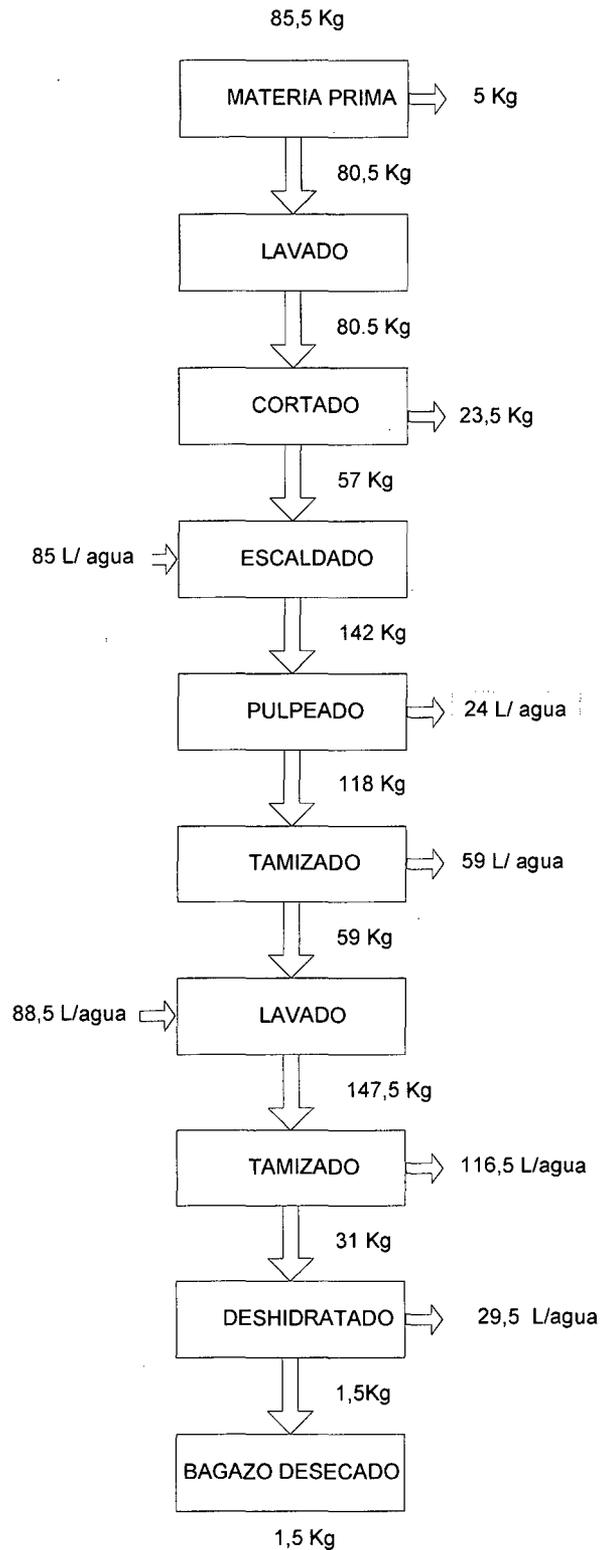


Figura 2: Balance de materia de la obtención de bagazo desecado de frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), para estado maduro.

ANEXO Q

FOTOS DEL DESARROLLO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Foto 1Q: Pesado de los frutos de Maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente de distrito de San Miguel de Soloco Región Amazonas.



Foto 2Q: Bagazo seco de los frutos de Maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente de distrito de San Miguel de Soloco Región Amazonas.



Foto 3Q: Extracción de pectina con hidrólisis ácida en baño maría

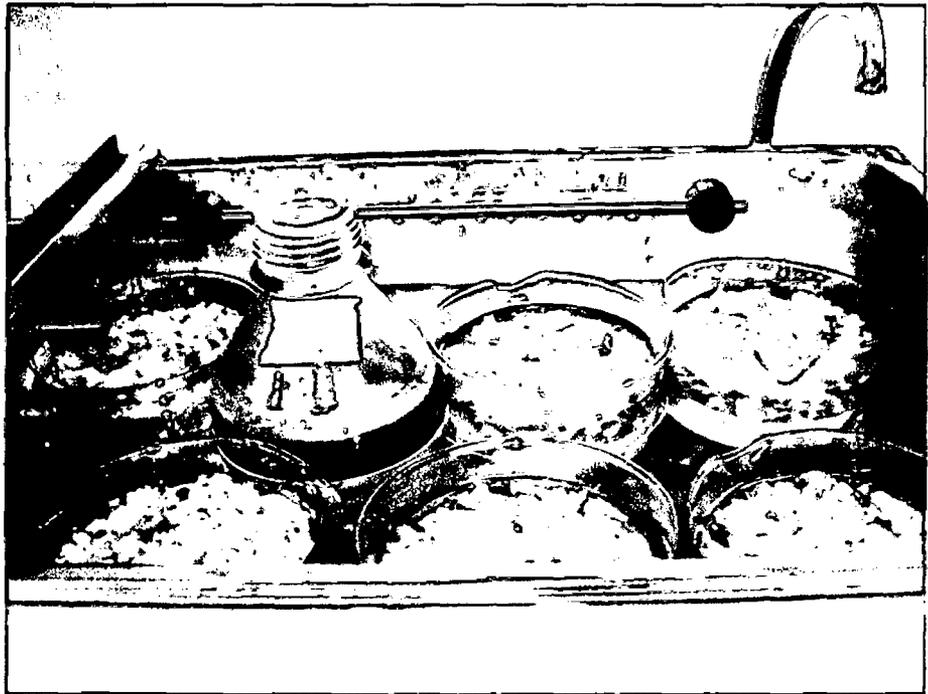


Foto 4Q: Coagulación de la pectina extraíble mediante el método de hidrólisis ácida.



Foto 5Q: Pectina extraída de frutos de Maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo), proveniente de distrito de San Miguel de Soloco Región Amazonas.

