

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA.**



**TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO**  
**AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

“Comparación del estudio de coloración y agente de extracción en la  
obtención de pectina de dos variedades de maracuyá  
(*Passiflora edulis*)”

**AUTOR**

NÁTALY LEYDA ZAMBRANO SALCEDO

**TUTOR**

ING. MIRABELLA LUCAS O.

**MANTA-MANABÍ-ECUADOR**

**2014 - 2015**

## I. CERTIFICACIÓN

Ing. Mirabella Lucas Ormaza, profesora de la Facultad de Ingeniería Agropecuaria, certificó que la egresada realizó la Tesis de Grado Titulada comparación del estudio de “Coloración y agente de extracción en la obtención de pectina de dos variedades de maracuyá”, bajo la dirección de la suscrita, habiendo cumplido con las disposiciones establecidas para el efecto.

---

Ing. Mirabella Lucas O.

**DIRECTORA DE TESIS**

# FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

## TESIS DE GRADO

“Comparación del estudio de coloración y agente de extracción en la obtención de pectina de dos variedades de maracuyá”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el Título de:

### **INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

Aprobado por la **Comisión:**

---

**Ing. Mirabella Lucas O.**

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Paulina Zambrano**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Robert Mero**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Cristhian Vera**

**MIEMBRO**

## II. DEDICATORIA

Al ser que lo puede todo y que vive en mi siempre, dándome apoyo, perseverancia y esfuerzo en cada meta que me trazo y cada obstáculo que se coloca en mi camino ayudándome a superarlo y aprender de cada paso dado. A ti mi Dios... ¡Como no dedicarte cada triunfo!

A mis padres Eco. Leida Salcedo A. y Abg. Nicolás Zambrano L. por ser la vida, guía y apoyo incondicional, la formación hecha padres que me fue otorgada, y que hoy es reflejada en mi y en esta meta cumplida tan anhelada.

A mis hermanos Odon. Nicolás Z. y Abg. Lenin Z. que son ese ejemplo a seguir, cada paso dado por ellos es un paso que veo como modelo y que no puedo dejar de observar.

A mis sobrinos Nicolás Augusto, Nicolás Abdiel y José Reu Zambrano por ser esos engranes que permiten hacer latir a mi corazón y brindan pasión a mis días, haciendo de todo algo más hermoso y sencillo.

Mis familiares tíos, primos, cuñadas, ejemplos de vida en este mundo donde nada está escrito, apoyo infaltable e incondicional, virtuoso que pocos gozamos la dicha de poseerla.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome y preocupándose en cada travesía dada, en especial a mi compañera de aventuras que tuve la dicha de conocer en la formación de mis cinco años de carrera en donde pasó de ser compañera a hermana.

A mis Maestros por aportar en mi formación tanto personal como profesional.

### III. AGRADECIMIENTO

Fuimos muchos los compañeros que iniciamos este camino pero sólo unos pocos llegamos a la meta, el agradecimiento eterno siempre será a ti mi Dios por la fortaleza que me brindaste en cada momento, gracias por todas las peticiones que me has concedido, por la vida, la salud, una familia maravillosa, por tu cuidado y protección.

Definitivamente lo difícil no fue empezar la carrera sino continuar y terminarla, gracias a todas las personas que de alguna manera aportaron en el logro de la obtención de este título universitario.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento:

A mi madre si hay algo que sé hacer bien es por ti! Y cuando llega la recompensa por un esfuerzo no puedo dejar de recordarlo, tu devoción tu ejemplo. Que esta sea una de las muchas recompensas que espero darte por tantos años de entrega, desvelos y apoyo. Te amo madre.

Padre detrás de este logro cumplido estás tú gracias por ese sostén infinito, al igual que mis hermanos y toda mi familia por mostrar en cada momento apoyo e interés.

El proyecto de tesis es un paso extenuante difícil y de mucho empeño pero como no agradecer a las personas que aportaron con sus conocimientos especialmente en estas líneas quiero agradecer profundamente al Ing. César López por ser partícipe de este trayecto no solo me brindaste tu apoyo profesional sino tu sincera amistad. (V.V.)

A mi tutora de tesis la Ing. Mirabella Lucas O. definitivamente la mejor tutora que pude poseer para dar este gran paso fue de mucha importancia y valor el poder haber tenido la oportunidad de contar con su orientación y aporte de conocimientos.

A los catedráticos que aportaron con su granito de arena en cada duda gracias por despejarlas, a las amistades formadas en este trayecto gracias por su ayuda en cada problema, al proyecto Prometeo por la facilidad brindada en cierta área de la investigación, a la institución por ser mi hogar durante tantos años y ser portadora de excelentes personas.

Por su enorme ayuda y colaboración en la elaboración de mi tesis, por sus consejos y enseñanzas...  
Mil gracias!

## IV. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Manta, utilizando como materia prima la maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad amarilla y morada, obtenida en la ciudad de Santo Domingo.

La maracuyá es un fruto muy apetecible a nivel nacional y mundial por su característico aroma y sabor exótico, además es un producto muy deseado en la industria de jugos, compotas y mermeladas, aunque es una fruta con una pulpa bien aprovechada su corteza no lo es, eh aquí el fundamento de esta investigación.

El objetivo principal de la experimentación fue estudiar qué especie de maracuyá y que ácido extractor dará una pectina con muy buenas características, la influencia de los ácidos y la capacidad formadora de gel fue desarrollado y analizada bajo diferentes métodos como son: análisis de pH, esterificación, rendimiento, gelificación y texturización.

Se procesó la corteza de la maracuyá, dándole la debida transformación para la extracción de pectina y sus respectivos análisis, obteniendo una pectina de alto grado de metoxilo >50% de gelificación rápida y con una capacidad formadora de gel con 8 minutos como tiempo mínimo a temperatura ambiente, el agente extractor que proporcionó estas características fue el Ac. Cítrico al 50% conjunto con la variedad amarilla.

## V. SUMMARY

The present investigation was realized in the city of Manta, using as a raw material the passion fruit (*Passiflora edulis*) yellow and purple variety obtained in the city of Santo Domingo.

The passion fruit is a very appealing fruit at national and global levels for its characteristic aroma and exotic flavour, is also a very desired product in the industry of juices, compotes and jams although it is a fruit with a quite well used pulp its crust it is not, eh here the foundation of this investigation.

The main target of the experimentation was to study maracuya species and extractor acid will give a pectin with good characteristics, the influence of acids and forming ability gel was developed and tested under different methods such as: analysis of pH, esterification, yield, gelling and texturizing.

was processed the crust of the maracuya, giving him the due transformation for the extraction of pectin and its respective analyses, obtaining a pectin of high degree of metoxilo > 50 % of rapid gelificación and with a forming gel capacity with 8 minutes minimal to ambiente temperature, the extractor agent that provided these characteristics was the Ac. Citric 50 % with conjunto the yellow variety.

## VI. ÍNDICE

I. CERTIFICACIÓN.....	II
II. DEDICATORIA.....	V
III. AGRADECIMIENTO.....	VI
IV. RESUMEN.....	VII
V. SUMMARY .....	VIII
VI. ÍNDICE.....	IX

### CAPÍTULO I

I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4

### CAPÍTULO II

II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA MARACUYÁ.....	5
2.2. VARIEDADES CULTIVARES.....	6
2.3. FACTORES COMPETITIVOS.....	7
2.4. PECTINAS DE FRUTAS.....	7
2.5. PECTINAS.....	8
2.5.1. PROPIEDADES DE LAS PECTINAS.....	10
2.6. EMPLEO DE LA PECTINA.....	12
2.7. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA GRADUACIÓN DE LA PECTINA.....	13
2.8. EL ÁCIDO.....	14
2.9. CONSTITUYENTES PÉPTICAS EN LAS FRUTAS.....	15
2.10. GELES DE PECTINA DE ALTO METOXILO.....	18
2.11. GELES DE PECTINA DE BAJO METOXILO.....	20
2.12. LAS PECTINAS COMO ESTABILIZANTES.....	22
2.13. REACCIÓN DE LA PECTINA EN EL ORGANISMO.....	22
2.14. DATOS QUÍMICOS DE LA PECTINA.....	23
2.14.1. pH.....	23
2.14.2. GRADOS BRUX.....	23
2.14.3. GELIFICACIÓN.....	24
2.14.4. PECTINAS DE GELIFICACIÓN A VELOCIDAD MEDIA Y RÁPIDA.....	24
2.14.5. PECTINA DE GELIFICACIÓN LENTA.....	25
2.14.6. INTERACCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL GEL.....	29
2.14.7. PROTEÍNA.....	30

2.14.8. ÁCIDO GALACTURÓNICO.....	31
2.14.9. ESTERIFICACIÓN.....	31
2.15. CLASES DE PECTINA.....	31
2.15.1. PECTINA DE MANZANA.....	31
2.15.2. PECTINA DE MEMBRILLO.....	33
2.15.3. CONTENIDOS DE PECTINA EN LA FRUTA Y LOS VEGETALES.....	34
2.15.4. PRUEBA DE LA PECTINA.....	34
2.15.5. LISTADO DE ALIMENTOS QUE CONTIENEN PECTINA.....	35
2.15.5.1. FRUTAS.....	35
2.15.5.2. VEGETALES.....	35
2.15.5.3. LEGUMBRES.....	36
2.15.5.4. COPOS DE MAÍZ (CORN FLAKES).....	36
2.16. LAS PRINCIPALES FUENTES DE PECTINA.....	36
2.17. NIVELES TÍPICOS DE PECTINA EN LAS PLANTAS (PESO FRESCO).....	36
2.18. PECTINA DE ZANAHORIA.....	37
2.19. EFECTOS DE LAS PECTINAS.....	37
2.20. PROPIEDADES MUY SALUDABLES.....	38
2.21. PRUEBAS DE LABORATORIO.....	39
2.21.1. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....	39
2.21.2. PUNTO DE GELIFICACIÓN.....	39
2.21.2.1. PRUEBA DE LA GOTA EN EL VASO CON AGUA.....	40
2.21.2.2. PRUEBA DEL TERMÓMETRO.....	40
2.21.2.3. PRUEBA DEL REFRACTÓMETRO.....	40
2.21.3. PRUEBA DE SOLUBILIDAD.....	40
2.21.3.1. TÉCNICA.....	41
2.22. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE PECTINA.....	42
2.22.1. HIDRÓLISIS ÁCIDA COCCIÓN DEL FRUTO.....	43
2.22.2. EXTRACCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CORTEZA SECA.....	44
2.23. TÉCNICA A UTILIZAR EN EL EXPERIMENTO.....	45
2.24. UTENSILIOS Y EQUIPOS.....	48

### **CAPÍTULO III**

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	53
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	53
3.3. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	53
3.4. VARIABLES DEPENDIENTES.....	53
3.5. FACTORES EN ESTUDIO.....	54
3.6. TRATAMIENTOS.....	54
3.7. TIPO DE DISEÑO.....	54
3.7.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	54
3.7.2. ANÁLISIS FUNCIONAL.....	55
3.7.3. CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO.....	55
3.8. PROCEDIMIENTOS.....	55
3.8.1. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....	56

3.8.2. PUNTO DE GELIFICACIÓN.....	56
3.9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	57

## **CAPÍTULO IV**

IV. RESULTADOS .....	59
4.1. EXTRACCIÓN.....	59
4.2. RENDIMIENTO.....	60
4.2.1. DISCUSIÓN DEL RENDIMIENTO.....	61
4.3. GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....	62
4.3.1. RANGO DE CLASIFICACIÓN DE LAS PECTINAS.....	62
4.3.2. DISCUSIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....	63
4.4 PRUEBA DE TEXTURA.....	65
4.4.1. DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE TEXTURIZACIÓN.....	65
4.5.COMPARACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA DEL MEJOR TRATAMIENTO VERSUS UN TESTIGO EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA.....	67
4.6. COSTO DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	68
4.7 PRUEBA DE CENIZAS.....	69
4.7.2. DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE CENIZA.....	69

## **CAPÍTULO V**

5.1. CONCLUSIONES .....	71
5.2. RECOMENDACIONES.....	72
ANEXOS.....	73

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

## **GRÁFICO N°1:**

PECTINAS DE ALTO GRADO METOXILO (COOME) SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) ES SUPERIOR AL 50% .....8

## **GRÍAFICO N°2:**

PECTINAS DE BAJO GRADO METOXILO SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) ES INFERIOR AL 50% .....8

## **GRÁFICO N°3:**

PECTINAS DE BAJO GRADO METOXILO AMIDADAS (COONH<sub>2</sub>) SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) Y AMIDACION (GA) SON INFERIORES A 45% Y 25% RESPECTIVAMENTE .....9

## **GRÁFICO N°4:**

CADENA DE LA PECTINA DE ALTO METOXILO.....18

## **GRÁFICO N°5:**

CADENA DE LA PECTINA DE BAJO METOXILO.....18

## **GRÁFICO N°6:**

INTERVALOS DE TEMPERATURA Y PH A LOS QUE GELIFICAN PECTINAS DE ALTO METOXILO.....25

## **GRÁFICO N°7:**

CURVA DE EQUILIBRIO EN LA CONSISTENCIA DEL GEL ANTE LA VARIACIÓN DE LA FUERZA DE LA PECTINA Y LOS SÓLIDOS SOLUBLES FINALES DEL PRODUCTO.....26

**GRÁFICO N°8:**

CONDICIONES DE GELIFICACIÓN DE LAS PECTINAS DE ALTO METOXILO.....27

**GRÁFICO N°9:**

EQUILIBRIO DE LOS INGREDIENTES PARA LOGRAR LA GELIFICACIÓN.....28

**GRÁFICO N°10:**

EFFECTO DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA DE COCCIÓN DE MERMELADAS DE 68 °BX Y PH 30, SOBRE EL GRADO DE INVERSIÓN DE LA SACAROSA.....30

**GRÁFICO N°11:**

PROYECCIÓN DE HAWORTH DEL ÁCIDO

D-GALACTURÓNICO.....31

**GRÁFICO N°12:**

DIAGRAMA EN BARRAS DEL RENDIMIENTO.....60

**GRÁFICO N°13:**

DIAGRAMA ESTADÍSTICO DEL COMPORTAMINTO DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....63

**GRÁFICO N°14:**

DIAGRAMA ESTADÍSTICO DEL COMPORTAMINTO DEL GEL EN LA PRUEBA DE TEXTURA.....65

# ÍNDICE DE TABLAS

## **TABLA N°1:**

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MARACUYÁ DE LA PARTE COMESTIBLE DEL FRUTO (100 g).....6

## **TABLA N°2:**

PORCENTAJE DE ESTERIFICACIÓN DE ACUERDO A LA GELIFICACIÓN. ....24

## **TABLA N°3:**

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RENDIMIENTO.....60

## **TABLA N°4:**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS.....61

## **TABLA N°5:**

RESULTADO DE GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....62

## **TABLA N°6:**

CARACTERIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN SU GRADO DE ESTERIFICACION.....62

## **TABLA N°7:**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRADO DE ESTERIFICACIÓN.....63

## **TABLA N°8:**

RESULTADOS DE TEXTURA.....65

## **TABLA N°9:**

COMPARACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA DEL MEJOR TRATAMIENTO VERSUS UN TESTIGO EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA.....67

**TABLA N°10:**

PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS, DE pH Y °BRIX.....68

**TABLA N°11**

COSTO DEL MEJOR TRATAMIENTO.....68

**TABLA N°12**

PRUEBA DE CENIZAS AL MEJOR TRATAMINTO VS UNA PECTINA

COMERCIAL.....69

# CAPÍTULO I

## I. ANTECEDENTES

“Las pectinas se han elaborado desde hace siglos. En 1825, el químico francés Henri Braconnot aisló las pectinas por primera vez, reconociendo su papel en esos productos. La producción comercial de pectinas comenzó en 1908 en Alemania, a partir de los restos de la fabricación de zumo de manzana. Actualmente se obtienen de los restos de la extracción de zumo de manzana y, sobre todo, de los de la industria de los zumos de cítricos. La pectina de manzana suele ser de un color algo más oscuro, debido a las reacciones de pardeamiento enzimático”. (López Valle & Tamayo Bermeo, 2013).

“La pectina se extrae con agua caliente acidificada, precipitándola de la disolución con etanol o con una sal de aluminio. Están formadas fundamentalmente por largas cadenas de ácido galacturónico, que puede encontrarse como tal ácido, con el grupo carboxilo libre, o bien o con el carboxilo esterificado por metanol (metoxilado). Investigaciones previas realizadas con el objeto de aprovechar el desperdicio de la Industria Citrícola Citrosol ubicada en la Ciudad de Martínez de la Torre Veracruz – México D. F., dando un valor agregado a la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) de la extracción del jugo debido al gran problema que presenta como desecho”. (López Valle & Tamayo Bermeo, 2013)

“Existe un déficit comercial de pectina en México. Prácticamente toda la pectina que se consume en el país es de importación. Las dos empresas más grandes que tienen operaciones en México son Hércules de México y Danisco, la primera es una empresa Norteamericana y la segunda danesa. Entre las dos abastecen prácticamente todo el mercado nacional. Otro estudio realizado en Córdoba, específicamente en la (UTN), se encontró la forma de poder extraer esta sustancia de las cáscaras de cítricos y así evitar la importación del producto, diseñándose para ésto, un método informático y ahora la idea es que sirva para aplicar a escala”. (Cruz, 2009)

“La pectina es un hidrato de carbono muy beneficioso para la salud. La solución que aportó dicho trabajo universitario permitió sustituir las importaciones que se hacen

de este producto y que llegan a las 400 toneladas anuales. Hoy la pectina en polvo en el mercado argentino tiene un valor que varía entre los 30 y 50 pesos el kilo. Por su parte en Venezuela, se analizó la influencia del estado de coloración (verde-blanco, verde-amarillo y amarillo) y del agente de extracción (HCl,  $H_3PO_4$ , (Tetrametafosfato de hidrógeno)  $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$  (Hexametafosfato de sodio) sobre la pectina de la corteza seca de maracuyá. 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”. (Castillo Téllez, Heernandez, Magaña Guerrero, Martínez Segura, Meléndez Canchola, & Pablo Hernández, 2005.)

“La calidad de la pectina se evaluó mediante análisis de humedad, cenizas, peso equivalente, metoxilo, ácido anhidrouónico, grado de esterificación, tiempo de gelificación, viscosidad relativa, espectros de infrarrojo y los minerales calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na). El Ecuador al igual que la mayoría de países latinoamericanos, es importador de pectina, a pesar de tener gran variedad de cultivos cítricos, tales como: naranja, limón, toronja, lima y otros frutos como: manzana y maracuyá, cuyas cáscaras sirven de materia prima para la obtención de pectina”. (Delgado, 2003)

“Existe un proyecto denominado “Producción de pectina”, desarrollado en la Universidad Central del Ecuador, Escuela de Ingeniería Química a través del ITA, con los fondos del FOPEDEUPO y está dirigido a sectores interesados en el aprovechamiento de los desechos de frutos, agricultores e industrias que procesan especialmente cítricos, los cuales tienen una alternativa para evitar la contaminación del medio ambiente y tener una fuente de ingresos. En la actualidad, no se conoce ninguna utilización correcta de la cáscara de frutos, las mismas que únicamente contribuyen a aumentar la contaminación de ríos, suelos y la atmósfera al usar ciertos terrenos como botaderos”. (Delgado, 2003)

“Así mismo, los productores de frutos cada cierto tiempo pasan por fuertes crisis económicas, debido a que los precios de éstos bajan por diversas causas, por lo que prefieren dejar dañar su cosecha en las matas”. (Delgado, 2003)

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

En nuestro país, el tratamiento adecuado de residuos agroindustriales puede evitar serios problemas de contaminación es por esto que se dará una aplicación más, al uso de un desperdicio, generando conciencia ambiental en esta época de cambio, en donde se usará la cáscara de maracuyá en el desarrollo de un insumo de gran importancia para la elaboración de alimentos, para así no simplemente ser empleado en la formación de abonos orgánicos o alimento para animales sino dándole un valor agregado importante en la conformación de la industria alimenticia, la cual será la formación y fabricación de una pectina a partir de la cáscara de esta fruta exótica.

El enfoque del agroindustrial ya no es tan solo la transformación de la materia prima y su valor agregado, sino también darle un sentido de innovación para el desarrollo del sector agroalimentario, vinculando así el campo agropecuario a la cadena producción-consumo desarrollando productos que garanticen una seguridad alimentaria al usuario consumidor, pero sobretodo desarrollando en él la investigación y el aprovechamiento de los recursos.

El estudio realizado con aportes valiosos sobre el mejor rendimiento de pectina, lo cual deja la puerta abierta, para aprovechar de manera sostenible y sustentable este producto mediante la implementación de una fábrica extractora de pectina a base de cáscara de maracuyá, generando empleo, conocimientos, información y tecnología valiosa para el país formando un impacto social importante en el mismo.

Con los antecedentes expuestos en la presente investigación se plantean los siguientes objetivos:

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparación del estudio de coloración y agente de extracción en la obtención de pectina de dos variedades de maracuyá (*passiflora edulis*).

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar el mejor tratamiento para la extracción de pectina de la corteza de maracuyá.
- ✓ Realizar las pruebas de rendimiento, gelificación y textura.
- ✓ Comparar la pectina extraída del mejor tratamiento versus un testigo, en la elaboración de una mermelada mediante una práctica demostrativa.
- ✓ Estimar costos de los tratamientos.

## CAPÍTULO II

### II. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA MARACUYÁ.

“La maracuyá (*Passiflora edulis*) es una planta de origen tropical, perenne, semiplenos, que crece vigorosamente. Las hojas son alternas y lobuladas con bordes provistos de dientes finos y base con forma de corazón. El tallo y las ramas están provistos de zarcillos que sirven de soporte. El fruto es ovalado; posee una piel dura, lisa y brillante, cuyo color varía de verde amarillo y purpúreo. El fruto presenta un sabor particular intenso y una alta acidez, muy apreciado en los países norteamericanos, europeos y asiáticos que lo demandan con gran interés”.(Dallos, 2010)

“La maracuyá tiene una gran importancia por las cualidades gustativas de sus frutos y por las cualidades farmacodinámicas y alimenticias de su jugo, cáscara y semillas, se adapta en climas que va de 0 a 1600 m.s.n.m, con un óptimo entre 900–1200 m.s.n.m, con la temperatura media de 24°C y 5 horas luz/día”.(Dallos, 2010)

Su clasificación taxonómica dentro del reino vegetal corresponde:

- ✓ **Reino:** Vegetal
- ✓ **Clase:** Angiospermae
- ✓ **Orden:** Parietae
- ✓ **Familia:** Plassifloraceae
- ✓ **Género:** Passiflora edulis
- ✓ **Nombre Vulgar:** - Maracuyá - Parchita- Parcha - Fruta de la pasión.
- ✓ **Especie:** edulis
- ✓ **Variedad:** sims
- ✓ **Nombre Común:** *Passiflora edulis*

“La maracuyá (*Passiflora edulis*) es fuente de proteínas, minerales, vitaminas, carbohidratos y grasa, se consume como fruta fresca, o en jugo. Se utiliza para preparar gaseosas, néctares, mermeladas, helados, pudines, conservas, etc. según el Instituto de Tecnología de Alimentos del Brasil, el aceite que se extrae de sus semillas podría ser utilizado en la fabricación de jabones, tintas y barnices”.(Dallos, 2010)

La composición general de la fruta de maracuyá (*Passiflora edulis*) es la siguiente: “Cáscara 50-60%, jugo 30-40%, semilla 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia. En cuanto a su composición química de la parte comestible del fruto (100 gramos), se describe”.(Dallos, 2010)

**TABLA N°1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MARACUYÁ DE LA PARTE COMESTIBLE DEL FRUTO (100G)**

Valor Energético	78 Calorías
Humedad	85%
Proteínas	0.8g
Grasas	0.6g
Hidratos de carbono	2.4g

**Autor:** Terranova, 2000

## 2.2. VARIEDADES CULTIVARES.

“La variedad amarilla (*P. edulis flavicarpa*), crece y se desarrolla muy bien en zonas tropicales; requiere invariablemente más de 1000 mm anuales de lluvia y protección del viento y las heladas, pero es por lo demás más rústica y vigorosa que la púrpura, y produce cosechas más regulares; por su superior resistencia a los nematodos y otros parásitos, se utiliza a veces como pie para injertos de la variedad púrpura. La variedad púrpura está mejor adaptada a zonas templadas, por lo que puede cultivarse a mayor altura; sus requisitos de pluviosidad son similares a los de la variedad amarilla”.(Anonimo, 2010)

“La fruta de la pasión amarilla es más larga y más aromática que la morada, posee más vitamina A y es más rica en minerales como: calcio e hierro. Su cavidad tiene semillas comestibles de color bordó, muy dulce que lo caracteriza por un elevado contenido de jugo. Se consume como fruto fresco o como jugo industrial (en forma de refresco cuyo valor en grados Brix es de 12°). A la fruta de la pasión se la deberá consumir cuando empieza la epidermis a arrugarse, sin dejar de perder el brillo característico. Deberá estar libre de daños por golpes, picaduras de aves, de insectos vivos tales como mosca de los frutos (*Ceratitis Capitata* o *Anastrepha Fraterculus*). La adopción de una u otra está dada con frecuencia por las

preferencias gastronómicas. El cultivo de maracuyá amarillo está más extendido en súdeamérica, Hawaii y Australia, mientras que en el África y la India las variedades púrpuras predominan”.(Anonimo, 2010)

Las variedades cultivares más frecuentes son las siguientes:

“En Brasil tenemos: 'Ouropretano' (púrpura), 'Muico' (púrpura), 'Peroba' (púrpura, pero conocida como 'Brasileira Rosada' en Venezuela), Pintado' (púrpura), 'Mirim' (amarilla), 'Redondo' (amarilla, pero conocida como 'Brasileira Amarilla' en Venezuela), 'Guazú' (amarilla). 'Hawaiiana' (amarilla): Colombia, Venezuela. 'Australian Purple' (púrpura): Australia, Hawaii (también conocida como 'Nelly Kelly'). En Hawaii: 'Common Purple' (púrpura), 'Kapoho' (amarilla), 'Sevcik' (amarilla), 'University Round' (amarilla), 'Pratt' (amarilla), 'Waimanalo' (amarilla), Yee' (amarilla), 'Noel's Special' (amarilla): Hawaii”.(Anonimo, 2010)

### **2.3. FACTORES COMPETITIVOS.**

- ✓ La Maracuyá es reconocida como fruta exótica, esta condición le ayuda a posicionarse en el mercado de frutas frescas exóticas del mercado internacional.(QUEVEDO, 2006)
- ✓ El rendimiento de la fruta está en niveles altos comparados con otros países productores.(QUEVEDO, 2006)
- ✓ La producción se da ininterrumpidamente durante todo el año.(QUEVEDO, 2006)

### **2.4. PECTINAS DE FRUTAS.**

“Las características de la solidificación de compotas y productos similares se basan en la pectina, por lo que los aspectos científicos de la elaboración de compotas dependen específicamente de la naturaleza y comportamiento de la pectina. Las sustancias pépticas aparecen naturalmente en la lámina media de los tejidos vegetales y pueden considerarse como parte del cemento que mantiene unidas a las células. La protopectina insoluble se transforma en pectina soluble durante el proceso de maduración de las frutas”. (Ortega, 2001)

“Químicamente, la pectina está formada por largas cadenas de ácido poligalacturónico parcialmente metilado. También puede contener pequeñas cantidades de azúcares neutros. Si la fruta experimenta una maduración excesiva,

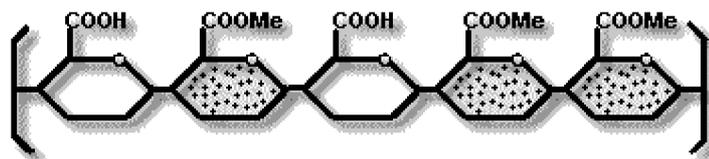
puede producirse una descomposición molecular debida a la actividad de enzimas pectolíticas que producen pectinas de cadenas más cortas con menores propiedades gelificantes”. (Ortega, 2001)

## 2.5. PECTINAS.

“La pectina está presente en mayor o menor grado en todas las frutas, en algunas raíces como la remolacha y zanahoria, y en tubérculos como las patatas. Hoy en día su uso está muy extendido en la industria transformadora de frutas debido a su propiedad funcional de gelificación en medio ácido azucarado. Otras y numerosas propiedades de la pectina son la gelificación en medio menos ácido y en presencia de calcio, el poder espesante y la capacidad de suspensión. Las pectinas son polímeros del ácido galacturónico cuya estructura es la siguiente”: (Innovación Académica, 2014)

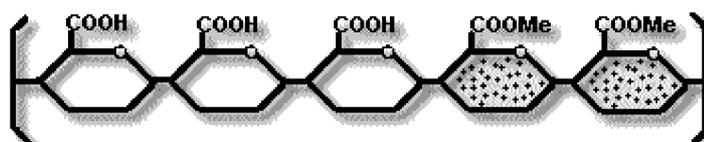
### GRÁFICO N°1: PECTINAS DE ALTO GRADO METOXILO (CooMe) SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) ES SUPERIOR AL 50%

Por ejemplo esta pectina tiene 60% GE



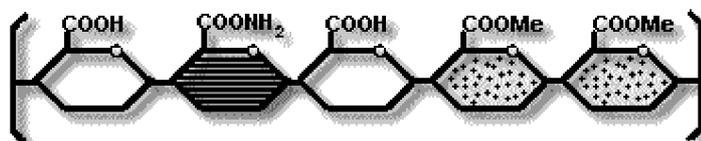
### GRÁFICO N°2: PECTINAS DE BAJO GRADO METOXILO SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) ES INFERIOR AL 50%

Por ejemplo esta pectina tiene 40% GE



**GRÁFICO N°3: PECTINAS DE BAJO GRADO METOXILO AMIDADAS (CoNH<sub>2</sub>) SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN (GE) Y AMIDACIÓN (GA) SON INFERIORES A 45% Y 25% RESPECTIVAMENTE**

**Por ejemplo esta pectina tiene GE= 40% Y GA=20%**



“Cada anillo de la cadena posee un grupo carboxilo (-COOH). Este grupo puede estar esterificado con metanol produciendo grupos éster metílicos, (-COOCH<sub>3</sub>) o neutralizado por una base. Según cuántos grupos carboxílicos están esterificados en la cadena o polímero, Kertesz los clasificó dándole diferentes nombres”:(Innovación Académica, 2014)

- ✓ Protopectinas, si todos los carboxilos están esterificados. Estas son insolubles en agua y se hallan en mayor cantidad en los tejidos de los frutos no maduros o verdes.(Innovación Académica, 2014)
- ✓ Ácidos pectínicos: Si sólo una parte pero mayoritaria de los carboxilos está esterificada. Estos compuestos son capaces de formar geles si las condiciones de sólidos solubles y pH son adecuadas. Las sales de estos ácidos se llaman pectinatos.(Innovación Académica, 2014)
- ✓ Pectinas: Son los ácidos pectínicos, solubles en agua caliente, con un contenido medio de éster metílico. La principal característica es su capacidad de formar geles en presencia de suficientes sólidos solubles, ácidos o iones polivalentes.(Innovación Académica, 2014)
- ✓ Ácidos pécticos: Estos compuestos no poseen grupos carboxílicos esterificados. Las sales de estos se denominan pectatos y reaccionan fácilmente con los iones calcio de las células para producir compuestos insolubles en los jugos de frutas, dando un precipitado visible comúnmente en la separación de fases o abanderamiento en los néctares.(Innovación Académica, 2014)

Las pectinas se distinguen por dos características relacionadas con su estructura bioquímica:

1. **EL GRADO DE ESTERIFICACIÓN** del ácido galacturónico, que está en relación directa con su peso equivalente.

2. **LA LONGITUD DE LAS CADENAS MOLECULARES**, que está en relación directa con el peso molecular.

“El comportamiento y aplicaciones prácticas de los diferentes tipos de pectinas se explican según los valores de estas dos características. Según el grado de esterificación por ejemplo, las pectinas se clasifican como de alto o bajo metoxilo. Las pectinas de bajo metoxilo (LMP, Low Methoxyl Pectins) presentan esterificación menor del 50% y ayudan en la gelificación con la sola presencia de iones calcio. Este porcentaje significa que si la cadena de ácido galacturónico tiene por ejemplo 100 grupos carboxílicos y solamente 40 están esterificados se dirá que es de bajo metoxilo”.(Innovación Académica, 2014)

“Algunas veces aparecen grupos amidados en el lugar de los grupos metoxilados; Esta sustitución se acentúa en los procesos industriales de desmetilación en medio amoniacal, dando lugar a pectinas amidadas. Las pectinas de alto metoxilo (HMP, High Methoxyl Pectins) poseen grupos carboxilo esterificados en más del 50%”.(Innovación Académica, 2014)

### **2.5.1. PROPIEDADES DE LAS PECTINAS.**

“Las pectinas son hidrocoloides que en solución acuosa presentan propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes. Son insolubles en alcoholes y disolventes orgánicos corrientes y parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares”.(Innovación Académica, 2014)

#### **✓ Dispersabilidad-solubilidad:**

“La disolución en agua de las pectinas en polvo tiene lugar en tres etapas: Dispersión, hinchado y disolución. Para la dispersión del polvo es necesaria una fuerte agitación a fin de separar bien los gránulos de pectina e impedir la formación de grumos que serían posteriormente insolubles. Una vez dispersada, la pectina necesita tiempo más o menos largo (función de la temperatura, de la concentración, de la dureza del agua, etc.) para hidratarse: es la etapa de hinchado. Por ejemplo

para una pectina HM 150 °SAG, se dispersa en una solución al 4% en agua fría o tibia".(Innovación Académica, 2014)

“Finalmente cuando las moléculas han fijado una cantidad suficiente de agua, entre 15 y 25 veces su propio peso según las condiciones de trabajo, se obtiene una solución homogénea”.(Innovación Académica, 2014)

✓ **Propiedades de las disoluciones.**

“A temperatura ambiente y a su propio pH, (2,8-3,2) las pectinas son tanto mas solubles en agua cuanto mayor es su grado de esterificación. Las disoluciones que se obtienen presentan un carácter aniónico (carga negativa) que puede comportar incompatibilidades en la formulación de algunos productos alimenticios”.(Innovación Académica, 2014)

La viscosidad de la solución depende de:

- ✓ La concentración y la temperatura,
- ✓ El peso molecular y el grado de esterificación de la pectina,
- ✓ La presencia de electrolitos en el medio,
- ✓ La dureza del agua, especialmente en las pectinas de bajo metoxilo.

“Este grado de esterificación determinará el comportamiento de las pectinas junto a los ingredientes necesarios para la gelificación. Es así que las pectinas con alto metoxilo necesitan para formar geles contar con una concentración mínima de sólidos solubles y un valor de pH que oscila entre un rango relativamente estrecho. El peso molecular de la pectina, que depende directamente de la longitud de la cadena molecular, influirá en la solidez del gel producido, es decir del poder gelificante de la pectina. Este poder se ha convenido expresarlo en los **grados SAG**”.(Innovación Académica, 2014)

“Estos grados se definen como "el número de gramos de sacarosa que en una solución acuosa de 65 °Brix y un valor de pH 3,2 aproximadamente, son gelificados por un gramo de pectina, obteniéndose un gel de una consistencia determinada". Los grados sag de una determinada pectina extraída de una fruta como la manzana o cáscaras de cítricos, varían principalmente según el grado de madurez de la fruta, del proceso de extracción y condiciones de almacenamiento de la pectina obtenida”.(Innovación Académica, 2014)

LAS PECTINAS DE ALTO METOXILO (**HM**) pueden encontrarse en el mercado de tres tipos:

Gelificación de la pectina y su porcentaje esterificación: Lenta (60 – 67%) Mediana (68 – 70%) Rápida (71 – 76%).(Innovación Académica, 2014)

“Estas pectinas de alto metoxilo se caracterizan por un diferente comportamiento respecto a la gelificación, entendiéndose por gelificación el inicio de la formación del gel que aparece cuando una vez completada la cocción, la masa se enfría y alcanza la temperatura crítica de gelificación. Esta temperatura es característica de cada pectina. Las disoluciones de pectina son estables en medio ácido (pH: 2,5 a 4,5) incluso a temperaturas elevada; por el contrario sufren una rápida degradación en medio alcalino. Las enzimas pectolíticas degradan las soluciones de pectina”.(Innovación Académica, 2014)

“Según el tipo de enzima se producirá una reacción diferente que afectará el grado de esterificación o su peso molecular y con ésto su poder gelificante. Este tipo de daño lo sufren más intensamente las pectinas de alto metoxilo. Estas pectinas encuentran su mayor empleo en la preparación de mermeladas cuando las frutas con las cuales se preparan a nivel industrial poseen un bajo contenido en pectinas”.(Innovación Académica, 2014)

## **2.6. EMPLEO DE LA PECTINA.**

“El empleo de la pectina como gelificante ha sido muy extenso debido a las características de las pectinas de bajo metoxilo, de los pectatos y ácidos pécticos, para formar geles con calcio o iones equivalentes, sin o casi sin la presencia de azúcar. Con estas pectinas se hallan geles que encuentran interesantes aplicaciones no solo 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”.(Innovación Académica, 2014)

“En muchos casos además, el empleo de las pectinas de bajo metoxilo es facilitado por la baja temperatura de fusión de los geles obtenidos y por su capacidad de retomar el aspecto primitivo, después de la fusión. Las pectinas de bajo metoxilo y sus sales (pectinatos) son utilizadas en la industria alimentaria para la preparación de pudines de leche, geles de jugos de fruta o mezclas de frutas, geles para rellenos

de pastelería, mermeladas para bizcochería y mermeladas con contenido de sólidos inferiores al 55%”.(Innovación Académica, 2014)

## **2.7. MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA GRADUACIÓN DE LA PECTINA.**

“La graduación de una pectina es medida por la consistencia o fuerza del gel obtenido al emplear una formulación determinada. Entre los varios métodos usados para realizar esta medición, se halla la medida de los grados SAG de donde ha tomado el nombre de método SAG (IFT). Este método está recomendado por el Comité de Expertos IFT (International Food Technologist) para la normalización de pectinas desde 1.959. Se encuentra publicado en la revista Food Technology, 13, página 496 de 1.959, y su aplicación es común entre todos los fabricantes de pectinas”.(Innovación Académica, 2014)

“Este método usa un ridgelímetro el cual dispone de un tornillo que permite medir la deflexión de un gel normalizado. Este gel ha sido preparado con la pectina a la cual se le desea medir sus grados SAG. El gel normalizado posee las siguientes características”:

- ✓ Materia seca refractométrica: 65%
- ✓ pH de la masa: 2.3 a 2.4
- ✓ Fuerza gelificante normal: 23,5% de penetración medida en un ridgelímetro.\*\*\*

“La lectura hecha sobre el gel en cuestión se lleva a una gráfica que permite determinar la variación de los grados SAG de la pectina sometida a análisis. Otros instrumentos que permiten medir las propiedades de los geles son el Gelómetro de Tarr-Baker, que mide la presión necesaria para provocar la rotura de la superficie libre del gel con un pistón de forma y dimensiones preestablecidas. Las medidas hechas con este aparato son poco prácticas y de uso complicado, no son siempre reproducibles y dan una aproximación del 5% más o menos”. (Innovación Académica, 2014)

“Rigidómetro de Owens & Maclay que mide el ángulo de rotación de una paleta mecánica, sumergida en el gel, sobrepuesta a una determinada pareja de torsión. Las medidas hechas con este equipo, de uso algo complicado, dan una

aproximación también del mas o menos 5%. Rigidómetro "Exchance" de Cox & Higby que mide el hundimiento de la forma de un gel dejado en reposo. Por la medida del hundimiento reportado sobre un diagrama suministrado con cada equipo, se obtiene la real graduación de la pectina examinada. La aproximación obtenida con este equipo es de 2% más o menos".(Innovación Académica, 2014)

"Su uso rápido y seguro y la reproducibilidad de las medidas han merecido su utilización más generalizada".(Innovación Académica, 2014)

## **2.8. EL ÁCIDO.**

"El fenómeno de la gelificación está estrechamente ligado a la acidez activa, expresada como pH, que tiene significado y valores diversos de la acidez titulable o total. Algunas sales contenidas en la fruta, llamadas sales tampones o buffers, tienen poder estabilizante sobre los iones ácidos y básicos de una solución y reducen el efecto de la acidez total. En una solución de alto contenido de ácido, la presencia de sales tampones disminuye la acidez activa e influye negativamente sobre el proceso de gelificación, que requiere el ajuste del pH a valores bien delimitados".(Innovación Académica, 2014)

"Para cada tipo de pectina y para cada valor de concentración de azúcar existe un valor de pH al cual corresponde el óptimo de gelificación. Este valor óptimo está comprendido entre límites estrechos, que van, para pectinas de alto metoxilo entre pH=2,8 a 3,7. Para valores superiores a 3,7 (o sea para una acidez activa más débil) la gelificación no tiene lugar, mientras que para valores inferiores a 2,8 (acidez activa más fuerte) se produce la SINERESIS. El fenómeno de la sinéresis se manifiesta por una exudación de jarabe y es debido al endurecimiento excesivo de las fibras de pectina, que pierden la elasticidad necesaria para retener los líquidos del gel".(Innovación Académica, 2014)

"Entre los factores que disminuyen este fenómeno están el aumento del pH, de la concentración de pectina y los sólidos solubles. De otro lado la sinéresis se ve aumentada por el uso de pectina de rápida gelificación y la adición de jarabe de glucosa. La exacta valoración del pH es extremadamente importante, ya que una mínima diferencia en la zona del óptimo de gelificación influye definitivamente sobre la rigidez, consistencia y grado de sinéresis de un gel. La acidez activa necesaria para obtener la gelificación se consigue en cada caso añadiendo ácido y mientras la

cantidad de azúcar es un dato obtenible con un simple cálculo sobre la base del valor preestablecido de los sólidos solubles del producto final, la dosificación del ácido no es fácilmente calculable apriori, ni se puede referir a experiencias anteriores, dada la variabilidad de las características de la fruta”.(Innovación Académica, 2014)

“El modo más práctico para dosificar el ácido es efectuar una pequeña prueba tentativa, De una determinada cantidad de la pulpa o jugo a elaborar, se mide el pH y se lo lleva, con adecuada adición de ácido, a un valor de 0,1 más bajo del pH considerado para el producto terminado. Por ejemplo si se desea obtener una mermelada de pH 3.2, se calcula la cantidad de ácido que se debe agregar a una muestra de peso conocido para ajustarle el pH a 3.1. De la cantidad de ácido adicionado es fácil deducir, con una simple proporción, la cantidad a emplear en la fabricación de todo un lote”.(Innovación Académica, 2014)

“El ácido cítrico generalmente es usado en solución al 30% peso-volumen (500 g. de ácido seco en un litro de solución), que permite un fácil control de la dosificación. El ácido debe ser introducido al final de la cocción ya que con ésto se crean las condiciones necesarias para la gelificación y se inicia el proceso. Su adición anticipada provocaría fenómenos de pre-gelificación que dañarían el resultado final de la elaboración. Los ácidos más usados son el cítrico, el tartárico y más raramente el láctico y el fosfórico. El ácido cítrico es considerado generalmente más satisfactorio por su agradable sabor; el ácido tartárico es más fuerte, pero tiene un sabor menos ácido”.(Innovación Académica, 2014)

## **2.9. CONSTITUYENTES PÉPTICAS EN LAS FRUTAS.**

“Las sustancias pépticas se encuentran en las paredes celulares del tejido de la planta y también en la lámina media. La cantidad de material péptico varía con cada fruta y con los tejidos de esa fruta en particular. La cáscara y el área central, (de las frutas cítricas) son las fuentes más ricas en pectinas. La savia celular constituye el jugo de la fruta extraído en frío rara vez contiene pectina. La sidra de la manzana es deficiente en pectina, igual que el jugo comercial de uva”. (ALARCÓN, 2013)

“La proporción de protopectina, pectina y ácido péptico en una fruta varía con su madurez. La protopectina produce una pectina dispersible en el agua cuando el tejido de la fruta se extrae con agua caliente. A medida que la fruta se acerca a la

madurez, el contenido de protopectina disminuye y predomina la pectina dispersible en el agua. El poder formador de jalea de la pectina es mayor, mientras mayor sea el número de residuos de ácido galacturónico en la molécula. El potencial formador de jalea en la pectina es menor en las frutas sobre-maduras que en las frutas apenas maduras o ligeramente inmaduras”.(ALARCÓN, 2013)

“La desmetilación de la pectina ocurre en algunas frutas a medida que maduran, y esto altera las condiciones bajo las cuales la pectina es capaz de formar un gel. La completa desmetilación da lugar al ácido péptico, que es incapaz de formar gel. La despolimerización, que disminuye drásticamente el poder de la pectina para formar jaleas, indudablemente ocurre también a medida que la fruta se sobre madura. Ocurre una marcada caída en el poder de formar jaleas y en la viscosidad del sol de pectina cuando se hidroliza sólo una fracción de los enlaces glucosídicos en el polímero”.(ALARCÓN, 2013)

“Cierta número de frutas son buenas fuentes de pectina de alta calidad y de ácido; Tales son las manzanas (agrias), manzanas silvestres, grosellas, uvas, guayabas, limones, frambuesas, maracuyá. Las manzanas dulces, ciruelas pasas, naranjas y el membrillo son buenas fuentes de pectina, aunque las primeras dos son deficientes en ácido, igual que algunas muestras de las últimas dos frutas. Las fresas tienen suficiente acidez aunque el contenido de pectina es bajo o de mala calidad. Los duraznos y las peras y todas las frutas sobre maduras son deficientes en pectina y en su concentración del ion hidrógeno”.(ALARCÓN, 2013)

“Las principales fuentes de pectina comercial son las manzanas y los otros frutos cítricos. En ambos casos, los residuos de la fruta destinada a la extracción de zumos constituyen una materia prima rica en pectina. El único fabricante en el Reino Unido es H.P Bulmer LTD., que puede suministrar pectina de manzana en forma líquida o pectina de cítricos en polvo”.(Calvo, 1991)

“La pectina de cítricos puede conseguirse también de suministradores extranjeros. La extracción se realiza en medios ácidos y el extracto resultante se clarifica para eliminar sustancias no deseadas. En el caso de los extractos procedentes de frutos cítricos es necesario precipitar la pectina para eliminar los componentes amargos. Esta es la principal razón de que la pectina de cítricos se suministre normalmente en forma de polvo. La pectina en polvo será redisuelta en agua usando un mezclador

de alta velocidad para asegurar su total dispersión antes de utilizarla. Se aconseja una solución del 3 al 5%, aunque si se usa pectina normalizada puede ser mayor la cantidad destinada a preparar la solución, incluso hasta el 10%”.(Calvo, 1991)

“La pectina se clasifica según sus características para la solidificación. La clase se define como una cifra que indica la cantidad de azúcar que gelificará de forma normal cuando se usa una unidad en cantidad de pectina; es decir, 1 gramo de una pectina de clase 150 produciría un gel normal cuando se emplee con 150 gramos de azúcar en las condiciones especificadas. Para obtener materiales homogéneos, los fabricantes de pectinas normalizan partidas de pectina mediante mezcla y dilución con azúcar. Cuando es preciso para elaborar productos con destino a diabéticos, se usará pectina sin normalizar para asegurar la carencia de azúcar adicionada”.(Calvo, 1991)

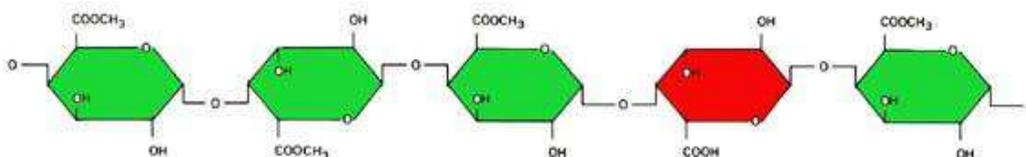
“Además de la fuerza del gel también tiene vital importancia las características de la solidificación. Estas características dependen del grado de metilación de los grupos de ácido carboxílico que contiene la molécula. Las pectinas ricas en metoxilo son aquellas en las que aparecen metilados más del 50% de los grupos, que pueden subdividirse en las que determinan una solidificación rápida y que tienen metilados del 68 al 75% aproximadamente de los grupos y las que determinan una solidificación lenta con el 60-68% de metilación. Las pectinas ricas en metoxilo (R.M) forman geles con soluciones ricas en azúcar (60-70%) y pH 2,8-3,5”.(Calvo, 1991)

“Cuando la pectina R.M se disuelve en agua forma un ácido débil debido a que los grupos de ácido carboxílico tienden a disociarse. Esta tendencia puede controlarse ajustando el pH de la solución. La adición de azúcar tiene un efecto deshidratante sobre la pectina y reduce su solubilidad. El efecto combinado induce un entrecruzamiento entre las cadenas de pectina para formar un gel. La pectina que presenta naturalmente en las frutas, presentan un alto grado de metilación y se clasifica como de solidificación rápida. La solidificación lenta se consigue mediante desmetilación y los fabricantes especializados son capaces de controlar esto con exactitud. La velocidad de solidificación es controlada por el grado de metilación e influenciada por el nivel y clase de azúcar, temperatura y el pH. Cuando se utiliza pectina de acción rápida, la solidificación tendrá lugar por encima de 80°C en poco tiempo, menos de 5 minutos, mientras que con pectina de acción lenta la

solidificación se produce por debajo de 60°C en un mayor plazo de tiempo. La selección del tipo de pectina que vaya a usarse depende del producto”.(Calvo, 1991)

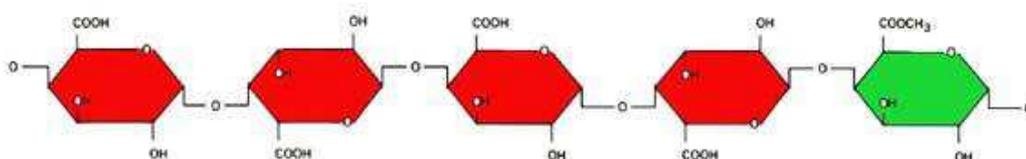
“Si la mezcla contiene trozos de frutas, se precisa una pectina de solidificación rápida para asegurar que tiene lugar la solidificación antes de que la fruta flote o se hunda. Si se prepara una jalea sin trozos de frutas resulta ventajosa la pectina de acción lenta de forma que puedan eliminarse totalmente las burbujas de aire, obteniendo así un producto uniforme. En la práctica, suele llegarse a un compromiso ya que la velocidad de solidificación depende de una combinación de las características de las pectinas, pH y sólidos del azúcar”.(Calvo, 1991)

#### **GRÁFICO N°4. CADENA DE LA PECTINA DE ALTO METOXILO.**



“Las pectinas pobres en metoxilo (P.M) son aquellas en las que están metilados menos del 50% de los grupos de ácido carboxílico. Las pectinas amidadas representan una variedad en las que el 20% aproximadamente de los grupos son grupos amida. Ambas formas de pectinas P.M., se comportan de forma similar. Los geles se forman por entrecruzamiento entre los iones de calcio y dependen menos de la concentración de azúcar. La solidificación depende únicamente de la temperatura y los geles se forman con pH 3.1 a 3.5”.(Calvo, 1991)

#### **GRÁFICO N°5. CADENA DE LA PECTINA DE BAJO METOXILO.**



### **2.10. GELES DE PECTINA DE ALTO METOXILO.**

El proceso de gelificación con este tipo de pectinas requiere la presencia de cuatro ingredientes;

PECTINA - AGUA

## AZÚCAR - ÁCIDO

“Cuando la pectina entra en solución acuosa, sus grupos carboxilo se disocian parcialmente para formar iones carboxilo con carga negativa (R-COO<sup>-</sup>) provocando así el aumento de la carga negativa de las moléculas y la recíproca repulsión entre ellas. Todo ésto favorece la disociación de la pectina. La adición de azúcar y de ácido modifica completamente este cuadro. El azúcar desarrolla una acción deshidratante sobre la pectina y la lleva al límite de la solubilidad; el ácido, liberando iones de hidrógeno positivos, neutraliza la acción de los iones carboxilos negativos, reduce al mínimo el aumento de la carga eléctrica y la disociación de la pectina, y favorece las uniones físicas de sus moléculas”.(Innovación Académica, 2014)

“De la acción mutua entre el azúcar y del ácido sobre la pectina en solución, a temperatura suficiente para facilitar la solubilización y las uniones físicas de los componentes, nace la típica estructura reticular que, enfriándose se solidifica en forma de gel. La elección de la pectina a emplear, depende de las características del producto que se desea obtener y del proceso de elaboración seguido. El uso de los diferentes tipos de pectinas está recomendado de la siguiente forma”:(Calvo, 1991)

- ✓ Pectinas de gelificación a velocidad media y rápida.(Innovación Académica, 2014)
- ✓ Pectina de gelificación lenta. (Innovación Académica, 2014)

“La primera condición para obtener geles de pectina de alto metoxilo es que el pH sea bajo, Para que los grupos ácidos, minoritarios, se encuentren fundamentalmente en forma no ionizada, y no existan repulsiones entre cargas. A pH 3.5, aproximadamente la mitad de los grupos carboxilo del ácido galacturónico se encuentran ionizados, pero por debajo de pH 2 el porcentaje es ya muy pequeño. Las cadenas de pectinas de alto metoxilo pueden entonces unirse a través de interacciones hidrofóbicas de los grupos metoxilo o mediante puentes de hidrógeno, incluidos los de los grupos ácidos no ionizados, siempre que exista un material muy hidrófilo (azúcar) que retire el agua”.(Calvo, 1991)

“En consecuencia, las pectinas de alto metoxilo formarán geles a pH entre 1 y 3.5 con contenidos de azúcar entre el 55% como mínimo y el 85%. El grado de esterificación de las pectinas de alto metoxilo influye mucho sobre sus propiedades. En particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de

gelificación. Por ejemplo, una pectina con un grado de esterificación del 75% es capaz de gelificar ya a temperaturas de 95°, y lo hace en muy pocos minutos a temperaturas por debajo de 85°C por esto se llaman (pectinas rápidas)".(Calvo, 1991)

"Son, por ejemplo, las que se utilizan en la fabricación de gominolas, que con una concentración muy elevada de azúcar, hasta el 80% de sólidos, forman geles que pueden desmoldarse al poco tiempo. En cambio, una pectina con un grado de esterificación del 65% no gelifica a una temperatura de 75°C, y tarda alrededor de media hora en hacerlo a 65°C es lo que se llama una (pectina lenta). Además, las pectinas con un grado de esterificación mayor forman geles que son irreversibles térmicamente, mientras que los geles formados por pectinas de grado de esterificación menor son reversibles. Para cada tipo de pectina con un grado de metoxilación concreto existe una combinación óptima de concentración de azúcar y pH, aunque se pueden obtener geles dentro de un cierto rango de pH".(Calvo, 1991)

## **2.11. GELES DE PECTINA DE BAJO METOXILO.**

"Al contrario de las pectinas de alto metoxilo las pectinas de bajo metoxilo (LM) forman geles termorreversibles por interacción con el calcio presente en el medio; el pH y la concentración de sólidos son factores secundarios que influyen en la velocidad y la temperatura de gelificación y además en la textura final del gel. En efecto estas pectinas tienen la propiedad de formar gel cuyo soporte está constituido por una estructura reticular de PECTINATOS DE CALCIO, mientras su contenido de sólidos solubles puede bajar hasta 2%, y el valor de pH acercarse a la neutralidad".(Innovación Académica, 2014)

"Para la gelificación, por ésto, la sola presencia de la pectina y de las sales de calcio es necesaria y suficiente. El comportamiento de las pectinas de bajo metoxilo está, como para las otras pectinas, influenciado por varios factores, entre los cuales el azúcar y el ácido que, si bien no son necesarios, condicionan las dosis de los componentes para la óptima gelificación".(Innovación Académica, 2014)

Entre estos factores están:

1. El grado de esterificación de la pectina,
2. El peso molecular de la pectina,
3. Los °Brix del producto,

4. El valor del pH del producto,
5. La cantidad de sales de calcio presente en los componentes.

“Las pectinas que se pudieran conseguir en el mercado (internacional) varían en su grado de esterificación y en algunos casos ya llevan incorporadas cantidades de sales de calcio para ser utilizadas con valores de pH y sólidos solubles precisos. La extensión del campo de empleo, desde pH=2,5 a 6,5 y Bx=0-80%, permite obtener una amplísima gama de productos interesantes para la industria de alimentos, de dulces, cosmética, farmacéutica, etc. La dosis de pectina, que generalmente se determina por pruebas con pequeñas cantidades de materias primas disponibles, está normalmente comprendida entre 0,3 y 2% del peso final del producto”.(Innovación Académica, 2014)

“Las modalidades de empleo práctico no difieren de las empleadas con pectinas de alto metoxilo, y como para estas, hay que tener un máximo cuidado en su perfecta disolución para la completa utilización del poder gelificante. Estas pectinas también tienen un amplio rango de temperaturas para la gelificación el cual oscila entre 38 y 100° C. En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, el mecanismo de formación de geles es totalmente distinto, ya que la unión entre cadenas se produce a través de iones de calcio, que forman puentes entre las cargas negativas”.(Innovación Académica, 2014)

“La estructura es semejante a la "caja de huevos" de los geles de alginato, pero algo menos ordenada, dada la presencia de grupos esterificados entre los galacturónicos sin esterificar. La concentración de calcio es importante hasta llegar a una cierta cantidad, que depende de cada tipo concreto de pectina, y que se conoce como "saturación de calcio". Suele estar en torno a las 500 ppm. Por encima, una mayor cantidad de calcio no tiene efecto, o incluso en algunos casos puede llegar a debilitar el gel. Ésto no sucede en el caso de otros geles de este tipo, como es el de alginato”.(Calvo, 1991)

“Las pectinas de bajo metoxilo forman geles de consistencia máxima con cantidades de calcio que oscilan de 20 a 100 mg por gramo de pectina. La presencia de azúcar reduce mucho la cantidad de calcio necesaria. Consecuentemente, a menor cantidad de azúcar presente en el producto, es necesario utilizar pectinas de metoxilo menor para obtener la misma consistencia. Las pectinas amidadas pobres en metoxilo tienen la ventaja de que los geles son reversibles térmicamente y toleran

mejor variaciones en el nivel de calcio. Los iones calcio presentes para la solidificación suelen ser aportados en cantidades suficiente por la fruta y el agua, aunque si es preciso calcio adicional, se añadirá en forma de lactato o citrato".(Calvo, 1991)

## **2.12. LAS PECTINAS COMO ESTABILIZANTES.**

"Las pectinas se comportan muy bien como estabilizantes de las caseínas frente a los tratamientos térmicos a pH ácido. Dado que a pH por encima de 3,5 las pectinas tienen carga negativa, son capaces de unirse a las regiones con carga positiva de las micelas, formando una "bola peluda" que se mantiene en suspensión. Las pectinas, como muchos otros polisacáridos, se hinchan muy rápidamente con el agua, y por eso cuando se añaden de golpe, y especialmente si se añade agua sobre el sólido, forman agregados difíciles de disolver. La solución es separar las partículas cuando se mezcla el polisacárido con el agua, con sistemas mecánicos o mezclándolo previamente con otro material no acuoso".(Calvo, 1991)

"Son relativamente inestables desde el punto de vista químico, especialmente a temperaturas elevadas. Su máxima estabilidad está en torno a pH 4. Pueden perder grupos metoxilo, hidrolizarse, y en medio neutro o alcalino romperse por beta-eliminación. Esto afecta muy negativamente a su viscosidad y capacidad de formación de geles".(Calvo, 1991)

## **2.13. REACCIÓN DE LA PECTINA EN EL ORGANISMO.**

"Según el informe elaborado en Villa María, las pectinas son un hidrato de carbono que forma parte de la fibra soluble. Este tipo de fibra se caracteriza porque en contacto con el agua forma un retículo en el que el líquido queda atrapado y hace que la mezcla se gelifique. Al parecer, la pectina incluso es capaz de captar sustancias a nivel intestinal y retrasar la absorción de algunos nutrientes así como de ralentizar el vaciado gástrico".(Gilli, 2006)

"Esta capacidad de la sustancia la ubica como una de las más beneficiosas para aquellas personas con casos de diarrea, ya que hacen que el proceso fisiológico de vaciado del estómago sea más lento, ya que al retener el agua, provoca que las heces líquidas propias de los procesos diarreicos se vuelvan más espesas. De ahí que la pectina de la manzana forma parte de la fibra y puede usarse como un

antidiarreico. Entre sus propiedades también está la de ralentizar la absorción intestinal de los azúcares simples, porque son capaces de mejorar la intolerancia a la glucosa”.(Gilli, 2006)

“Además su consumo puede resultar beneficioso en personas diabéticas ya que al disminuir la velocidad de paso de los azúcares del estómago al duodeno, se evita que aumenten de forma brusca los niveles de azúcar en sangre (hiperglucemia). La presencia de pectinas en la dieta también puede tener efectos beneficiosos sobre los niveles de colesterol en sangre: son capaces de unirse a los ácidos biliares, facilitando su expulsión junto con las heces. Estos ácidos biliares son los productos de la degradación del colesterol, por lo que las pectinas como consecuencia, presentan efectos hipocolesterolémicos (disminuyen los niveles de colesterol en sangre), lo que contribuye a la disminución del riesgo de aparición de diferentes enfermedades cardiovasculares”.(Gilli, 2006)

## **2.14. DATOS QUÍMICOS DE LA PECTINA.**

### **2.14.1. pH.**

“El pH es la concentración de hidrógenos presentes en determinada sustancia. El término significa «potencial de hidrógeno» y fue acuñado por el químico danés Sorensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{H^+}] \quad \text{Ec. 2.14.1-1}$$

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y básicas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (siendo el disolvente agua)”. (López, 2010)

### **2.14.2. GRADOS BRUX.**

“Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución. Los grados Brix se miden con un

sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro”. (Frontera, 2007)

### **2.14.3. GELIFICACIÓN.**

“Un gel (del latín gelu-frío, helado o gelatus - congelado, inmóvil) es un sistema coloidal donde la fase continua es sólida y la discontinua es líquida. Los geles presentan una densidad similar a los líquidos, sin embargo su estructura se asemeja más a la de un sólido. El ejemplo más común de gel es la gelatina comestible. Ciertos geles presentan la capacidad de pasar de un estado coloidal a otro, es decir, permanecen fluidos cuando son agitados y se solidifican cuando permanecen inmóviles. Esta característica se denomina tixotropía”. (Leon, 2008 )

“El proceso por el cual se forma un gel se denomina gelación. Reemplazando el líquido con gas es posible crear aerogeles, materiales con propiedades excepcionales como densidades muy bajas, elevada porosidad y excelente aislamiento térmico”. (Leon, 2008 )

**TABLA N°2. PORCENTAJE DE ESTERIFICACIÓN DE ACUERDO A LA GELIFICACIÓN.**

<b>Gelificación de la pectina</b>	<b>Porcentaje esterificación</b>
Lenta	60 – 67
Mediana	68 – 70
Rápida	71 – 76

**Autor:** Camacho G., 1993

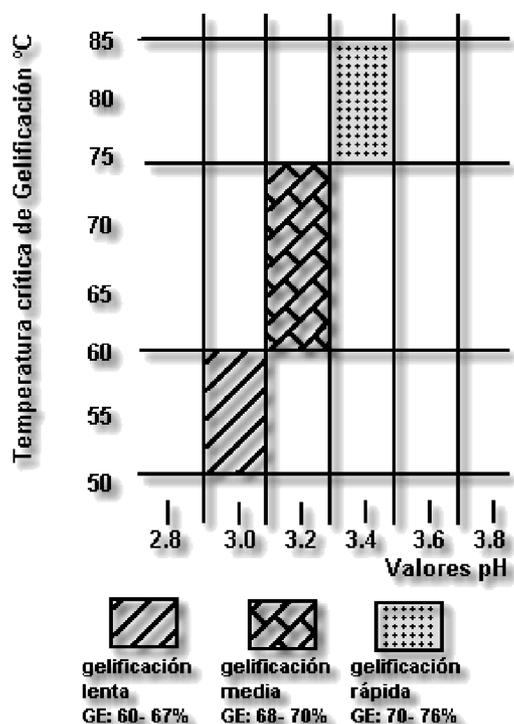
**Fuente:** Universidad Nacional de Colombia

### **2.14.4. PECTINAS DE GELIFICACIÓN A VELOCIDAD MEDIA Y RÁPIDA.**

“Son usadas para la fabricación de mermeladas destinadas a ser empacadas en recipientes pequeños (máximo 1Kg.), ya que la rapidez de gelificación evita que la fruta en trozos flote durante la fase de enfriamiento. Estas pectinas son también empleadas para aquellos productos que requieren un valor relativamente alto de pH (pH=3,0-3,5 para 65% de sólidos solubles)”. (Innovación Académica, 2014)

## 2.14.5. PECTINA DE GELIFICACIÓN LENTA.

“Es usada para mermeladas y geles en general, y para productos que deben ser empacados en recipientes de grandes dimensiones (en este caso es indispensable enfriar la masa a 70-75°C antes del llenado)”. (Innovación Académica, 2014)

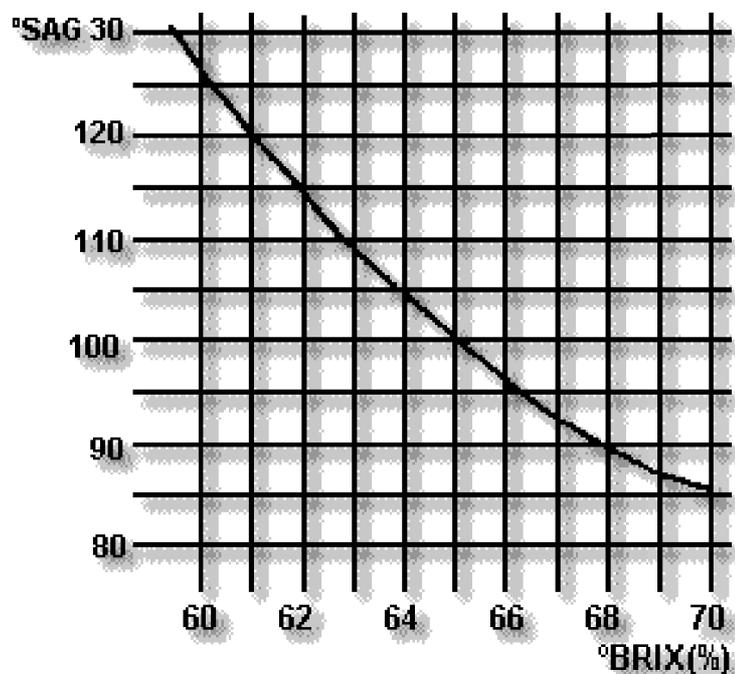


**GRÁFICO N°6: Intervalos de temperatura y pH a los que gelifican pectinas de alto metoxilo.**

“También ha tenido éxito, en el caso de mermeladas, una mezcla de pectinas de rápido y lento grado de gelificación para provocar un gel que bloquee a altas temperaturas las partículas de fruta suspendidas y además para permitir la gelificación final a más baja temperatura. La gráfica 6 presenta los intervalos de temperatura y pH a los cuales gelifican las pectinas de alto metoxilo pero de diferente velocidad de gelificación. La dosificación de la pectina es fácilmente calculable, en forma teórica, conociendo su graduación o grados SAG y el contenido de azúcar de la masa a gelificar: la relación entre el peso total de los azúcares y la graduación de la pectina permite obtener la cantidad de pectina necesaria para la gelificación. En la práctica esta dosificación, válida para un jarabe con 65° Bx y para

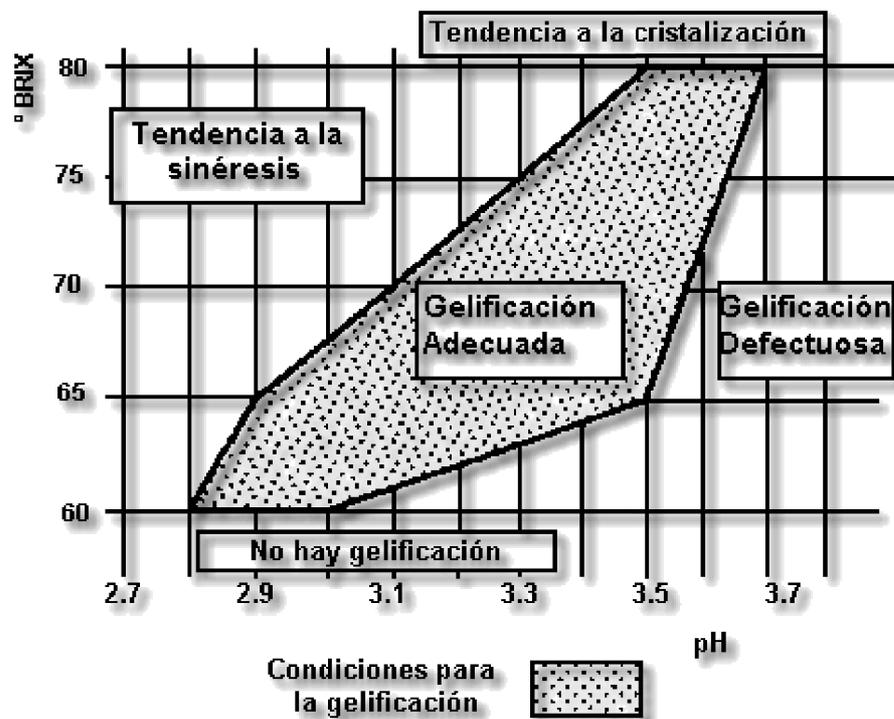
un determinado pH, cambia con la variación de su pH y el valor de los sólidos solubles”.(Innovación Académica, 2014)

“La cantidad de pectina requerida para obtener un gel de determinada consistencia está en relación inversa a la concentración de azúcar de la masa a gelificar como se puede observar en la gráfica 7 “. (Innovación Académica, 2014)



**GRÁFICO N°7: Curva de equilibrio en la consistencia del gel ante la variación de la fuerza de la pectina y los sólidos solubles finales del producto.**(Innovación Académica, 2014)

“A una mayor cantidad de azúcar presente corresponde una menor cantidad de líquidos, es decir una menor densidad de la estructura para retenerla (y por lo tanto menos pectina), y viceversa, una menor concentración de azúcar requiere una estructura reticular más densa (es decir más pectina) para retener la mayor cantidad de líquidos presentes. Considerando el comportamiento del pH óptimo de gelificación respecto a la concentración de azúcar (gráfica 8) la interdependencia de los tres componentes azúcar-ácido-pectina puede ser representada como en la gráfica 9”.(Innovación Académica, 2014)



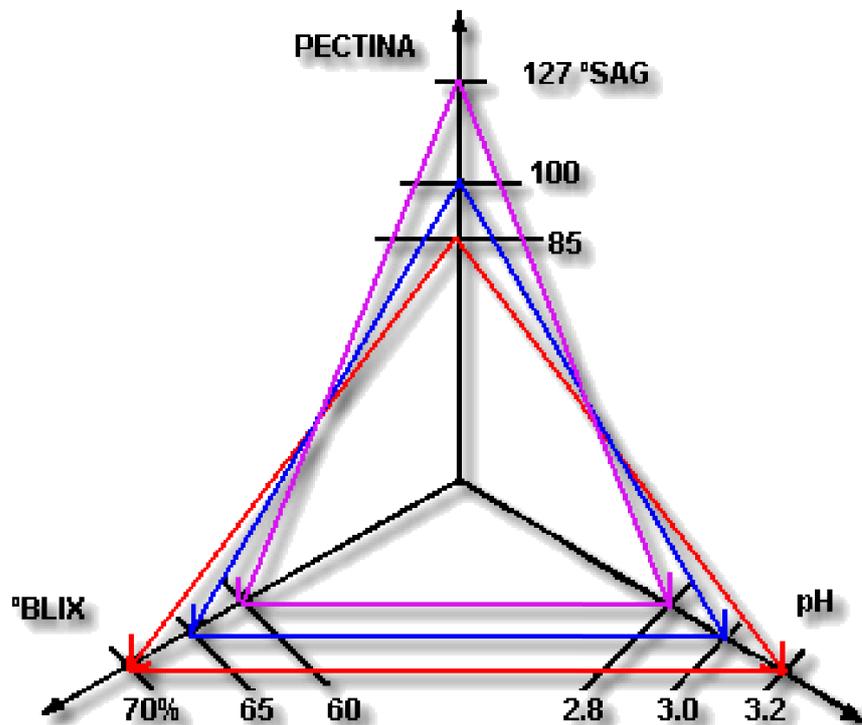
**GRÁFICO N°8: Condiciones de gelificación de las pectinas de alto metoxilo.**

“En la práctica industrial otros factores intervienen para modificar las dosis teóricas de pectina; estos son debidos a la fruta, por el aporte de poder gelificante de las sustancias pécticas naturales; por la presencia de sales solubles y de fibras insolubles, que contribuyen a la consistencia del producto final. En la gráfica 8 se observa el área interna del polígono, en la que se dan condiciones de concentración de materia seca o sólidos de la mermelada y de pH en las que es más probable la gelificación. Por ejemplo a 65 Bx la gelificación puede ocurrir si la mezcla de ingredientes fluctúa entre pH 2,9 a 3,5”.(Innovación Académica, 2014)

“Esta amplitud de pH se restringe de manera significativa si los Brix bajan alrededor de 60% o suben al 80%. Si un producto de 68 Bx tiene pH inferior a 3,0 o superior a 3,6 posiblemente presentará sinéresis en el primer caso o gelificación defectuosa en el segundo. Si los Brix son inferiores a 60% no habrá gelificación y superiores a 80% seguramente se presentará cristalización del azúcar presente en mayor concentración”.(Innovación Académica, 2014)

“En la gráfica 9 se sintetiza la interdependencia de los tres parámetros, pectina, pH y Brix. Se observa que mezclas con altos Bx gelificarán con mayor facilidad a pH de 3,2 sin necesitar pectinas de altos °SAG y de manera opuesta, mezclas de poco contenido en Bx necesitan pH más ácidos (pH cercanos a 2,8) con pectina de alta

graduación de SAG o en general altas cantidades de pectina”.(Innovación Académica, 2014)



**GRÁFICO N°9: Equilibrio de los ingredientes para lograr la gelificación.**

“Teniendo en cuenta la dificultad de evaluar todos los factores que modifican los valores teóricos, la exacta dosificación para cada partida de fruta o de jugos se obtiene efectuando una pequeña prueba, partiendo de la dosis teórica y modificándola con base en los resultados obtenidos. Ahora, la dosis óptima valdrá para toda la partida. Un último factor, ajeno a la naturaleza de los componentes del producto y que influye sobre la dosificación de la pectina es el tamaño de los recipientes de empaque. Los frascos de grandes dimensiones requieren una mayor consistencia del producto que los recipientes pequeños, y las dosis de pectina varían en consecuencia”.(Innovación Académica, 2014)

“Así por ejemplo, recipientes de 1 kg. necesitarían aumentar en un 2% la cantidad de pectina prevista. Uno de 10 kg. se aumentará en un 20%. En el proceso de gelificación, la formación de la estructura reticular del gel tiene lugar durante la fase de enfriamiento que sigue a la cocción de la mezcla de los varios ingredientes, y más precisamente comienza cuando viene alcanzada la temperatura crítica de gelificación de la pectina empleada. En la práctica los valores teóricos de esta temperatura son superados por unos pocos grados de presencia de sales naturales

de las frutas. Respecto a la temperatura a la que se produce la gelificación es mayor si se aumenta cualquiera de los siguientes factores: acidez, Brix, cantidad de glucosa o pectina y más, si ésta es de alto metoxilo y de gelificación rápida”.(Innovación Académica, 2014)

“Por otra parte la solubilidad de la pectina se ve disminuida si posee alto grado de esterificación o ésta se encuentra en estado ionizado; también si el pH de la mezcla es bajo o por la presencia de sales buffer como las del calcio. El tiempo que transcurre antes de producirse la gelificación disminuye al aumentar la acidez, los Brix totales y por el uso de pectinas de alto metoxilo. La cocción prolongada provoca además de un exceso de inversión y caramelización de la sacarosa, un inconveniente más grave sobre la pectina, y es su degradación y daño irreparable”.(Innovación Académica, 2014)

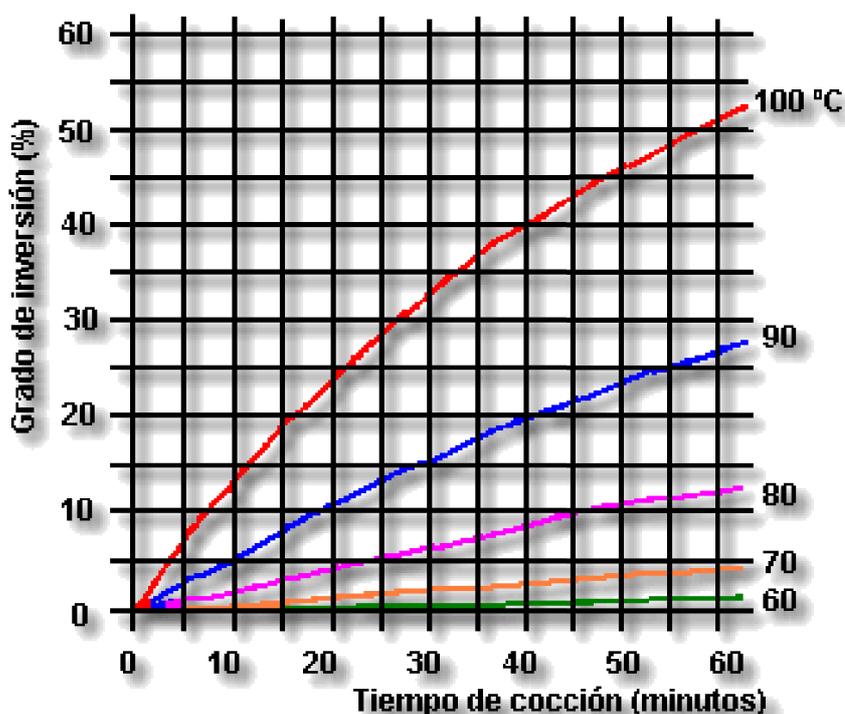
“Mantener la masa a temperaturas superiores a los 100°C afecta rápidamente las cualidades gelificantes de la pectina al producir su hidrólisis. Es por ésto muy importante, para utilizar todo el poder gelificante de la pectina, reducir al mínimo el tiempo durante el cual la pectina participa en la cocción y acelerar el enfriamiento del producto terminado”.(Innovación Académica, 2014)

#### **2.14.6. INTERACCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL GEL.**

“La formación del gel puede tener lugar con proporciones variables de los componentes, que deben alcanzar en cada caso, un exacto equilibrio para obtener el óptimo de gelificación. Este equilibrio en la práctica industrial, además de la relación en peso entre los componentes, está influenciado también por la presencia de ciertas sales, sean éstas naturalmente contenidas en la fruta o adicionadas. El campo de gelificación de la pectina de alto metoxilo está comprendido entre los valores 60 y 80% de los sólidos solubles Durante la cocción una parte de la sacarosa se INVIERTE transformándose en glucosa y fructuosa”.(Innovación Académica, 2014)

“Esta inversión producida por una hidrólisis, es necesaria para prevenir la cristalización de la sacarosa, y ésto porque el punto de saturación de un jarabe de sacarosa y azúcar invertido es superior al de un jarabe de sólo sacarosa. La inversión del 30-40% de sacarosa es considerada satisfactoria para un producto con el 65% de sólidos solubles. La cocción prolongada de la masa de ingredientes puede causar dos graves inconvenientes: Exceso de inversión, con la respectiva

cristalización de la glucosa, y la caramelización de los azúcares, con el oscurecimiento del producto y la apreciable pérdida de aromas. La cocción por esto debe ser mantenida entre los límites de tiempo que impidan la modificación de los azúcares que dañarían irreparablemente el producto final”.(Innovación Académica, 2014)



**GRÁFICO N°10: efecto del tiempo y la temperatura de cocción de mermeladas de 68°Bx y pH 30, sobre el grado de inversión de la sacarosa.** (Innovación Académica, 2014)

#### **2.14.7. PROTEÍNA.**

“Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. El nombre proteína proviene de la palabra griega πρῶτα ("prota"), que significa "lo primero" o del dios proteo, por la cantidad de formas en cuanto a la configuración química de la misma”. (Rodríguez, 2007)

### 2.14.8. ÁCIDO GALACTURÓNICO.

“El ácido D-galacturónico es un monosacárido correspondiente a la forma oxidada de la D-galactosa. Es el principal componente de las pectinas, si bien también existe el ácido poligalacturónico”. (Quimica.es, 2014)

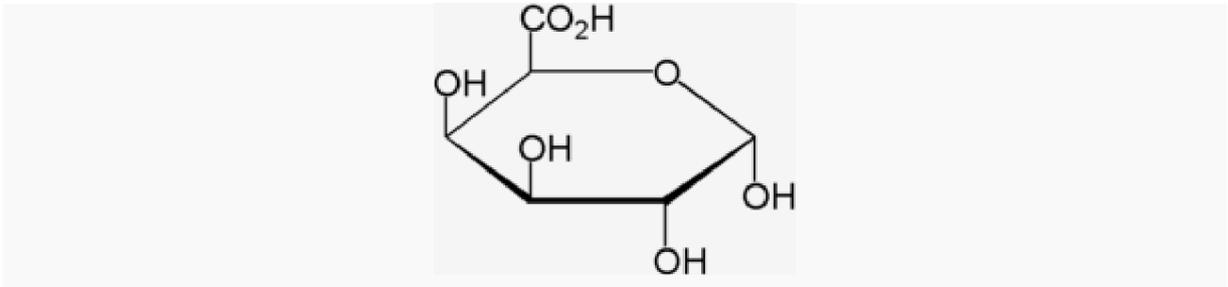


GRÁFICO N°11 Proyección de Haworth del ácido D-galacturonic.

### 2.14.9. ESTERIFICACIÓN.

“Se denomina esterificación al proceso por el cual se sintetiza un éster. Un éster es un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un oxácido y un alcohol. Comúnmente cuando se habla de esteres se hace alusión a los esteres de ácidos carboxílicos, sustancias cuya estructura es R-COOR', donde R y R' son grupos alquilo. Sin embargo, se pueden formar en principio esteres de prácticamente todos los oxácidos”. (Méndez, 2013)

## 2.15. CLASES DE PECTINA.

### 2.15.1. PECTINA DE MANZANA.

“La pectina de manzana y la pectina, en general, se definen como una fibra soluble. Tiene un efecto de formación de gel cuando se mezcla con agua. Puesto que es una fibra dietética, es útil para mantener una buena salud digestiva. La pectina es definida dentro de un grupo de blanco-amorfo, hidrato de carbono complejo que se produce en los frutos maduros y en ciertos vegetales como melocotones, manzanas o las ciruelas que son frutas ricas en pectina. La cantidad de pectina de frutas depende en parte de las frutas maduras. Si la fruta está madura, tiene lo que se llama protopectin, que se convierte en pectina”.(Anónimo, 2009)

“Cuando se pone en agua, la pectina forma una solución coloidal, y geles durante la mezcla. Si la fruta es madura, la pectina se convierte en ácido péctico, que no forma gelatina con soluciones de azúcar. Si la fruta es la correcta y la acidez es óptima y la cantidad de pectina es suficiente, la fruta se puede cocinar con la cantidad correcta de azúcar y convertirse en mermeladas y jaleas. La industria alimentaria utiliza la pectina como agente gelificante. Se utiliza principalmente en alimentos a base de frutas tales como las mermeladas y jaleas. Tiene algunas aplicaciones farmacéuticas también. Químicamente, la pectina es un polisacárido lineal. Contiene alrededor de 300 a 1.000 unidades de monosacáridos”. (Anónimo, 2009)

“La unidad base de monosacárido de pectina es el ácido D-galacturónico. La pectina también tiene algunos azúcares neutros presentes en ella. Los D-residuos de ácido galacturónico están unidos entre sí por alpha-1, 4 enlaces glucosídicos. Estos residuos pueden ser esterificados con grupos metilo. Si se esterifican a más del 50% de los residuos de ácido galacturónico, la pectina se llama metoxilo alta o HM pectina. Si es inferior al 50%, la pectina se llama metoxi baja o LM pectina. Desde que la pectina de manzana es un indigesto, de fibra soluble, se convierte en un regulador intestinal en general”.(Anónimo, 2009)

“¿"Una manzana al día mantiene alejado al médico"? puede convertirse en realidad. Los científicos de nutrición están tratando de encontrar pruebas que comprobarían en qué medida las manzanas son buenas para nuestra salud. Los investigadores han encontrado que las manzanas son las más ricas en pectina en el mundo de las frutas. Muchos estudios se han realizado con la pectina de manzana y los resultados son prometedores. Un estudio muestra que actúa como antioxidante. Algunos investigadores creen que la gente debe beber jugo de manzana si hay comida con alimentos grasos”.(Anónimo, 2009)

✓ Algunos Beneficios:

- Limpia el tracto intestinal con sus fibras solubles e insolubles, ayudando a mantener un equilibrio intestinal.
- Puede usarse también para eliminar los metales no deseados y las toxinas.

“Casi cualquier persona puede beneficiarse de complementar su nutrición con pectina de manzana. Sin embargo, debido a que no es un nutriente esencial, las deficiencias de la misma en el cuerpo no tienen mucha importancia. Se puede consultar a su profesional médico antes de complementar la dieta con esta sustancia. Hay más estudios que hacer y aun no hay ninguna dosis establecida para los suplementos de pectina de manzana. Lo que se puede escribir al respecto es que se requiere suficiente cantidad de líquido que debe ser consumido cuando se complementa la dieta con pectina de manzana”.(Anónimo, 2009)

“Para uso de los complementos se debe seguir las instrucciones del envase. La pectina de manzana puede causar una disminución en la absorción de minerales como el zinc, cobre, hierro, calcio y magnesio, si se utiliza de forma concomitante. También puede causar síntomas gastrointestinales tales como flatulencia, cólicos, gases y diarrea. Las mujeres embarazadas y madres lactantes deben evitar complementar su dieta con pectina de manzana a menos que sea indicado por su profesional médico”.(Anónimo, 2009)

### **2.15.2. PECTINA DE MEMBRILLO.**

“En una olla grande y amplia coloque las semillas de membrillo en remojo hasta que se forme una gruesa capa de jalea en la superficie. Esta capa es el mucílago del membrillo. Una precaución importante es no machacarlas pues en el interior contienen una sustancia llamada amigdalina, que se transforma en ácido cianhídrico, en cantidades que, si bien no son peligrosas, le dan sabor amargo y lo hacen nocivo. Esta jalea, denominada *bandolina*, tiene también aplicaciones terapéuticas y cosméticas. El poder gelificante de la semilla de membrillo es tal que cuajan una cantidad de agua igual a treinta veces su peso”.(Mora, 2007)

“Por lo cual debemos utilizarla en cantidades justas, siguiendo este comentario como base, para nuestras recetas. Las pectinas además de servir como gelificantes de dulces, mermeladas y conservas, también tienen muchas propiedades que benefician a nuestro organismo, por ejemplo, se sabe que la pectina contenida en la piel y en la parte carnosa de manzanas y cítricos reduce considerablemente la formación de placas grasosas en las arterias coronaria y que originan los ataques de corazón (aterosclerosis, la forma más común de arteriosclerosis). Además, la pectina de la manzana actúa como depuradora en el aparato digestivo y ayuda a neutralizar

elementos nocivos para la salud, como el plomo, el cobalto y el estronio y en el campo de la cosmética, las pectinas de la manzana purifican la sangre y proporcionan una apariencia sana al cutis. Algunos estudios realizados recientemente han demostrado que las pectinas de las zanahorias protegen la mucosa intestinal contra la infección bacteriana y por tanto contra la diarrea, al competir con las bacterias por los receptores de las células epiteliales de la mucosa intestinal, y así combaten la deshidratación que caracteriza a los estados diarreicos en los niños”.(Mora, 2007)

### **2.15.3. CONTENIDOS DE PECTINA EN LA FRUTA Y LOS VEGETALES.**

“Es importante conocer antes de preparar mermeladas de fruta si la variedad que vamos a utilizar cuenta con gran cantidad de pectina o poca. Por eso que, según estos valores, **vamos a clasificar en tres grupos la fruta**, siendo conveniente si queremos hacerla sólo de una variedad, saber ante qué tipo nos encontramos y si le debemos añadir pectina líquida o en polvo para que nos acabe espesando”. (Clemente, 2012)

- **Frutas con gran cantidad de pectina:** Principalmente manzanas, pero también limones, naranjas, mandarinas, arándanos, grosellas, uvas y membrillos, entre otros
- **Frutas con cantidad de pectina media:** Manzanas muy maduras, moras, cerezas, pomelo, uvas, higos, peras, piña y naranjas muy dulces.
- **Frutas con escasa pectina:** Melocotones, albaricoques, nectarinas, fresas y frambuesas, se debe de añadir pectina siempre si queremos una mermelada espesa.(Clemente, 2012)

### **2.15.4. PRUEBA DE LA PECTINA.**

“Hay una prueba casera que nos ayuda a conocer la cantidad de pectina que tiene nuestra compota cuando estamos preparando la mermelada. Para realizarla cogemos una cucharadita del cocido de fruta, dejamos que se enfríe bien y lo añadimos en un tarro de cristal. Encima vertemos una cucharada de alcohol y cerramos el frasco agitando suavemente. Si nuestra fruta cuenta con mucha pectina veremos que se forma una **masa gelatinosa firme en el alcohol**. Si la fruta tiene

poca pectina se nos va a formar unas pequeñas partículas en dispersión en el alcohol, lo que nos indica que hay que añadirle pectina externa para que nuestra mermelada espese”.(Clemente, 2012)

### **2.15.5. LISTADO DE ALIMENTOS QUE CONTIENEN PECTINA.**

“La pectina es un tipo de carbohidrato complejo que ayuda a regular el flujo de agua en tus células. La pectina es usada primariamente en alimentos como agente espesante. Se encuentra naturalmente en todas las frutas y vegetales. La pectina también es un tipo de fibra dietaria soluble y podría tener potenciales beneficios para la salud como ayudar a disminuir los niveles de colesterol LDL, desintoxicar tu cuerpo y prevenir picos de azúcar en la sangre”. (Christ, 2013)

#### **2.15.5.1. FRUTAS.**

“Algunos de los alimentos con la mayor cantidad de pectina son las frutas cítricas. Las cáscaras de las frutas cítricas, como naranjas, pomelos, limones y albaricoques contienen altos niveles de pectina. Puedes incorporar más pectina en tu dieta usando la piel de frutas cítricas, como limones, limas y naranjas en tu cocina. Esta es una buena manera de consumir más pectina y reemplazar un poco de la sal que usas normalmente al cocinar. Los duraznos tienen 0,70 y las manzanas contienen 0,50 gramos de pectina por 100 gramos de peso comestible, convirtiéndolas en dos de las mejores fuentes de este carbohidrato. La mayoría de las frutas, como las cerezas, uvas y fresas no contienen mucha pectina”.(Christ, 2013)

#### **2.15.5.2. VEGETALES.**

“Las zanahorias contienen los niveles más altos de pectina de todos los tipos de vegetales. Estas contienen 0,80 gramos por 100 gramos de peso comestible. Algunos otros vegetales que tienen niveles altos de pectina son los guisantes, los pepinos, el apio y los tomates. Todos los vegetales contienen alguna cantidad de pectina. Comer zanahoria como tentempié cada día es una buena manera de incrementar la cantidad de pectina que consumes diariamente”.(Christ, 2013)

### **2.15.5.3. LEGUMBRES.**

“Las legumbres, específicamente los frijoles, son otro tipo de alimentos que contienen altos niveles de pectina. Los frijoles contienen muchas fibras solubles, algunas de las cuales vienen en forma de pectinas. De acuerdo a la Clínica Mayo, consumir alimentos como los frijoles con alto contenido de fibras solubles puede ayudar a disminuir tus niveles de colesterol y glucosa. Incluye frijoles en ensaladas y sopas para incrementar tu consumo semanal de pectina”.(Christ, 2013)

### **2.15.5.4. COPOS DE MAÍZ (CORN FLAKES).**

“Los copos de maíz son otro alimento que contiene altos niveles de pectina, con 2,50 gramos por 100 gramos de peso comestible. Los granos enteros, como el salvado de avena y la cebada, también contienen pectina”.(Christ, 2013)

## **2.16. LAS PRINCIPALES FUENTES DE PECTINA.**

- ✓ Manzanas
- ✓ Guayabas
- ✓ Chabacanos
- ✓ Cerezas
- ✓ Ciruelas
- ✓ Naranjas
- ✓ Zanahorias
- ✓ Cascaras de cítricos.(Natsu, 2011)

## **2.17. NIVELES TÍPICOS DE PECTINA EN LAS PLANTAS (PESO FRESCO).**

- ✓ Manzanas: 1 - 1.5%
- ✓ Chabacano: 1%
- ✓ Cerezas: 0.4%
- ✓ Naranjas: 0.5 - 3.5%
- ✓ Zanahoria: 1.4% (aproximadamente)
- ✓ Cascaras de cítricos: 30%. (Natsu, 2011)

## **2.18. PECTINA DE ZANAHORIA.**

“El valor nutritivo de la zanahoria es excelente tal como lo han confirmado estudios hechos sobre los carbohidratos. Hay dos clases de carbohidratos, los livianos: frutas, legumbres y granos, y los pesados: cereales (avena, cebada, centeno, maíz, trigo, etc.). Estos últimos menos nutritivos y más lentos de digerir. La zanahoria es particularmente rica en glucosa, la cual es utilizada principalmente para ofrecer energía a las células del cerebro y a los músculos de todo el cuerpo, especialmente cuando están en movimiento. La zanahoria también contiene las siguientes vitaminas”:(Arreaza, 2011)

“La vitamina A. Podemos llamarla de “crecimiento y rejuvenecimiento” pues estimula la formación y mantenimiento de dientes sanos, tejidos blandos y óseos, y de la visión. Igualmente influye en funcionamiento de las glándulas suprarrenales (regulan las reacciones al estrés y estimulan la adrenalina en situaciones de emergencia) y equilibra las hormona sexuales. La vitamina B2. Participa en los procesos de producción celular y glóbulos rojos, y en equilibrar las funciones nutritivas y la respiración de los tejidos. La vitamina C. Mantiene la cohesión de las células en los tejidos orgánicos y contribuye a su nutrición”.(Arreaza, 2011)

“Favorece especialmente al sistema inmunológico. La zanahoria también es fuente de minerales esenciales: calcio y ácido fosfórico (actúan juntos), sodio, magnesio, hierro y potasio. Todos tienen funciones importantes en diversos órganos del cuerpo. (Sería muy extenso señalar las funciones de cada uno) Las pectinas de la zanahoria contribuyen al equilibrio de la flora intestinal, y su celulosa contribuye a la limpieza del intestino. Además fluidifican la bilis lo cual corrige la insuficiencia hepática y otras afecciones del hígado. Hay estudios que demuestran que dosis regulares de zanahoria han curado a enfermos del aparato digestivo que sufrían de úlceras en los intestinos”. (Arreaza, 2011)

## **2.19. EFECTOS DE LAS PECTINAS.**

“La capacidad de retener agua que presentan las pectinas, así como su propiedad formadora de geles, hacen que éstas sean beneficiosas en caso de diarrea, ya que hacen que el proceso fisiológico de vaciado del estómago sea más lento, y captan agua, por lo que las heces líquidas propias de los procesos diarreicos se van

volviendo más espesas. Por tanto, aunque la pectina de manzana forma parte de la fibra, puede usarse como un antidiarreico. Entre sus propiedades también está la de ralentizar la absorción intestinal de los azúcares simples, por lo que las pectinas son capaces de mejorar la intolerancia a la glucosa. Además su consumo puede resultar beneficioso en personas diabéticas ya que al disminuir la velocidad de paso de los azúcares del estómago al duodeno, se evita que aumenten de forma brusca los niveles de azúcar en sangre (hiperglucemia)". (Eroski Consumer, 2006)

“La presencia de pectinas en la dieta también puede tener efectos beneficiosos sobre los niveles de colesterol en sangre. Las pectinas son capaces de unirse a los ácidos biliares, facilitando su expulsión junto con las heces. Estos ácidos biliares son los productos de la degradación del colesterol, por lo que las pectinas como consecuencia, presentan efectos hipocolesterolémicos (disminuyen los niveles de colesterol en sangre), lo que contribuye a la disminución del riesgo de aparición de diferentes enfermedades cardiovasculares. No obstante, hay que tener en cuenta que la pectina, tomada junto con ciertos medicamentos puede reducir la absorción de los mismos". (Eroski Consumer, 2006)

“Por ello, es conveniente que antes de tomar cualquier tipo de complemento dietético, se consulte con un profesional que valore si existe o no la necesidad de incluir este tipo de complementos en la dieta, así como la dosis y la forma de administración". (Eroski Consumer, 2006)

## **2.20. PROPIEDADES MUY SALUDABLES.**

“Existe una enorme variedad de manzanas: rojas, amarillas, verdes, reinetas cada una con una acidez, textura y sabor diferentes. La manzana tiene gran cantidad de pectina, una fibra soluble muy beneficiosa no sólo para mejorar los problemas gastrointestinales, sino también para protegerse de la contaminación ambiental, ya que elimina los materiales pesados de nuestro cuerpo, tales como el plomo y el mercurio. Gracias a la pectina también se reducen las tasas de colesterol. De hecho, los especialistas consideran que dos manzanas diarias ayudan a eliminar hasta un 10% del nivel de colesterol". (Anónimo., 2014)

“Su alto contenido en potasio hace que el corazón funcione a pleno rendimiento y que mejore la presión sanguínea. Según un estudio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la manzana permite también reducir el riesgo de cáncer, hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Sus compuestos bioactivos, tales como los elementos fenólicos (flavonoides), pueden contribuir a reducir el riesgo de cáncer de pulmón hasta un 50%. Además, la manzana posee propiedades antioxidantes, gracias a su alto contenido en fibra y vitamina C. El cáncer de próstata también se previene con la manzana, gracias a la quercitina, una sustancia presente en esta fruta”. (Anónimo., 2014)

“Este elemento es además excelente para la circulación y el corazón. Las manzanas tienen propiedades antivirales y protegen frente a enfermedades respiratorias, tales como el asma. Esta fruta es ideal para aquellas personas que padezcan tabaquismo, ya que una manzana diaria reduce a la mitad el riesgo de padecer una obstrucción pulmonar crónica, una patología muy frecuente en fumadores crónicos”.(Anónimo., 2014)

## **2.21. PRUEBAS DE LABORATORIO.**

### **2.21.1. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.**

“El grado de esterificación se determina usando el método de valoración de Schultz y Schweiger (1965), Cuyo protocolo es el siguiente: Se valoraron 10 ml de dilución de pectina al 1% NaOH 0,1N, usando fenolftaleína como indicador. Se añadieron 20 ml de NaOH 0,5N y se espera 30min con el fin de esterificar la pectina. Luego se añadieron 20 ml de HCl 0,5N para neutralizar al NaOH, finalmente la disolución se valoró con NaOH 0,1N”. (Elizabeth & Antonio, 2011)

### **2.21.2. PUNTO DE GELIFICACIÓN.**

“Se mezcla la pectina con el azúcar, evitando de esta manera la formación de grumos. Durante esta etapa la masa debe ser removida lo menos posible. La cocción finaliza cuando se haya obtenido la proporción en porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65-68%”. (CIED, 2014)

“Para la determinación del punto final de cocción se deben tomar muestras periódicas hasta alcanzar la concentración correcta de azúcar y de esta manera obtener una buena gelificación”. (CIED, 2014)

El punto final de cocción se puede determinar mediante el uso de los siguientes métodos:

#### **2.21.2.1. PRUEBA DE LA GOTA EN EL VASO CON AGUA.**

“Consiste en colocar gotas de mermelada dentro de un vaso con agua. El indicador es que la gota de mermelada caiga al fondo del vaso sin desintegrarse”. (CIED, 2014)

#### **2.21.2.2. PRUEBA DEL TERMÓMETRO.**

“Se utiliza un termómetro de alcohol tipo caramelero, graduado hasta 110°C. Para realizar el control se introduce la parte del bulbo hasta cubrirlo con la mermelada. Se espera que la columna de alcohol se estabilice y luego se hace la lectura. El bulbo del termómetro no deberá descansar sobre el fondo de la cacerola ya que así reflejaría la temperatura de la cacerola y no la correspondiente a la mermelada. El porcentaje de azúcar suele ser el correcto cuando la mermelada hierve a 104.5°C. Considerando que la mezcla contiene las proporciones correctas de ácido y de pectina ésta gelificará bien”. (CIED, 2014)

“Este método se basa en el hecho que cuando una solución va concentrándose, incrementa su punto de ebullición. Se debe tener en cuenta que para una misma concentración, a la misma presión atmosférica, corresponde la misma temperatura de ebullición, por lo tanto, distintas alturas sobre el nivel del mar, determinarán distintos puntos de ebullición para un mismo punto de concentración de la mermelada”. (CIED, 2014)

#### **2.21.2.3. PRUEBA DEL REFRACTÓMETRO.**

“Su manejo es sencillo, utilizando una cuchara se extrae un poco de muestra de mermelada. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se coloca en el refractómetro, se cierra y se procede a medir. El punto final de la mermelada será cuando marque 65 grados Brix, momento en el cual se debe parar la cocción”. (CIED, 2014)

### **2.21.3. PRUEBA DE SOLUBILIDAD.**

Solubilidad:

“Es la propiedad de una sustancia para disolverse en otra; la sustancia que se disuelve recibe el nombre de soluto y la sustancia en que se disuelve recibe el

nombre de disolución. Si el soluto no se disuelve en grandes cantidades decimos que es muy soluble; si lo hace en pequeñas cantidades es poco soluble, pero si no se disuelve en ninguna cantidad, lo llamamos insoluble. En la solubilidad, el carácter polar o apolar de la sustancia influye mucho, ya que debido a ésto la sustancia será más o menos soluble. Los compuestos con menor solubilidad son: las parafinas, compuestos aromáticos y los derivados alojenados”. (Bullet, 2009)

“Los compuestos orgánicos sólidos a temperatura ambiente se purifican frecuentemente mediante la técnica denominada cristalización que es la técnica más simple y eficaz para purificar compuestos orgánicos sólidos. Esta técnica consiste en disolver el sólido que se pretende purificar en un disolvente (o mezcla de disolventes) caliente y permitir que la disolución enfrie lentamente”. (Bullet, 2009)

### **2.21.3.1. TÉCNICA.**

- ✓ La técnica más empleada para la purificación de compuestos sólidos es la cristalización, que consiste en disolver el soluto en la mínima cantidad de un disolvente caliente apropiado, dejar enfriar la solución para que se formen cristales y separarlos por filtración. (Bullet, 2009)
- ✓ El disolvente ideal para recrystalizar una sustancia es aquel en que el soluto es poco soluble en frío y muy soluble en caliente. El disolvente ideal, no deberá solubilizar ninguna impureza, o deberá solubilizarlas tanto que al enfriar la solución queden disueltas en las aguas madres. (Bullet, 2009)
- ✓ Decimos que un sólido es soluble en un disolvente cuando al mezclarlos forman una fase homogénea (en una relación de 0.1 g de soluto en máximo 3 ml de disolvente). La solubilidad de un sólido en un disolvente está relacionada con la estructura química de ambos y por lo tanto con sus polaridades. En general podemos decir que lo semejante disuelve a lo semejante. (Bullet, 2009)
- ✓ Algunas veces, se tienen como impurezas pequeñas cantidades de material colorido o resinoso (de cadena larga o polimerizado), o bien, productos de descomposición que imparten color a la sustancia. Para eliminar estas impurezas coloridas. se emplea el carbón activado. Éste se encuentra finamente pulverizado, con lo cual presenta una gran superficie de contacto y puede absorber compuestos orgánicos de mayor polaridad, como son los compuestos coloridos y los polímeros. (Bullet, 2009)

Los pasos a seguir en una cristalización son:

- a) Disolución del compuesto sólido en el disolvente ideal a ebullición. (Bullet, 2009)
- b) Eliminación de las impurezas coloridas (si las hay) por ebullición con carbón activado. (Bullet, 2009)
- c) Eliminación de las impurezas insolubles por filtración en caliente. (En el caso de haber usado carbón activado, se puede usar una ayuda-filtro). (Bullet, 2009)
- d) Inducción de la cristalización (formación de los cristales). Además de dejar enfriar a temperatura ambiente y luego en baño de hielo-agua, también se puede inducir la cristalización tallando las paredes del matraz con una varilla de vidrio, sembrando cristales, etc. (Bullet, 2009)
- e) Separación de los cristales de las aguas madres por filtración al vacío. (Bullet, 2009)
- f) Lavado de los cristales con un poco del disolvente frío. (Bullet, 2009)
- g) Secado de los cristales. (Bullet, 2009)
  - ✓ Para calentar a ebullición los disolventes orgánicos, siempre se empleará un baño-maría o una parrilla de calentamiento, debido a su inflamabilidad. (Sólo en el caso de estar usando agua, podrá emplearse el mechero bunsen, siempre y cuando no haya disolventes orgánicos cerca).
  - ✓ Para enfriar, es más eficiente un baño de hielo-agua, que uno de hielo solo, ya que así aumenta el contacto del agua fría con el matraz.

## **2.22. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE PECTINA.**

“La extracción de pectina de frutos, principalmente cítricos, mediante hidrólisis ácida es el principal y más utilizado procedimiento industrial de obtención de ésta, a pesar que en los últimos años se están realizando estudios de extracción de pectina por métodos enzimáticos y microbiológicos. La hidrólisis ácida puede ser inducida por varias alternativas, después de realizar un análisis técnico - económico se opta por utilizar ácido cítrico en el proceso. Los procesos esenciales para producir pectina de calidad son”:(Anonimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

“Control de calidad de la materia prima hidrólisis ácida evaporación secado y molienda. Con el proceso desarrollado, hidrólisis ácida, se logra obtener

una pectina que cumple con los requerimientos de mercado, esto es: porcentaje de metoxilos, grado de gelificación, peso equivalente y porcentaje de ácido galacturónicos; el proceso presenta un buen rendimiento económico, lo cual hace que sea una alternativa para los agricultores de cítricos hacia quienes está enfocado este proyecto”.(Anonimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

### **2.22.1. HIDRÓLISIS ÁCIDA COCCIÓN DEL FRUTO.**

“La Pectina es una sustancia de origen vegetal, presente en las plantas, principalmente en sus frutos, su característica principal es ser un gelificante natural. El método más conocido para obtener pectina es la hidrólisis ácida, el cual consiste en someter las cáscaras a una cocción en medio ácido, posterior filtración y purificación, con lo cual se logra separar la pectina presente del resto de compuestos de las cáscaras, para luego secarla y molerla hasta tener un fino polvo listo para comercializarlo. Actualmente se conocen varios métodos de obtención de pectina, a escala industrial el más utilizado es la hidrólisis ácida”.(Anonimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

“Por esta razón se prueba este método con algunas modificaciones hasta obtener un proceso sencillo y acorde a nuestro medio, así se trabaja utilizando varios ácidos como el sulfúrico, tartárico y cítrico, concluyendo que el último reactivo es el más conveniente por varios factores, incluyendo el económico. El proceso de obtención de pectina consta de las siguientes etapas: Selección de la materia prima. Preferentemente, la fruta a utilizarse debe ser sana, la madurez debe ser intermedia, la corteza no debe presentar magulladuras y partes en estado de descomposición; esto permite tener un buen rendimiento y buena calidad de pectina”. (Anonimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

“Lavado. Durante 10 minutos con agua a 60°C se somete a las cáscaras a un lavado, para eliminar sustancias solubles en agua caliente, las cuales perjudican sus características organolépticas, es decir, puede la pectina adquirir mal sabor y olor. Inactivación bacteriana. Durante 3 minutos con agua a 100°C se somete a las cáscaras a éste proceso, para controlar la proliferación de microorganismos que pueden degradar la materia prima. Hidrólisis ácida. A las cáscaras se las somete a una hidrólisis ácida, durante 80 minutos aproximadamente, se adiciona agua acidulada (pH = 2, utilizando ácido cítrico), en una relación cáscaras / agua acidulada de 1/3, a 85°C y agitación constante de 400 rpm. Proceso en que la

protopectina (insoluble en agua) presente en la materia prima se transforma en pectina (soluble en agua), que luego es fácilmente separada del resto de componentes insolubles de la materia prima (celulosa especialmente). Es importante mencionar que para realizar la hidrólisis ácida se utiliza agua desmineralizada, con el propósito de eliminar especialmente los iones de calcio, los cuales tienen un efecto negativo en el rendimiento del proceso evaporación. El producto del proceso anterior, se lo somete a evaporación y tiempo suficiente para evaporar el 75 % de la carga inicial".(Anónimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

"Se controla rigurosamente la temperatura, no debe superar los 65°C ya que la pectina es muy susceptible de degradación a temperaturas altas, para lo cual es necesario trabajar en condiciones de vacío; la pectina líquida así obtenida se la puede envasar y comercializar directamente. Controlando de igual manera la temperatura, 65°C, y tiempo suficiente para secarla totalmente, se obtiene pectina sólida, para esta operación se utiliza un secador de bandejas y se trabaja en condiciones de vacío".(Anónimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

"Molienda. La pectina seca es sometida a un proceso de molienda, que se realiza en un molino de bolas hasta pulverización total, para tener un producto semejante al importado. Las operaciones de secado y molienda, antes descritos, se los debe realizar en forma continua y envasarlos lo más rápidamente posible, en recipientes herméticamente sellados, para así evitar la oxidación y humedecimiento de la pectina, ya que ésta es fácilmente oxidada y altamente higroscópica, es decir, adquiere humedad del medio ambiente de forma casi inmediata".(Anónimo, Control de calidad frutas Y hortalizas, 2009)

### **2.22.2. EXTRACCIÓN DE PECTINA A PARTIR DE LA CORTEZA SECA.**

"Se utilizaron tres agentes de extracción, el ácido clorhídrico, ácido fosfórico y una mezcla ácido fosfórico y hexametáfosfato de sodio ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4-(\text{NaPO}_3)_6$ ). Para la obtención industrial de la pectina, se extrae con ácidos en caliente, para disociar la protopectina a pectina soluble (18, 5). El agua acidulada de cada procedimiento de extracción se preparó con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) (3), ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) y ácido fosfórico con 0,75% de hexametáfosfato de sodio ( $\text{H}_3\text{PO}_4-(\text{NaPO}_3)_6$ ) (2) hasta ajustar a cada uno a pH 3.0 (por triplicado), una vez añadida la materia seca en una relación corteza seca-agua acidulada, 1:16". (Agronomía, 2005)

“Se calentó el agua acidulada junto con la corteza con agitación constante hasta alcanzar una temperatura entre 90-95°C durante 90 min.; luego se filtró, exprimió en forma manual y enfrió rápidamente para minimizar la degradación de la pectina por el calor. Posteriormente, el filtrado se centrifugó por 10 min. a 3000 r.p.m.. A la solución péptica se le agregó 1,5 volúmenes de etanol al 95% para precipitarla, después se filtró sobre tela de liencillo, se lavó y, subsiguientemente, se sometió a un proceso de secado a 60°C hasta obtener peso constante (12)”. (Agronomía, 2005)

## **2.23. TÉCNICA A UTILIZAR EN EL EXPERIMENTO.**

Se usará una técnica que junta las dos antes mencionadas se secarán las cortezas de cáscara y se las llevará a hidrólisis ácida pero sin generarle una temperatura a la misma describiendo así los pasos a seguir:

### ✓ Lavado:

Proceso primordial en toda operación de producción de frutas y hortalizas en la cual se deben eliminar las impurezas del material antes de que este ingrese a la línea de proceso.

El lavado se debe de realizar con agua limpia, lo más pura posible y cambiándola constantemente si se realiza el lavado en estanques con agua retenida.

### ✓ Selección y clasificación:

En esta etapa del proceso de selecciona la fruta que esté libre de magulladuras o no sea apta para el proceso, observando cuidadosamente que posea una madurez, forma, color, tamaño o presencia de daño optima y deseable.

### ✓ Troceado:

Se procede a colocar la fruta y cortarla por la mitad, para así poder separar la cascara de la pulpa; luego se trata de cortar o trocear la cascara para que así en el momento del secado puedan estas ser secarse con uniformidad.

✓ Reducción del tamaño del troceado:

Paso preliminar al troceado, logrando unos trozos de cascaras más pequeños para su facilidad e igualdad en el momento del secado y posteriormente a este facilite su molienda.

✓ Secado:

Una vez troceadas las cascaras se procede a ser colocadas en bandejas, tratando de que estas sean dispersas uniformemente, llevándolas a la estufa logrando así que las cascaras vayan perdiendo la humedad contenida en ellas durante el tiempo que les tome en ser secadas.

El secado debe realizarse a una temperatura y tiempo adecuado para el procedimiento que se vaya a efectuar, para que así no se pueda perder las propiedades pépticas de la fruta por exceso de tiempo y temperatura.

✓ Molienda:

Ya totalmente secas las cascaras (en el caso de este proceso), se las lleva a un molino o a un procesador para así aminorar el tamaño de las cascaras y las partículas sean manejables en el proceso.

✓ Ajuste de pH:

Va conjuntamente con la hidrólisis acida pues mediante se le va añadiendo el agua acidulada se ajustara el pH, llegando así al pH deseado para poder realizar la extracción de pectina.

✓ Hidrólisis ácida:

En este proceso se realiza una hidrólisis acida sin calor, llevando las cascaras molidas a un recipiente más agua acidulada (con los ácidos a utilizar) ajustando hasta llegar al pH deseado.

La hidrólisis acida es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula.

✓ Filtración:

Se procede a separar los coágulos pépticos precipitados en la solución, para así llevarlos a secar.

Este proceso se puede realizar mediante la utilización de una tela de lienzo o papel filtro.

✓ Adición de alcohol:

Una vez separada la fase líquida y sólida se procede a la fase líquida añadirle alcohol al 90° para que así se precipiten los coágulos pépticos logrando en esta fase obtener la pectina.

✓ Lavado del precipitado:

Se debe lavar el precipitado para poder así eliminar el ácido utilizado, mediante sucesivos lavados con alcohol al 60%

✓ Secado:

Una vez lavada la pectina se procede a secar en una estufa a 50°C pues la proteína de la pectina es muy sensible y se podría perder si es sometida a una temperatura que sobrepase los 70°C el secado se hará por 24 horas.

✓ Molienda:

Ya secada la pectina se procede a molerla o pulverizarla para un mejor manejo en su almacenamiento y su conservación.

✓ Envasado:

Esta se dará dependiendo el tipo de presentación que se le quiera dar al producto final pues la pectina puede ser envasada en paquetes de plástico de polietileno y envases de vidrios.

## 2.24. UTENSILIOS Y EQUIPOS.

### ✓ Cuchillo:

Utensilio de cocina que posee una hoja de metal afilada y un mango, propicio para realizar varios cortes.

### ✓ Tabla de cortar:

Tabla o tablón donde se coloca la fruta u otro alimento, que sirve como superficie y apoyo para lograr un mejor manejo del mismo al momento del corte y rebanado.

### ✓ Cuchara:

Instrumento que posee una cabeza cóncava y mango, utilizado comúnmente para servir e ingerir alimentos o ser usados en su preparación.

### ✓ Olla:

Recipiente de cocina redondeado que se utiliza para cocer alimentos o contenerlos.

### ✓ Bandeja:

Pieza de plástico u otro material cóncava de gran tamaño generalmente utilizada para depositar los alimentos en ella.

### ✓ Vaso de precipitación:

Es un material de laboratorio que suele ser de vidrio y vienen en diferentes volúmenes desde 1ml hasta varios litros. Sirve para contener sustancias líquidas.

### ✓ Cajas petri:

Las cajas petri son recipientes formados por dos partes circulares, cada una tiene diferente diámetro ya que una tiene que ser una de ellas más grande, para que así esta puedan ser sobrepuesta y semeje a una tapa, pueden ser de plástico o vidrio su base y sus paredes son totalmente circulares y de una altura que no pasa de 1cm.

### ✓ Agua destilada:

Sustancia totalmente líquida y purificada mediante el proceso de destilación.

✓ Azúcar:

Es un hidrato de carbono sólido y cristalizado de sabor muy dulce, proviene de la caña de azúcar principalmente, este es de color blanco en estado puro.

✓ Alcohol:

El alcohol es un compuesto orgánico líquido e incoloro el cual contiene un grupo hidroxilo unido a un radical alifático. Semeja su olor y propiedades al alcohol etílico.

✓ Ácidos:

- Cítrico: “El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbóxico, su fórmula molecular es  $C_6H_8O_7$  está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula molecular es  $C_6H_8O_7$ ”.(Bristhar, 2014)
- Fosfórico: “El ácido fosfórico (a veces llamado ácido ortofosfórico) cuyo código en el Sistema Internacional de Numeración es E-338. Compuesto ácido de fórmula  $H_3PO_4$ .”. (EcuRed, 2014)
- Clorhídrico: “(por su extracción a partir de sal marina en América), agua fuerte o sulfumán (en España), es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa. Una disolución concentrada de ácido clorhídrico tiene un pH inferior a 1; una disolución de HCl 0,1 M da un pH de 1 (Con 40 ml es suficiente para matar a un ser humano, en un litro de agua. Al disminuir el pH provoca la muerte de toda la microbiota gastrointestinal, además de la destrucción de los tejidos gastrointestinales)”. (EcuRed, 2014)
- Tartárico: “El ácido tartárico o <ácido tártrico> es un compuesto orgánico polifuncional, con fórmula molecular  $C_4H_6O_6$ . su peso molecular es 150 g/mol, cuyo grupo funcional principal es el carboxilo (ácido carboxílico). Su fórmula es:  $HOOC-CHOH-CHOH-COOH$ , Su peso molecular es 150 g/mol. Contiene, por tanto, dos grupos carboxílicos y dos grupos alcohol en una cadena de Hidrocarburo lineal de longitud cuatro”. (EcuRed, 2014)

✓ Termómetro digital:

Estos dispositivos transductores poseen circuitos en su composición para así poder convertir en números las variaciones de tensión, visualizando así la temperatura.

✓ Brixómetro:

“Está compuesto de un espejo que dirige la luz hasta una montura metálica con dos prismas. La luz es observada mediante un objetivo que se encuentra junto a una escala graduada que permite establecer su posición relativa respecto a los prismas. El tubo metálico está recubierto por un tubo de goma para que cuando se coja el refractómetro no se altere la temperatura, ya que esta cuestión influye sobre los valores de los índices de refracción de los líquidos. El funcionamiento del brixómetro se basa en la refracción de la luz, este fenómeno cuando la luz pasa de un medio a otro es fácil de observar. En la pieza central hay una solapa que se puede abrir para permitir separar las dos primas y colocar entre ellos la sustancia que se pretende analizar. El brixómetro es un aparato de medición óptico. Brixómetro de viticultor para determinar el contenido de azúcar en el mosto y el contenido potencial del alcohol en el vino”.(pce-ibérica, 2014)

✓ Estufa:

Es un instrumento que se usa generalmente para la reducción total o parcial de la humedad dentro del alimento mediante el proceso de calor, generando así que se pierda la humedad por evaporación.

✓ Balanza:

“La balanza es un instrumento que mediante el establecimiento de una situación de equilibrio entre los pesos de dos cuerpos, permite medir masas. Para realizar las mediciones se utilizan patrones de masa cuyo grado de exactitud depende de la precisión del instrumento. El rango de medida y precisión de una balanza puede variar desde varios kilogramos, hasta unos gramos con precisión”. (Instrumentos de laboratorio, 2014)

✓ Agitador magnético:

“Un agitador magnético consiste de una pequeña barra magnética (llamada barra de agitación) la cual está normalmente cubierta por una capa de plástico

(usualmente teflón) y una placa debajo de la cual se tiene un magneto rotatorio o una serie de electro magnetos dispuestos en forma circular a fin de crear un campo magnético rotatorio. Durante la operación de un agitador magnético típico, la barra magnética de agitación es deslizada dentro de un contenedor ya sea un matraz o vaso de precipitado conteniendo algún líquido para agitarle. El contenedor es colocado encima de la placa en donde los campos magnéticos ejercen su influencia sobre la magneto recubierta y propician su rotación mecánica”. (Instrumentos de laboratorio, 2014)

✓ Potenciador de hidrógeno (pH-metro):

“La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. La varita de soporte del electrodo es de vidrio común y no es conductor, mientras que el bulbo sensible, que es el extremo sensible del electrodo, está formado por un vidrio polarizable (vidrio sensible de pH). Se llena el bulbo con la solución de ácido clorhídrico 0.1N saturado con cloruro de plata. El voltaje en el interior del bulbo es constante, porque se mantiene su pH constante (pH 7) de manera que la diferencia de potencial sólo depende del pH del medio externo. El alambre que se sumerge al interior (normalmente Ag/AgCl) permite conducir este potencial hasta un amplificador”. (Instrumentos de laboratorio, 2014)

✓ Cocineta:

La cocineta es un artefacto para cocinar, funciona generando calor sobre sus placas u hornillas, estas pueden funcionar a gas o electricidad.

✓ Alcoholímetro:

Este instrumento de laboratorio es utilizado para medir el grado o porcentaje de alcohol contenido en una determinada sustancia o gas, es de vidrio y posee una forma de bulbo.

✓ Texturizador:

Es un equipo de laboratorio el cual dispone de un analizador de textura computarizado donde se mostrará la respuesta gráfica que se da ante la fuerza

aplicada frente al desplazamiento y permite evaluar características mecánicas de la textura, mediante un pistón que provoca la ruptura del gel.

✓ Molino o procesador de alimentos:

“Es un instrumento cuyo fin es moler o triturar, especialmente granos, transformándolos en harina.

## **CAPÍTULO III**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis físico químicos de Alimentos en conjunto con el Laboratorio de Procesos de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, que se encuentra ubicado en el cantón Manta de la provincia de Manabí en Ecuador, durante el período 2014-2015, el lugar se encuentra localizado en el continente americano en las coordenadas 0°57'35" de latitud Sur y 80°43'0" de latitud Oeste.

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.**

- ✓ Temperatura: 23.9°C
- ✓ Humedad relativa: 46%
- ✓ Luminosidad: 70%

#### **3.3. VARIABLES INDEPENDIENTES.**

- ✓ Variedad
- ✓ Agente de extracción

#### **3.4. VARIABLES DEPENDIENTES.**

- ✓ Rendimiento
- ✓ Gelificación
- ✓ Textura

### 3.5. FACTORES EN ESTUDIO.

En la presente investigación se estudio el factor A) VARIEDAD que presenta dos variedades, y el factor B) MÉTODO DE EXTRACCIÓN el mismo que presenta tres extractores.

#### A) VARIEDAD

A1: Amarilla. (*P. edulis Flavicarpa*)

A2: Púrpura. (*P. edulis sims*)

#### B) MÉTODO DE EXTRACCIÓN

B1:  $C_6H_8O_7$  50%

B2:  $H_3PO_4$  0.5%

B3: HCl 0.1%

### 3.6. TRATAMIENTOS.

Nº DE TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	A1B1	Amarilla - $C_6H_8O_7$
2	A1B2	Amarilla - $H_3PO_4$
3	A1B3	Amarilla - HCl
4	A2B1	Púrpura - $C_6H_8O_7$
5	A2B2	Púrpura - $H_3PO_4$
6	A2B3	Púrpura - HCl

### 3.7. TIPO DE DISEÑO.

#### 3.7.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis estadístico de las pruebas que se realizó, se aplicó un diseño completamente al azar consistiendo en un arreglo 2X3 bifactorial para las variables: variedad y agente de extracción. Aplicando el análisis de varianza a los resultados y las pruebas de comparación de medias por DMS al 95% a las fuentes de variación.

El método de DMS utiliza para comparar todos los pares de medias con cuatro repeticiones.

### 3.7.2. ANÁLISIS FUNCIONAL.

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) con 5% de error utilizando el software estadístico infostat versión 2008 y la transformación de datos, para lograr la homocedasticidad en el experimento, por medio del método de raíz cuadrada.

Las diferencias entre las medias se compararon con la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.7.3. CARACTERÍSTICAS DEL PROCEDIMIENTO.

Las muestras fueron tomadas y recolectadas de dos variedades; amarilla (*P. edulis flavicarpa*) y púrpura (*P. edulis sims*). Se tomó en cuenta que las frutas estén sanas, la corteza sin magulladuras ni partes en estado de descomposición.

Se tomó como cantidad de muestra experimental 227 g de cáscara de maracuyá.

## 3.8. PROCEDIMIENTOS

### ESQUEMA ADEVA O ANOVA.

Fuente de Variación		G.L
Total		t*r-1 17
Tratamiento		5
Repeticiones		2
factor A	1	
factor B	2	
interrelación A*B	2	
error experimental		10

Prueba de significancia, DMS 5% correlación.

### 3.8.1.DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.

1. Valorar
  - ✓ Solución de pectina al 1% (agua + pectina)
  - ✓ NaOH 0.1N
  - ✓ Fenolftaleína (RESULTADO A)
2. Se añade 20ml de NaOH al 0,5N (esperar 30 minutos)
3. Añadir 20ml de HCl 0,5N para neutralizar el NaOH
4. Valorar con NaOH 0,1N (RESULTADO B)
5.  $DE = \frac{B}{A+B} \times 100$  EC.3.8.1-2

### 3.8.2.PUNTO DE GELIFICACIÓN.

Prueba de la gota en el vaso con agua.

- ✓ Colocar un cuarto de agua en un vaso transparente
- ✓ dejar caer unas gotas de mermelada en el agua
- ✓ El indicador es que la gota de mermelada caiga al fondo sin desintegrarse.

Prueba del termómetro.

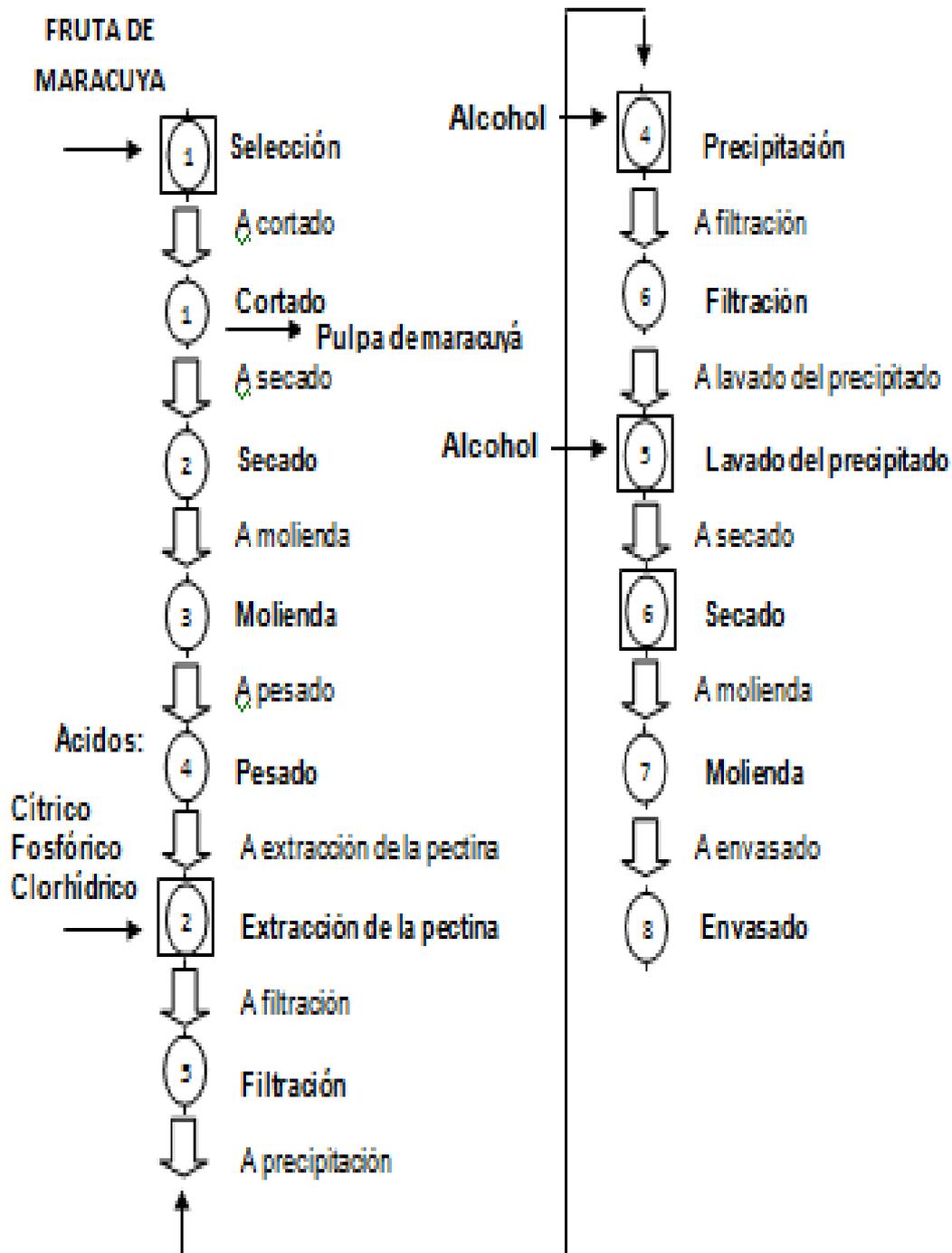
- ✓ Se utiliza un termómetro de alcohol tipo caramelero, graduado hasta 110°C.
- ✓ introducir la parte del bulbo hasta cubrirlo con la mermelada
- ✓ Esperar que la columna de alcohol se estabilice
- ✓ Hacer la lectura.
- ✓ El bulbo del termómetro no deberá descansar sobre el fondo de la cacerola ya que así reflejaría la temperatura de la cacerola y no la correspondiente a la mermelada.

Prueba del refractómetro.

- ✓ Utilizando una cuchara se extrae un poco de muestra de mermelada.
- ✓ Se deja enfriar a temperatura ambiente
- ✓ Se coloca en el refractómetro se cierra y se procede a medir.
- ✓ El punto final de la mermelada será cuando marque 65 grados Brix, momento en el cual se debe parar la cocción.

### 3.9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

#### DIAGRAMA DE FLUJO.



- ✓ 1 **Selección.-** Consistió en clasificar la fruta de maracuyá, debió estar sana, libre de magulladuras, picaduras y partes oscuras.
- ✓ 1 **Cortado.-** Se partió la fruta por la mitad para eliminar las partes no aprovechables (semillas y jugo) y obtener solamente la cáscara, luego cortarla en partes pequeñas.
- ✓ 2 **Secado.-** Se colocó los trozos de cáscara en una estufa por 24 horas a 50°C, para eliminar la humedad y evitar que se deteriore.
- ✓ 3 **Molienda.-** A la cáscara seca se la trituró en un molino para que facilite luego la operación.
- ✓ 4 **Pesada.-** Primero se pesó las cáscaras húmedas con el fin de determinar el peso promedio, luego se pesó las cáscaras secas y molidas para proceder al respectivo análisis.
- ✓ 2 **Extracción de la Pectina.-** Se realizó tres tipos de proceso de extracción: una como medio de extracción el ácido clorhídrico, otro como medio de extracción ácido fosfórico y el último con ácido cítrico.
- ✓ 5 **Filtración.-** El extracto líquido se separó de la cáscara molida por medio de la filtración.
- ✓ 4 **Precipitación.-** El extracto fue precipitado mediante la adición de alcohol, el cual rápidamente formó coágulos gelatinosos, es decir formando un gel, el mismo que tiene una coloración cremosa.
- ✓ 6 **Filtración.-** El precipitado obtenido se lo llevó a filtración para poder separarlo del alcohol.
- ✓ 5 **lavado del Precipitado.-** Este lavado se lo realizó con el objeto de eliminar el ácido utilizado, que se encuentra impregnado en la pectina precipitada, ésto se logró mediante sucesivos lavados, con alcohol al 60%.
- ✓ 6 **Secado.-** Una vez lavada y filtrada la pectina se procedió a secarla en una estufa por 24 horas aproximadamente a 50°C, cuando está bien seca se procedió a pesar.
- ✓ 7 **Molienda.-** La pectina seca fue finalmente pulverizada, obteniendo una coloración beige
- ✓ 8 **Envasado.-** se colocó la pectina pulverizada en paquetes de plástico de polietileno.

# CAPÍTULO IV

## IV. RESULTADOS

### 4.1. EXTRACCIÓN.

Se consiguió determinar desde el proceso de extracción que, la variedad no afecta mayormente a la misma, sólo en el momento de adquirir la materia prima, el tipo de extractor a utilizar es el que dio una importancia prioritaria de destreza al momento de ser usado en el proceso de extracción siendo de mayor a menor el Ac. Cítrico el más manejable o dócil empleado para el proceso, de ahí el Ac. Fosfórico seguido del Ac. Clorhídrico donde el mismo se puede ultimar que por la cantidad recomendada (por los docentes expertos) y bajo las normas de consumo en alimentos a utilizar provocó la dificultad del proceso logrando así que no se pueda conseguir el pH deseado para la extracción de pectina expuesto en el presente proyecto, se decidió optar por un rango de pH 2.8 – 3.0 acercándose más a el pH 3.0.

Las muestras extraídas con Ac. Cítrico tuvieron un rango de pH entre 2.90 – 2.98 las de Ac. Fosfórico en un rango de 2.88 – 2.98 mientras que las de Ac. Clorhídrico estuvieron en un rango de 3.05 – 3.82 la causa de no poder obtener el pH ansiado fue la dosis de 0.1% de ac clorhídrico utilizado y expuesto en el proceso.

Para el desarrollo del proceso de extracción de las pectinas se busca un pH entre 2.5 – 3.0 como se expresa en la mayoría de las citas encontradas, pero en el estudio realizado por Mireida Gamboa Brandy en la Universidad del Oriente de Venezuela señaló según su investigación en la comparación de pH entre 3.1 – 3.2 – 3.6 determinó que las mejores condiciones se las obtuvo en el pH de 3.2 ; mientras que en el estudio elaborado por la Universidad de Colombia (sede en Bogotá) de la dirección nacional de innovación académica nos revela que un pH de valor inferior de 2.8 (acidez activa más fuerte) se produce la SINÉRESIS el mismo que produce exudación de jarabe y endurecimiento excesivo de las fibras de pectina

“La exacta valoración de pH es extremadamente importante, ya que una mínima diferencia en la zona óptima de gelificación influye definitivamente sobre su rigidez, consistencia, grado de sinéresis, gel.”

La temperatura de secado que se le aplica a la pectina es de suma importancia pues ésta establece e influye sobre sus propiedades como fue corroborado en la investigación expuesta por la Revista Tecnológica ESPOL, Vol. xx, N. xx, pp-pp, (Mes, 2009) que señala en un estudio realizado sobre la “influencia del secado en la captación del agua de pectina”, que la muestra sometida a 70°C tiene un mayor decrecimiento en los grupos carboxilos que aquella que fue sometida a un secado de 50°C indicando una mayor gelificación en la muestra.

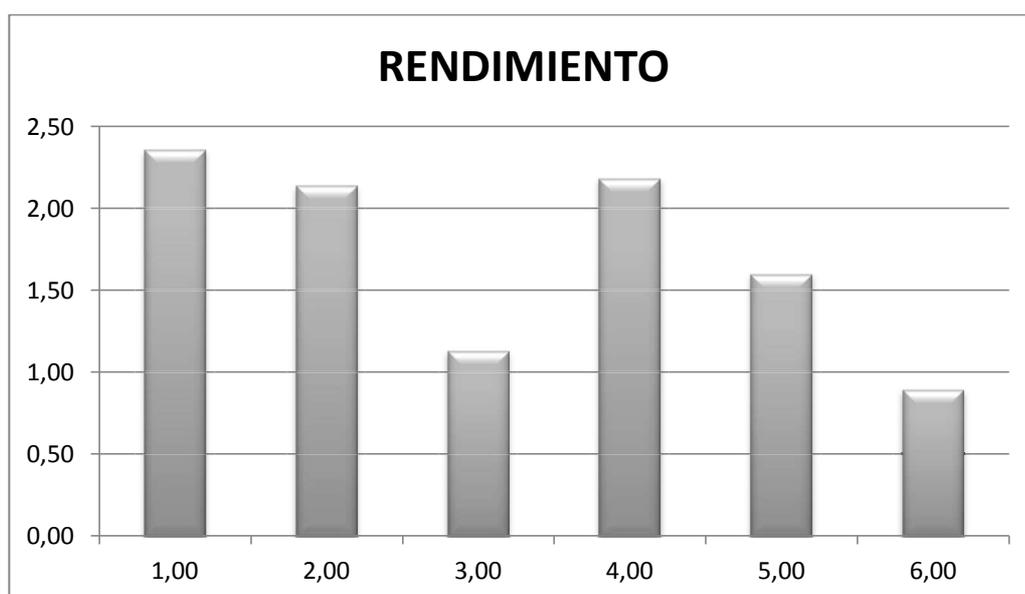
## 4.2. RENDIMIENTO.

**TABLA N°3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RENDIMIENTO**

TRATAMIENTOS	M1	M2	M3	PROM.
A1-B1	3,03	2,02	2,02	2,36
A2-B1	2,86	2,02	1,54	2,14
A1-B2	1,10	1,36	0,92	1,13
A2-B2	2,11	1,58	2,86	2,18
A1-B3	1,10	1,85	1,85	1,60
A2-B3	1,05	1,4	0,22	0,89

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

**GRÁFICO N°12 DIAGRAMA EN BARRAS DEL RENDIMIENTO**



FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

**TABLA N°4 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV	
DATO	DE	RENDIMIENTO	18	0,65	0,4	18,63
Cuadro de análisis de la varianza tipo III						
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	1,04	7	0,15	2,64	0,0801	
TRATAMIENTOS	0,98	5	0,2	3,45	0,0454	
REPETICIONES	0,07	2	0,03	0,61	0,5619	
Error	0,57	10	0,06			
Total	1,61	17				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,67473

Error: 0,0566 gl: 10

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

#### 4.2.1. DISCUSIÓN DEL RENDIMIENTO.

Se demostró que no hay una diferencia significativa entre las variedades, pero los resultados estadísticos manifestaron que la especie amarilla conjunto con el ac. Cítrico proporcionaron un mayor rendimiento, influyendo esta variedad por su mayor promedio en rendimiento seguido del tratamiento 4 de la variedad morada extraída con ac. Cítrico y el tratamiento 2 de variedad morada extraído con ac. Fosfórico, colocándonos en puntos referenciales al ac cítrico por dar mayor rendimiento al ser proporcionado a las dos variedades.

En este análisis se demostró que las muestras que arrojaron un mejor rendimiento fueron la de los tratamientos 1 (M1:6,9 – M2:4,6 – M3:4,6) con un promedio de 2.36 de rendimiento de sus muestras y el tratamiento 4 (M1:4,8 – M2:3,6 – M3:6,5) con un promedio de rendimiento de 2.18 de sus muestras.

Comparación acertada conjunto el estudio elaborado por la Universidad de Colombia (sede en Bogotá) de la dirección nacional de innovación académica nos revela que los ácidos más usados son el cítrico, el tartárico y más raramente el láctico y el fosfórico. El ácido cítrico es considerado generalmente más satisfactorio por su agradable sabor; el ácido tartárico es más fuerte, pero tiene un sabor menos ácido.

Favoreciendo así en el vigente estudio que la aplicación del ac. Cítrico en la extracción de esta pectina será superior pues nos suministrará un mayor rendimiento y añadirá un agradable sabor a la misma.

### 4.3. GRADO DE ESTERIFICACIÓN.

**TABLA N°5 RESULTADO DE GRADO DE ESTERIFICACIÓN.**

TRATAMIENTOS	M1	M2	M3	PROMEDIO
A1-B1	69,3	57,1	82,3	69,6
A2-B1	60,7	73,1	19,2	51,0
A1-B2	81,1	67,7	75,6	74,8
A2-B2	57,7	71,8	79,7	69,7
A1-B3	66,7	93,8	88,0	82,8
A2-B3	79,3	69,6	88,9	79,27

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

#### 4.3.1. RANGO DE CLASIFICACIÓN DE LAS PECTINAS.

Las pectinas se clasifican en pectinas de alto metoxilo y en pectinas de bajo metoxilo, las pectinas de alto metoxilo a su vez se clasifican en lentas que tiene un porcentaje de esterificación de 60-67%, medias 68-70% y rápidas 71-76%. (Innovación Académica, 2014)

**TABLA N°6 CARACTERIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN SU GRADO DE ESTERIFICACIÓN.**

TRATAMIENTOS	PROM.	GE	GELIF.P
A1-B1	69,6	HM	M
A2-B1	51,0	HM	L
A1-B2	74,8	HM	R
A2-B2	69,7	HM	M
A1-B3	82,8	HM	R
A2-B3	79,3	HM	R

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

**TABLA N°7 ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRADO DE ESTERIFICACION.**

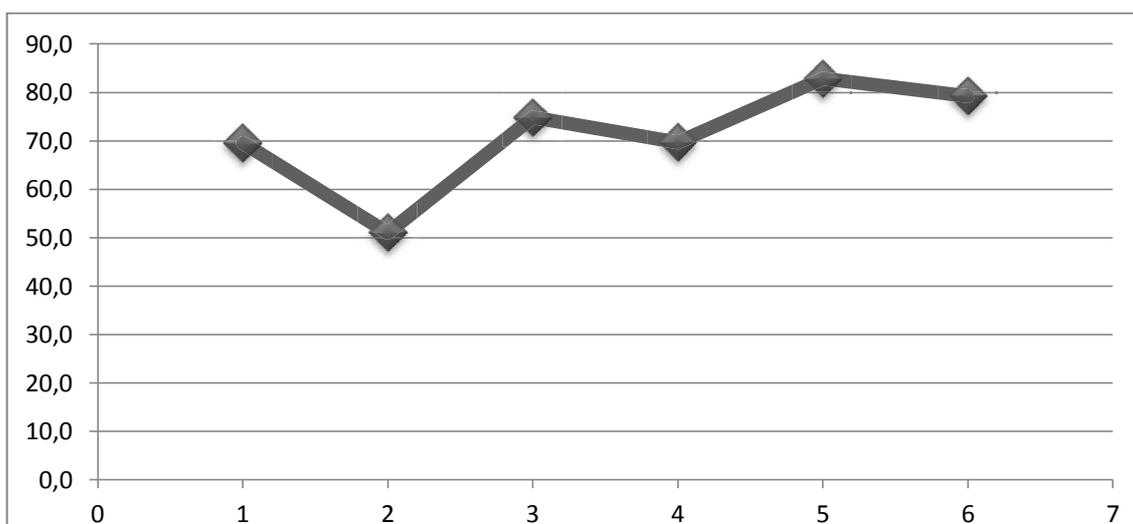
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DATOS	DE	GRADO	DE	ESTERIF..	18 0,39 0 14,15
Cuadro de análisis de la varianza tipo III					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,08	7	1,3	0,93	0,5254
TRATAMIENTOS	8,97	5	1,79	1,28	0,3442
REPETICIONES	0,11	2	0,06	0,04	0,9611
Error	14	10	1,4		
Total	23,08	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,35517

Error: 1,3997 gl: 10

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

**GRÁFICO N°13 DIAGRAMA ESTADISTICO DEL COMPORTAMINTO DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.**



FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

### 4.3.2. DISCUSIÓN DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.

Según el grado de esterificación como se expone en el estudio elaborado por la universidad de Colombia (sede en Bogotá) de la dirección nacional de innovación académica las pectinas se clasifican como de alto o bajo metoxilo, las pectinas de bajo metoxilo (LMP, Low Methoxyl Pectins) presentan esterificación menor del 50%,

las pectinas de alto metoxilo (HMP, Hih Methoxyl Pectins) poseen grupos carboxilo esterificados en más del 50%.

LAS PECTINAS DE ALTO METOXILO (**HM**) pueden encontrarse en el mercado de tres tipos:

Gelificación de la pectina	Porcentaje esterificación
✓ Lenta	60 – 67
✓ Mediana	68 – 70
✓ Rápida	71 – 76

Demostrando que los seis tratamientos manifestaron un grado de esterificación mayor del 50% es decir que son pectinas de alto metoxilo (HM) pero no todas proporcionaron un porcentaje de esterificación igual, diferenciándose así éstas por el uso que se les aspire dar en la industria.

Tenemos que el tratamiento 2 es de gelificación LENTA ya que dio un porcentaje de 51,0; el tratamiento 3 con porcentaje de 74,8 el tratamiento 5 con porcentaje de 82,8 y el tratamiento 6 con porcentaje de 79,3 estos tres tratamientos son de gelificación RÁPIDA; resultando así el tratamiento 1 con porcentaje de 9,6 y el tratamiento 4 con porcentaje de 69,7 de gelificación MEDIA

Siendo estos dos últimos los más opcionados para ser considerados como mejor tratamiento para la aplicación en un producto demostrativo con similares propiedades intrínsecas.

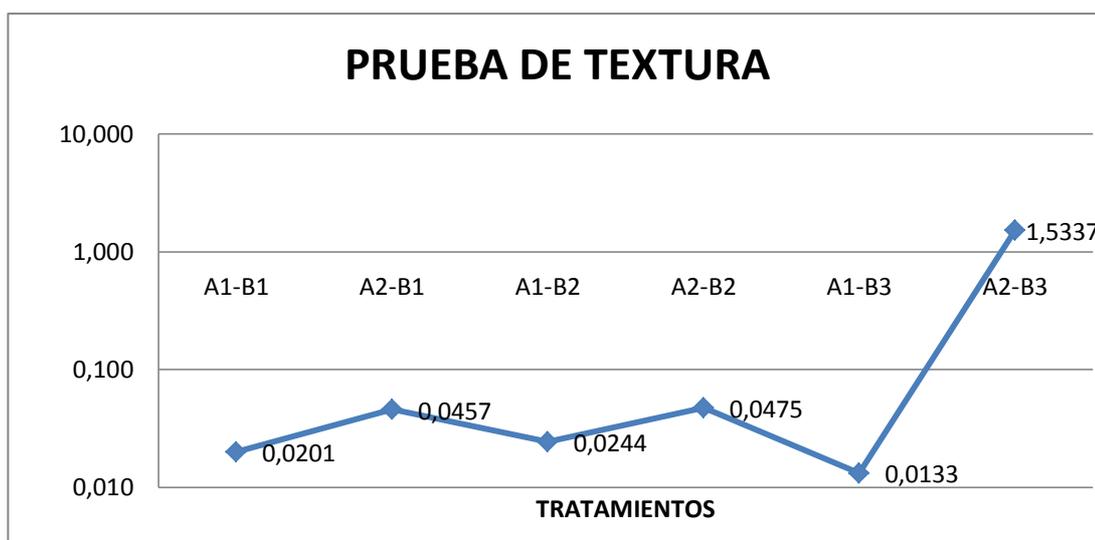
## 4.4 PRUEBA DE TEXTURA.

TABLA N°8 RESULTADOS DE TEXTURA.

TRATAMIENTOS	M1	M2	M3	PROM
A1-B1	0,03886	0,00843	0,01301	0,0201
A2-B1	0,00466	0,12496	0,00758	0,0457
A1-B2	0,01491	0,05346	0,00479	0,0244
A2-B2	0,0053	0,06226	0,07494	0,0475
A1-B3	0,01001	0,01584	0,01391	0,0133
A2-B3	3,00524	0,06225	1,53375	1,5337

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

GRÁFICO N°14 DIAGRAMA ESTADÍSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL GEL EN LA PRUEBA DE TEXTURA.



FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

### 4.4.1. DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE TEXTURIZACIÓN.

La prueba de texturización se realizó con la finalidad de ver la estabilidad del gel frente a las condiciones de almacenamiento y a una temperatura de 4°C. El análisis se realizó un mes después de haber sido elaborados los geles de la pectina extraída para así observar el comportamiento de la consistencia del gel frente a las condiciones expuestas. Los tratamientos demostraron una estabilidad en su consistencia excluyendo el tratamiento 6 que tuvo una alta variabilidad frente a los 5

tratamientos restantes. Se pudo observar también que el tratamiento 1 en sus 3 repeticiones dio un gel de muy buena consistencia no muy elástico similar al de las mermeladas encontradas en el mercado al igual que las muestras (M 2-3:T2); (M 1-2-3:T3); (M3:T4); (M2:T6) Las tres repeticiones del tratamiento 5 dieron un gel de menor consistencia al igual que las muestras (M1-2:T4); (M1:T2); (M1-3:T6). Revelando en esta prueba que el tratamiento 1 y el tratamiento 3 mantuvieron mayor estabilidad frente a las condiciones expuestas, pero al ser comparados entre ellos, el tratamiento 1 demostró una estabilidad como la que se desea llegar.

Esta prueba fue realizada mediante un texturizador el cual dispone de un analizador de textura computarizado donde se mostrará la respuesta grafica que se da ante la fuerza aplicada frente al desplazamiento y permite evaluar características mecánicas de la textura, mediante un pistón que provoca la ruptura del gel. El estudio elaborado por la universidad de Colombia (sede en Bogotá) de la dirección nacional de innovación académica nos habla sobre MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA GRADUACIÓN DE LA PECTINA exponiendo así que la graduación de una pectina es medida por la consistencia o fuerza del gel obtenido al emplear una formulación determinada.

Entre los varios métodos usados para realizar esta medición, se halla la medida de los grados SAG. Este método usa un rigelímetro el cual dispone de un tornillo que permite medir la deflexión de un gel normalizado. Este gel ha sido preparado con la pectina a la cual se le desea medir sus grados SAG. El gel normalizado posee las siguientes características:

- ✓ Materia seca refractométrica: 65%
- ✓ pH de la masa: 2.3 a 2.4
- ✓ Fuerza gelificante normal: 23,5% de penetración medida en un ridgelímetro.\*\*\*

La lectura hecha sobre el gel en cuestión se lleva a una gráfica que permite determinar la variación de los grados SAG de la pectina sometida a análisis. Otros instrumentos que permiten medir las propiedades de los geles son el Gelómetro de Tarr-Baker, que mide la presión necesaria para provocar la rotura de la superficie libre del gel con un pistón de forma y dimensiones preestablecidas.

Los métodos expuestos son muy equivalentes al utilizado en la presente investigación y que mediante el equipo texturizador nos arrojaron una valoración, de la medición de la graduación del gel de pectina que está educadamente empleado, hacia el sometimiento de la estimación de la textura del gel.

#### **4.5. TABLA N°9 COMPARACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA DEL MEJOR TRATAMIENTO VERSUS UN TESTIGO EN LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA.**

Se tomó como testigo una mermelada del mercado y se le practico una prueba de textura en la cual se obtuvo una fuerza de 0.01, se procedieron a elaborar 4 muestras de mermeladas con 2 diferentes frutas y con 2 muestras de pectina una la determinada como el mejor tratamiento y la otra expedida en el mercado que la denominaremos (PC) concluyendo así que:

<b>PRODUCTO</b>	<b>FUERZA</b>
Mermelada del mercado	0.01
(MT) Mejor Tratamiento (azúcar + pectina)	0.01
Mermelada de naranjilla (MT)	0.05
Mermelada de naranjilla (P.C)	0.10
Mermelada de piña (MT)	0.01
Mermelada de piña (P.C)	0.01

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

Demostrando que la pectina que se obtuvo como mejor tratamiento es de muy buenas características pépticas aun así asumiendo que la mermelada realizada para esta prueba fue hecha con una relación 40/60, y por lo habitual las mermeladas del mercado son elaboradas con una relación 50/50 y de pectina 100% pura.

**TABLA N°10 PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS, DE pH Y °BRIX**

MUESTRAS	Ph	°Brix	PRUEBA ORGANOLÉPTICA			
			OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
Mermelada de naranjilla (MT)	3.0	52.02	AGRADABLE	AGRADABLE	AGRADABLE	AGRADABLE
Mermelada de naranjilla (P.C)	3.5	51.05	DESAGRADABLE	DESAGRADABLE	DESAGRADABLE	DESAGRADABLE
Mermelada de piña (MT)	3.5	53.1	AGRADABLE	AGRADABLE	AGRADABLE	AGRADABLE
Mermelada de piña (P.C)	3.5	53.1	MENOS AGRADABLE	MENOS AGRADABLE	MENOS AGRADABLE	AGRADABLE

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

La segunda tabla fue realizada dos meses después de que las muestras fueron envasadas y selladas herméticamente en los frascos de vidrio.

Las mermeladas con la pectina extraída del mejor tratamiento, lograron tener mejores características, destacando en ellas el olor y sabor, de las cuales se manifiesta una vigorización de los aromas y sabores frutales, propios de los componentes de las frutas en cada mermelada.

#### 4.6. TABLA N°11 COSTO DEL MEJOR TRATAMIENTO.

PRECIO	PESO CÁSCARAS HÚMEDAS	PESO CÁSCARAS SECAS	PESO CÁSCARAS MOLIDAS	PECTINA SECA
\$ 2,00	2,59 (lb) 1,179 (kg)	0,36 (lb) 0,17 (kg)	165,5 (gr)	22,4 (gr)
<i>se usó</i>				
\$ 11,00	alcohol (1 galón)	2 lt		\$ 4,20
\$ 1,00	Ac. Cítrico (1 lb)	10gr/50ml	70ml => pHi 4.30 - pHf 2.95	\$ 0,10
<b>\$ 14,00</b>	<b>&lt;=valor referencial</b>		<b>valor real =&gt;</b>	<b>\$ 6,30</b>

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

## 4.7 PRUEBA DE CENIZAS.

### TABLA N°12 PRUEBA DE CENIZAS AL MEJOR TRATAMIENTO VS UNA PECTINA COMERCIAL.

Se realizó la prueba de cenizas al mejor tratamiento mediante dos muestras de 3g cada una mostrando los siguientes resultados:

NÚMERO DE CRISOL	A	B	C	% DE CENIZA C-A/B-A*100	PROMEDIO
<b>1ra prueba</b>					
N°14	66,747	69,747	66,8601	3,77	
N°29	61,3327	64,327	61,4455	3,77	
<b>2da prueba</b>					3,97%
N°28	58,92	61,92	59,03	3,67	
N°14	66,67	69,67	66,81	4,67	
<b>pectina comercial</b>					
N°29	61,28	64,28	61,33	1,67	
N°15	63,91	66,91	63,95	1,33	1,50%

A= Masa del crisol vacío

B= Masa del crisol y la muestra seca

C= Masa del crisol y la muestra seca calcinada

FUENTE: NÁTALY ZAMBRANO 2014

#### 4.7.2. DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE CENIZA.

Las cenizas representan el contenido mineral del alimento y se tiene entendido que el porcentaje de cenizas en pectinas no debe sobrepasar del 6,76% como es reportado en la investigación *“EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA EN TRES ESPECIES DEL GÉNERO VASCONCELLEA, NATIVAS DEL SUR DEL ECUADOR”* (Matsumoto, 1990 reporta que el contenido de cenizas en la pectina de Maracuyá es de 6,76%.)

Porcentaje que nos ayuda a determinar que los valores obtenidos en la investigación realizada son aceptables ya que están por debajo del rango especificado. Los valores expresados en la investigación señalada como referencia denotan valores mayores a los obtenidos en la presente investigación. Teniendo como resultados que en, la primera prueba que se les hizo a dos muestras dio el mismo porcentaje de

3.77 en cenizas, valor que varió en la segunda prueba proporcionando diferentes rangos 3,67-4,67% respectivamente.

Se procedió a ejecutar la misma prueba a la pectina comercial indicando una valoración menor frente a la del mejor tratamiento y al igual con una variación entre ambas muestras pero mínimas resultando 1,67-1,33% respectivamente. La pectina extraída y la pectina comercial cumplen con las normas establecidas tomando en cuenta que el mejor tratamiento es una muy buena opción para llegar a ser una pectina comercializada.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La investigación realizada en el presente estudio demostró que el mejor tratamiento es el que presenta las siguientes características: variedad amarilla, extractor Ac. Cítrico al 50%.
- ✓ Las pruebas de rendimiento demostraron que las dos variedades dan un porcentaje de pectina muy similares es decir no hay diferencia significativa entre las mismas, pero en el agente de extracción el que mejor rendimientos dio fue el Ac. Cítrico, aun así demostrando mediante la prueba de tukey que no hay diferencia significativa entre los agentes, pero si hay una diferencia matemática.
- ✓ Al ser comparada las dos pectinas, el mejor tratamiento frente a una pectina comercial se noto que la pectina extraída como mejor tratamiento tuvo una mejor consistencia y una gelificación más rápida que la comercial, el tiempo de gelificación obtenido en las muestras del MT. fue de entre 8 y 13 minutos, pero mediante la prueba de texturización se demostró que tienen una textura similar en su fuerza de penetración. Las muestras de mermeladas de piña y naranjilla con una formulación de 60/40 mostraron grandes diferencias organolépticas comparadas entre sí, haciendo que el sabor y olor frutal sea más atenuante en las mermeladas fabricadas con la pectina del mejor tratamiento.
- ✓ Debido a que se utilizó un proceso de extracción que no utiliza calor en la hidrólisis acida no se pudo obtener un mayor aprovechamiento de la extracción de pectina estimando los costos totales de producción en \$6,30 para 22.4 g de pectina seca.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Para futuras investigaciones se puede estudiar una diferente dosificación de los extractores para determinar si se puede obtener mejores rendimientos y usar el mismo procedimiento pero añadiéndole calor en el punto de la hidrólisis ácida y así determinar si el ácido más el calor dan un mejor rendimiento.
  
- ✓ Se recomienda buscar métodos para la reutilización del alcohol en el proceso.
  
- ✓ Estudiar una dosificación más elevada a la usada del ácido clorhídrico para determinar si se obtiene un mejor resultado.

# ANEXOS

## ANEXO 1 CUADROS DE EXTRACCIÓN POR MUESTRA.

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO CÍTRICO 50% – CÁSCARA AMARILLA (A1-B1)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 43 ml	<b>PH</b> I: 4.21 – F:2.98
400 ml de solución final / 400 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 40ml	<b>PH</b> I:4.88 – F:2.90
450 ml de solución final / 450 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 20ml	<b>PH</b> I: 4.21– F:2.95
450 ml de solución final / 450 ml de alcohol 98%		

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO CÍTRICO 50% – CÁSCARA MORADA (A2-B1)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 30 ml	<b>PH</b> I: 4.45 – F:2.96
650 ml de solución final / 650 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 40ml	<b>PH</b> I:4.47 – F:2.90
400 ml de solución final / 400 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. CÍTRICO 50%</b> 60ml	<b>PH</b> I: 4.32– F:2.98
350 ml de solución final / 350 ml de alcohol 98%		

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO FOSFÓRICO 0.5% – CÁSCARA AMARILLA (A1-B2)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 450 ml	<b>PH</b> I: 4.44 – F:2.98
700 ml de solución final / 700 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 300ml	<b>PH</b> I:4.31 – F:2.95
600 ml de solución final / 600 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 300ml	<b>PH</b> I: 4.72 – F:2.88
600 ml de solución final / 600 ml de alcohol 98%		

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO FOSFÓRICO 0.5% – CÁSCARA MORADA (A2-B2)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 450 ml	<b>PH</b> I: 4.43 – F:2.97
700 ml de solución final / 700 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 500ml	<b>PH</b> I:3.40 – F:2.94
750 ml de solución final / 750 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> 500ml	<b>AC. FOSFÓRICO 0.5%</b> 400ml	<b>PH</b> I: 3.73 – F:2.92
500 ml de solución final / 500 ml de alcohol 98%		

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.1% – CÁSCARA AMARILLA (A1-B3)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> ----	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>PH</b> I: 3.53 – F:3.53
800 ml de solución final / 800 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> ---	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>PH</b> I:3.64 – F:3.62
850 ml de solución final / 850 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> ---	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>PH</b> I: 3.84– F:3.05
850 ml de solución final / 850 ml de alcohol 98%		

<b>MUESTRAS DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 0.1% – CÁSCARA MORADA (A2-B3)</b>		
<b>MUESTRA N° 1</b>		
<b>H2O</b> ----	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>92PH</b> I: 3.91 – F:3.82
650 ml de solución final / 650 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 2</b>		
<b>H2O</b> ---	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>PH</b> I:3.48 – F:3.46
750 ml de solución final / 750 ml de alcohol 98%		
<b>MUESTRA N° 3</b>		
<b>H2O</b> ---	<b>AC. CLORHÍDRICO 0.1%</b> 1000ml	<b>PH</b> I: 3.63– F:3.63
650 ml de solución final / 650 ml de alcohol 98%		

## ANEXO 2 CUADRO DE PROMEDIOS DE RENDIMIENTO.

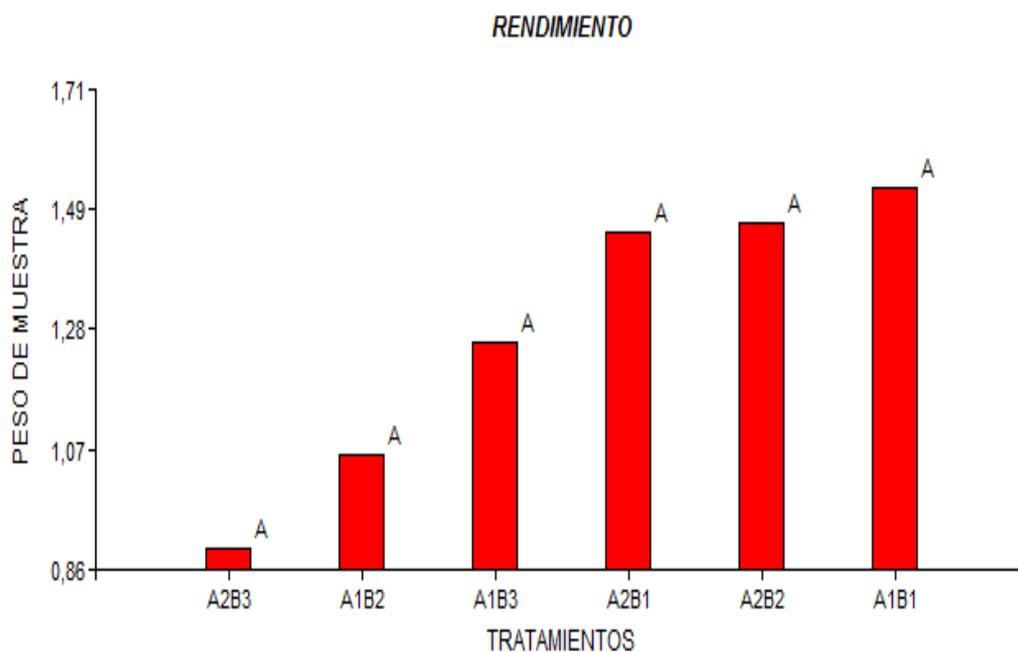
<b>RENDIMIENTO</b>				
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PESO DE MUESTRAS SECAS (g)</b>	<b>PESO DE CÁSCARAS HÚMEDAS (g)</b>	<b>% RENDIMIENTO PF/PI*100</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>T1 A1-B1</b>				
M1	6,9	227,00	3,0396	2,36417
M2	4,6	227,00	2,0264	
M3	4,6	227,00	2,0264	
<b>T2 A2-B1</b>				
M1	6,5	227,00	2,8634	2,14391
M2	4,6	227,00	2,0264	
M3	3,5	227,00	1,5419	
<b>T3 A1-B2</b>				
M1	2,5	227,00	1,1013	1,13069
M2	3,1	227,00	1,3656	
M3	2,1	227,00	0,9251	
<b>T4 A2-B2</b>				
M1	4,8	227,00	2,1145	2,18796
M2	3,6	227,00	1,5859	
M3	6,5	227,00	2,8634	
<b>T5 A1-B3</b>				
M1	2,5	227,00	1,1013	1,60059
M2	4,2	227,00	1,8502	
M3	4,2	227,00	1,8502	
<b>T6 A2-B3</b>				
M1	2,4	227,00	1,0573	0,89574
M2	3,2	227,00	1,4097	
M3	0,5	227,00	0,2203	

### ANEXO 3 MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
A2B3	0,89	3	0,14	A
A1B2	1,06	3	0,14	A
A1B3	1,26	3	0,14	A
A2B1	1,45	3	0,14	A
A2B2	1,47	3	0,14	A
A1B1	1,53	3	0,14	A

medias con una letra en común no significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANEXO 4 DMS DE LOS RESULTADOS DE RENDIMIENTO.



Medias que comparten la misma letra no difieren entre si según la prueba de tukey a  $p=0.05$

## ANEXO 5 CUADRO DE RESULTADOS DEL PROMEDIO DE GRADO DE ESTERIFICACIÓN.

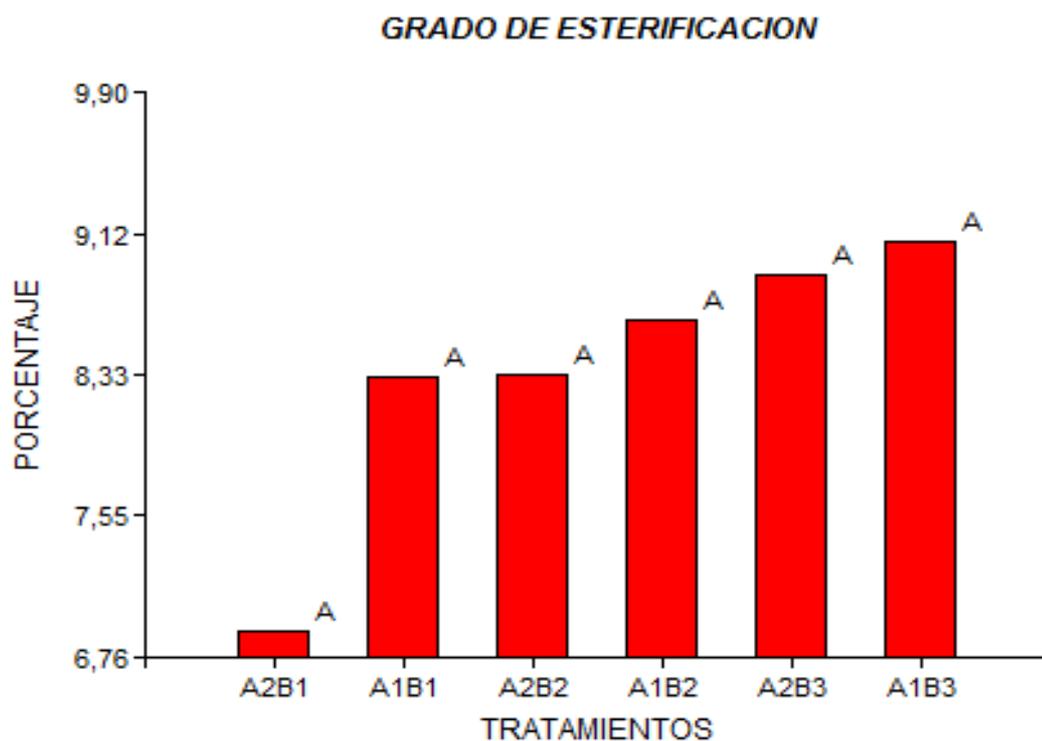
GRADO DE ESTERIFICACIÓN				
TRATAMIENTOS	A	B	DE= B/A+B*100	PROMEDIO
<b>T1 A1-B1</b>				
M1	2,7	6,1	69,3	69,6
M2	1,5	2	57,1	
M3	1,1	5,1	82,3	
<b>T2 A2-B1</b>				
M1	1,6	N.V	60,7	51,0
M2	2,1	5,7	73,1	
M3	2,1	0,5	19,2	
<b>T3 A1-B2</b>				
M1	1,0	4,3	81,1	74,8
M2	1	2,1	67,7	
M3	1,2	N.V	75,6	
<b>T4 A2-B2</b>				
M1	1,1	1,5	57,7	69,7
M2	1,1	2,8	71,8	
M3	1,2	4,7	79,7	
<b>T5 A1-B3</b>				
M1	0,4	0,8	66,7	82,8
M2	0,4	6	93,8	
M3	0,6	4,4	88,0	
<b>T6 A2-B3</b>				
M1	0,6	2,3	79,3	79,3
M2	0,7	1,6	69,6	
M3	0,9	7,2	88,9	

## ANEXO 6 MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE GRADO DE ESTERIFICACIÓN.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
A2B1	6,91	3	0,68	A
A1B1	8,32	3	0,68	A
A2B2	8,33	3	0,68	A
A1B2	8,64	3	0,68	A
A2B3	8,89	3	0,68	A
A1B3	9,08	3	0,68	A

medias con una letra en común no significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO 7 DMS DEL GRADO DE ESTERIFICACIÓN.



Medias que comparten la misma letra no difieren entre si según la prueba de tukey a  $p=0.05$

## ANEXO 8 RESULTADOS PROMEDIADOS DE LA PRUEBA DE TEXTURA.

<b>PRUEBA DE TEXTURA</b>		
FECHA DEL ANÁLISIS: 06/06/14		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>GRADO DE TEXTURIZACIÓN</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>T1 A1-B1</b>		
M1	0,03886	0,0201
M2	0,00843	
M3	0,01301	
<b>T2 A2-B1</b>		
M1	0,00466	0,04573
M2	0,12496	
M3	0,00758	
<b>T3 A1-B2</b>		
M1	0,01491	0,0244
M2	0,05346	
M3	0,00479	
<b>T4 A2-B2</b>		
M1	0,0053	0,0475
M2	0,06226	
M3	0,07494	
<b>T5 A1-B3</b>		
M1	0,01001	0,0133
M2	0,01584	
M3	0,01391	
<b>T6 A2-B3</b>		
M1	3,00524	1,5337
M2	0,06225	
M3	1,53375	

**P  
r  
e  
s  
a  
b  
e  
n  
s**

**de**

**t  
o  
x  
e  
r  
e  
m  
a  
c  
o  
n**

# Título

## Amarilla – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M1

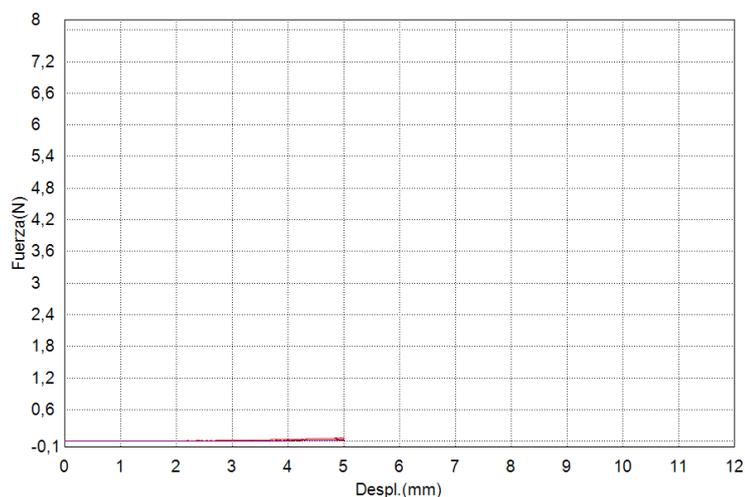
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de</b>		<b>Nombre de método de ensayo</b>	
A1-B1/M1.xtel		final.xml	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_FuerzaMax\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N	Fuerza 1 N
Unidad	N	N	mm
1	0,06183	--	0,06088
1_2	0,02488	--	0,02217
1_3	0,02988	--	0,02774
Media	0,03886	--	0,03693
Desviación			
Estándar	0,02005	--	0,02093
Máximo	0,06183	--	0,06088



# Título

## Amarilla – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M2

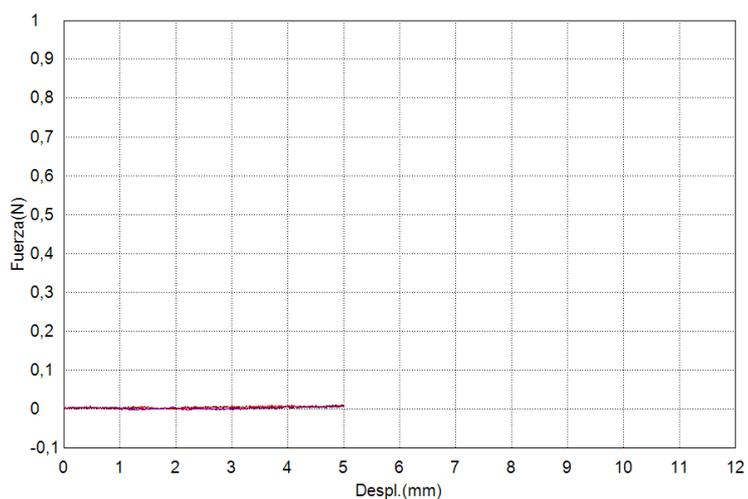
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A1-B1/M2.xtel	<b>Nombre de método de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Disp\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00898	--	0,00771	--
1_2	0,00962	--	0,00922	--
1_3	0,00668	--	0,00485	--
Media	0,00843	--	0,00726	--
Desviación				
Estándar	0,00155	--	0,00222	--
Máximo	0,00962	--	0,00922	--



# Título

## Amarilla – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M3

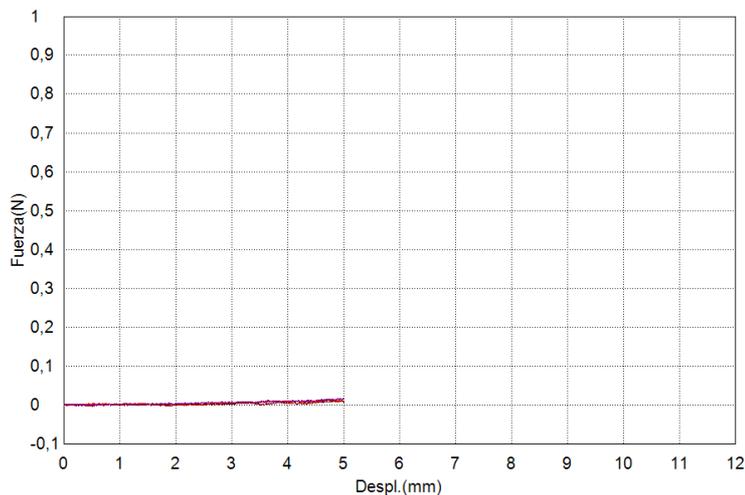
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A1-B1/M3.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,01248	-.	0,00938	-.
1_2	0,01057	-.	0,00787	-.
1_3	0,01597	-.	0,01327	-.
Media	0,01301	-.	0,01017	-.
Desviación				
Estándar	0,00274	-.	0,00279	-.
Máximo	0,01597	-.	0,01327	-.



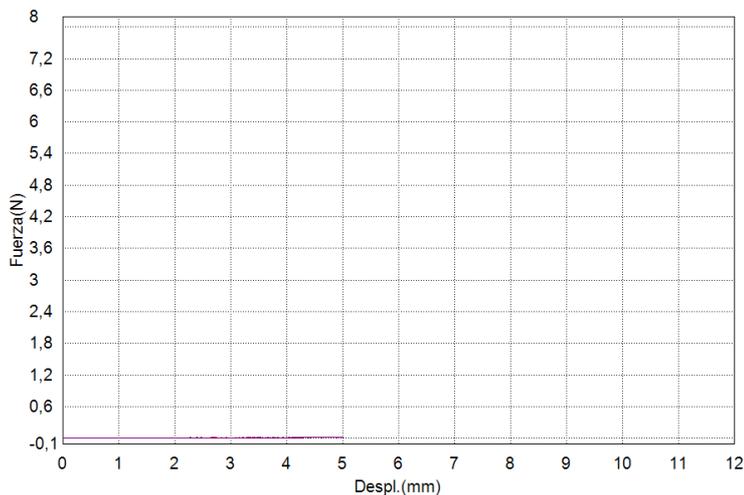
# Título

## Amarilla – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M1

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A1-B2/M1.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,01494	.-	0,01224	.-
1_2	0,01510	.-	0,01264	.-
1_3	0,01470	.-	0,01168	.-
Media	0,01491	.-	0,01219	.-
Desviación				
Estándar	0,00020	.-	0,00048	.-
Máximo	0,01510	.-	0,01264	.-

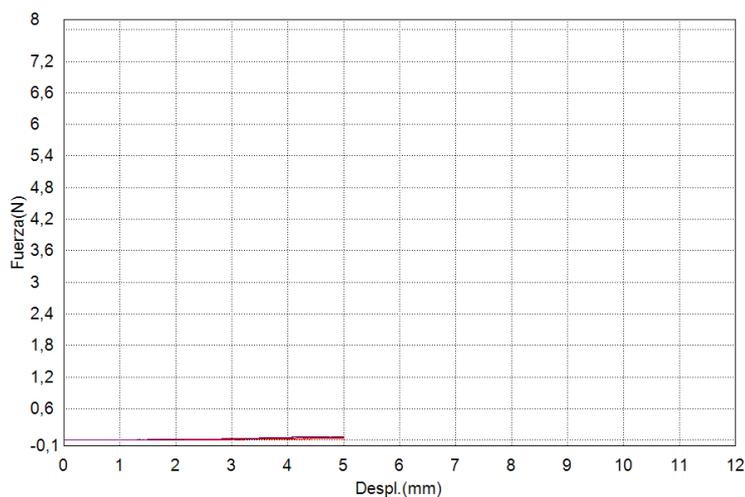


# Título

## Amarilla – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M2

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de Ensayo</b>	A1-B2/M2.xtel	<b>Nombre de método de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1_Desplazami				
Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Disp_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,04037	.-	0,04021	.-
1_2	0,04864	.-	0,04347	.-
1_3	0,07137	.-	0,06914	.-
Media	0,05346	.-	0,05094	.-
Desviación				
Estándar	0,01605	.-	0,01585	.-
Máximo	0,07137	.-	0,06914	.-



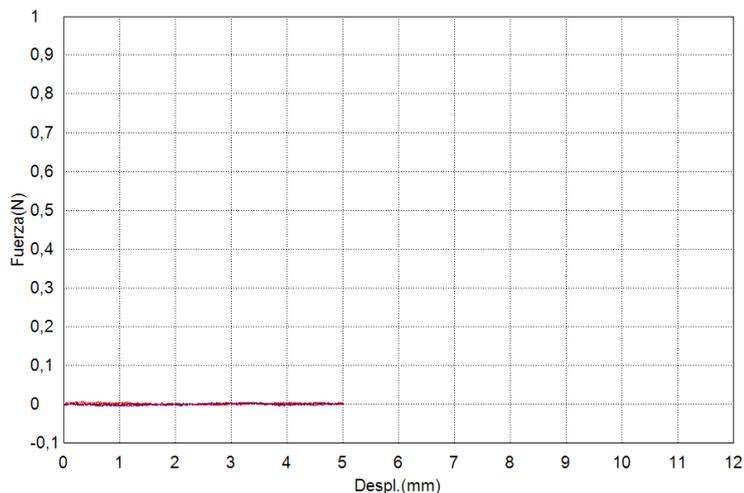
# Título

## Amarilla – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M3

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de Ensayo</b>	A1-B2/M3.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Disp_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00715	-.-	0,00175	-.-
1_2	0,00381	-.-	0,00087	-.-
1_3	0,00342	-.-	-0,0012	-.-
Media	0,00479	-.-	0,00047	-.-
Desviación				
Estándar	0,00205	-.-	0,00151	-.-
Máximo	0,00715	-.-	0,00175	-.-



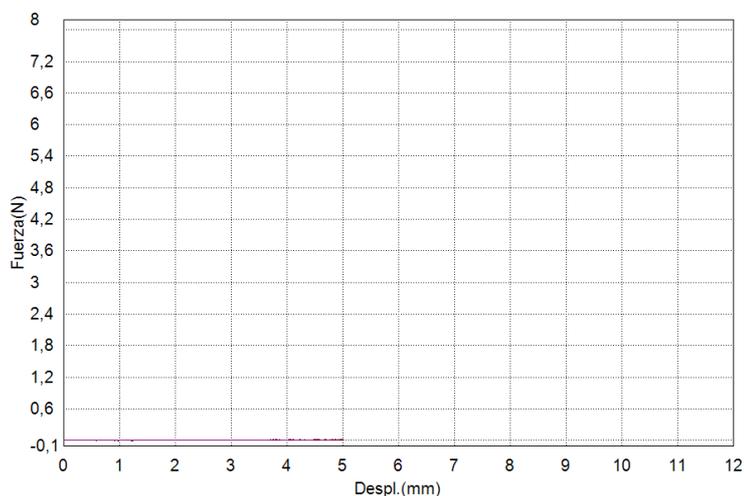
# Título

## Amarilla – HCI – M1

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de Ensayo</b>	A1-B3/M1.xtel	<b>Nombre de metodo de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00914	-.-	0,00755	-.-
1_2	0,01168	-.-	0,00890	-.-
1_3	0,00922	-.-	0,00747	-.-
Media	0,01001	-.-	0,00797	-.-
Desviación				
Estándar	0,00144	-.-	0,00080	-.-
Máximo	0,01168	-.-	0,00890	-.-



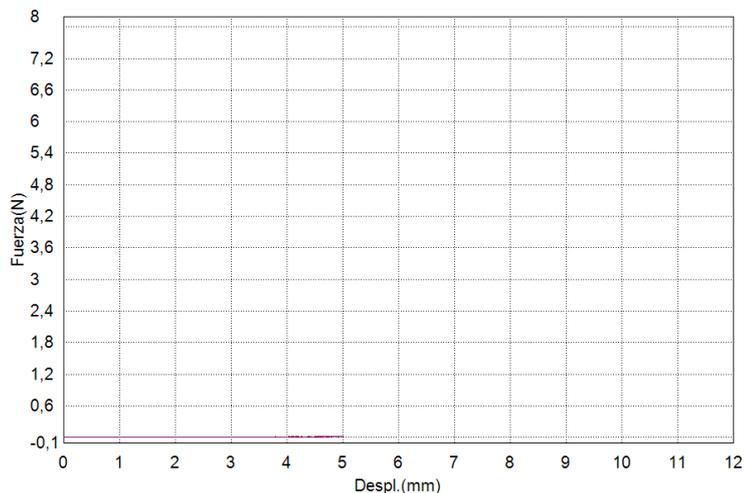
# Título

## Amarilla – HCI – M2

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A1-B3/M2.xtel	<b>Nombre de metodo de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,01574	-.-	0,01184	-.-
1_2	0,01868	-.-	0,01764	-.-
1_3	0,01311	-.-	0,01224	-.-
Media	0,01584	-.-	0,01391	-.-
Desviación				
Estándar	0,00279	-.-	0,00324	-.-
Máximo	0,01868	-.-	0,01764	-.-



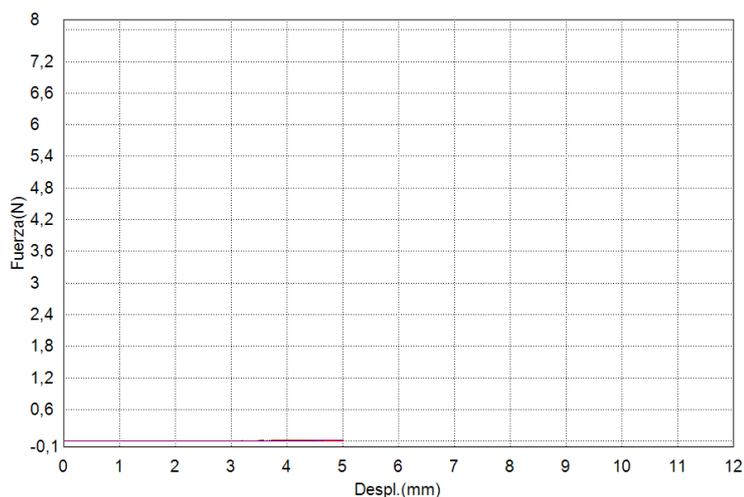
# Título

## Amarilla – HCl – M3

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A1-B3/M3.xtel	<b>Nombre de método de ensayo</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,01097	-.-	0,01025	-.-
1_2	0,01748	-.-	0,01351	-.-
1_3	0,01327	-.-	0,01105	-.-
Media	0,01391	-.-	0,01160	-.-
Desviación				
Estándar	0,00330	-.-	0,00170	-.-
Máximo	0,01748	-.-	0,01351	-.-



# Título

## Morada – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M1

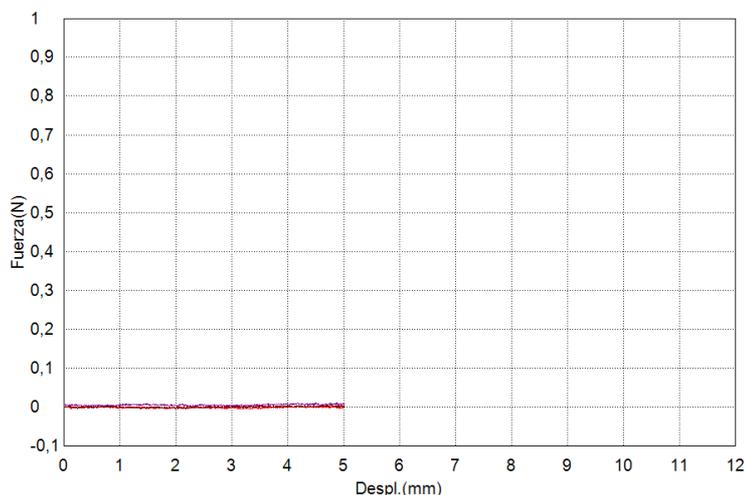
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B1/M1xtel	<b>Nombre de método de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00151	--	-0,0030	--
1_2	0,00358	--	0,00064	--
1_3	0,00890	--	0,00644	--
Media	0,00466	--	0,00136	--
Desviación				
Estándar	0,00381	--	0,00476	--
Máximo	0,00890	--	0,00644	--



# Título

## Morada – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M2

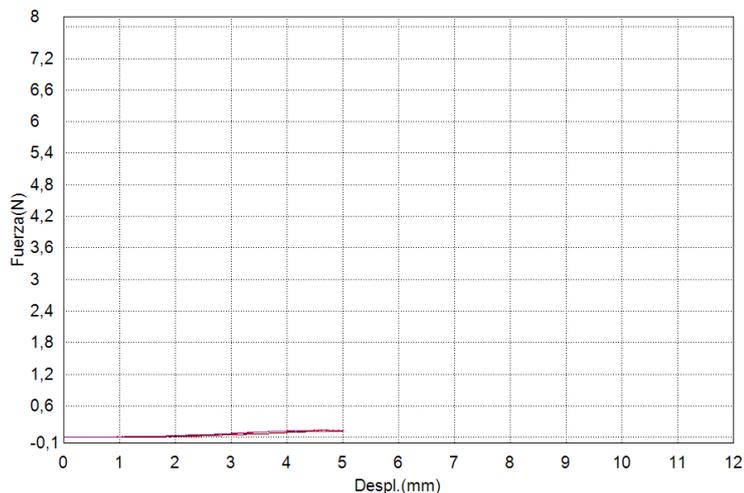
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B1/M2.M.xtel	<b>Nombre de método de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,13709	-.	0,13200	-.
1_2	0,11683	-.	0,11579	-.
1_3	0,12096	-.	0,10864	-.
Media	0,12496	-.	0,11881	-.
Desviación				
Estándar	0,01071	-.	0,01197	-.
Máximo	0,13709	-.	0,13200	-.



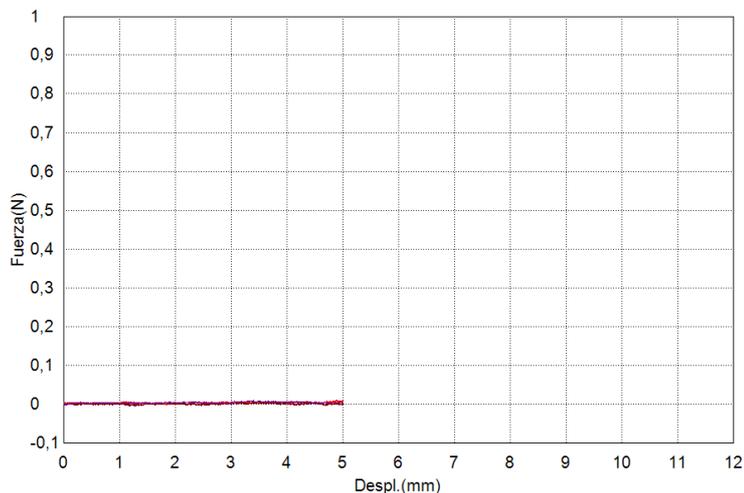
# Título

morada – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> – M3

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B1/M3.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	10mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire	Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N	Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00962	-.-	0,00588	-.-
1_2	0,00437	-.-	-0,0025	-.-
1_3	0,00874	-.-	0,00230	-.-
Media	0,00758	-.-	0,00189	-.-
Desviación				
Estándar	0,00281	-.-	0,00420	-.-
Máximo	0,00962	-.-	0,00588	-.-



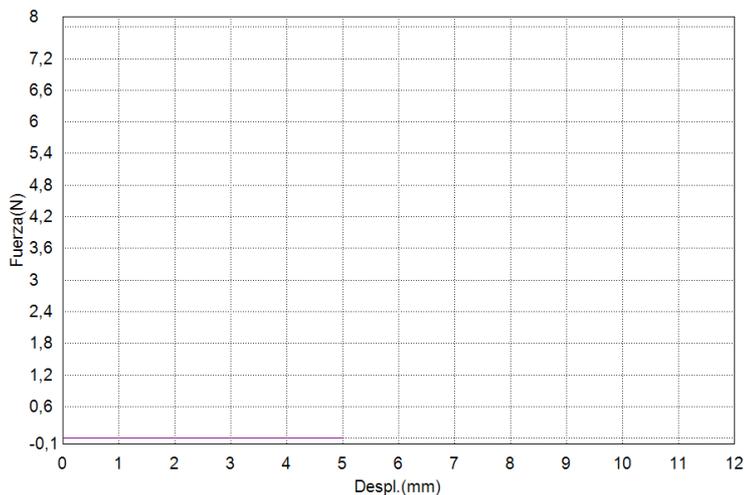
# Título

## Morada – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M1

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B2/M1.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Disp_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,00604	-.-	-0,0016	-.-
1_2	0,00525	-.-	0,00111	-.-
1_3	0,00461	-.-	0,00135	-.-
Media	0,00530	-.-	0,00029	-.-
Desviación				
Estándar	0,00072	-.-	0,00164	-.-
Máximo	0,00604	-.-	0,00135	-.-



# Título

## Morada – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M2

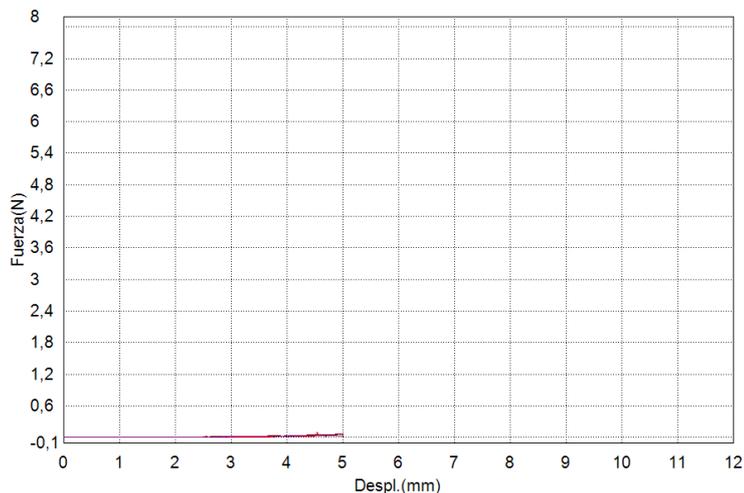
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B2/M2 .xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,08965	-.	0,03354	-.
1_2	0,05945	-.	0,05651	-.
1_3	0,03767	-.	0,03608	-.
Media	0,06226	-.	0,04204	-.
Desviación				
Estándar	0,02610	-.	0,01259	-.
Máximo	0,08965	-.	0,05651	-.



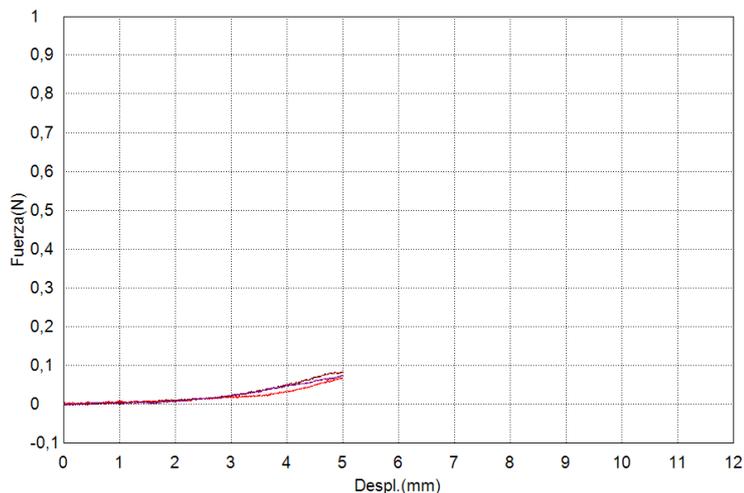
# Título

## Morada – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – M3

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B2/M3.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Disp_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,06803	-.-	0,06604	-.-
1_2	0,08297	-.-	0,08257	-.-
1_3	0,07383	-.-	0,07224	-.-
Media	0,07494	-.-	0,07362	-.-
Desviación				
Estándar	0,00753	-.-	0,00835	-.-
Máximo	0,08297	-.-	0,08257	-.-



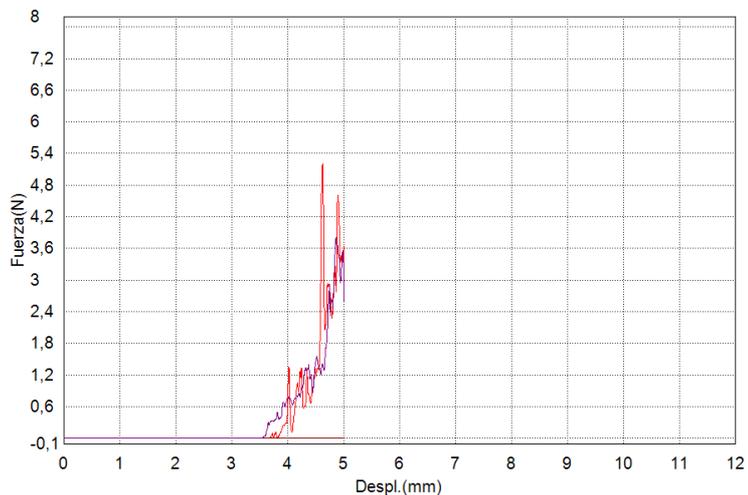
# Título

## Morada – HCI – M1

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B3/M1.xtel	<b>Nombre de método de final.xml</b>	
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc. at Entire				
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	5,20921	1,00000	3,56197	4,01259
1_2	0,00342	-.-	0,00334	-.-
1_3	3,80309	1,00000	2,60456	4,28234
Media	3,00524	1,00000	2,05662	4,14747
Desviación				
Estándar	2,69304	0,00000	1,84150	0,13488
Máximo	5,20921	1,00000	3,56197	4,28234



# Título

## Morada – HCI – M2

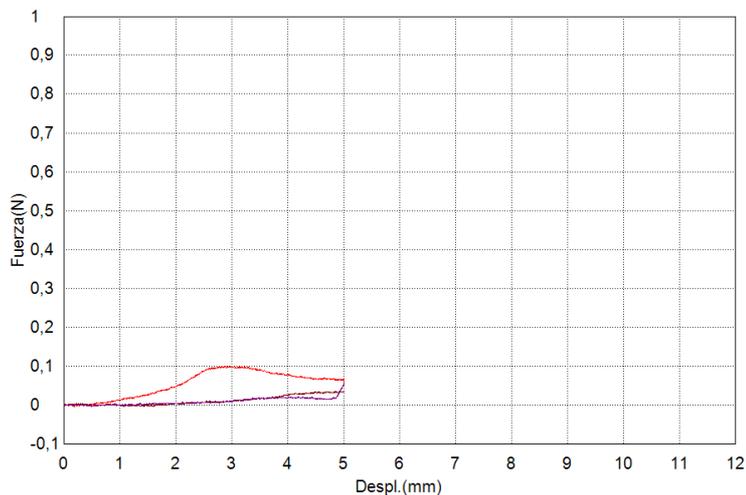
<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	A2-B3/M2.xtel	<b>Nombre de método de</b>	final.xml
<b>Fecha de informe</b>	09/06/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	09/06/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

### EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
1	0,09894	-.	0,05651	-.
1_2	0,03505	-.	0,03393	-.
1_3	0,05277	-.	0,05134	-.
Media	0,06225	-.	0,04726	-.
Desviación				
Estándar	0,03298	-.	0,01183	-.
Máximo	0,09894	-.	0,05651	-.



# Título

## Mermelada de piña con pectina comercial

### Palabra llave

Nombre de archivo de

Ensayo MERMELADA MPPC.xtel ensayo

Fecha de informe 16/10/2014

Modo de Ensayo Sencillo

Velocidad 20mm/min

Nº de partidas: 1

Nombre de producto

Nombre de metodo de

FRUTAS.xml

Fecha de ensayo 08/09/2014

Tipo de ensayo Compresión

Forma Cilíndrica

Nº de muestras: 3

EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Disp\_Fuerza ento

Calc. at Entire

Parámetros Áreas Fuerza 1 N Fuerza 1 N

Unidad N N N mm

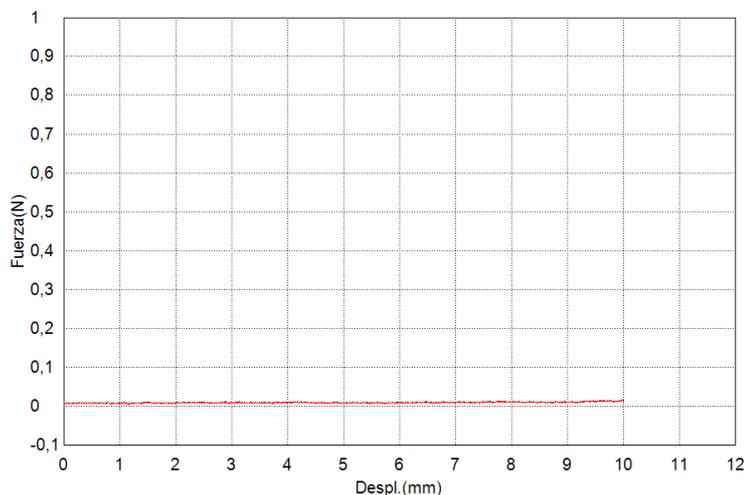
1 0,01510 -.- 0,01303 -.-

Media 0,01510 -.- 0,01303 -.-

Desviación

Estándar -.- -.- -.- -.-

Máximo 0,01510 -.- 0,01303 -.-



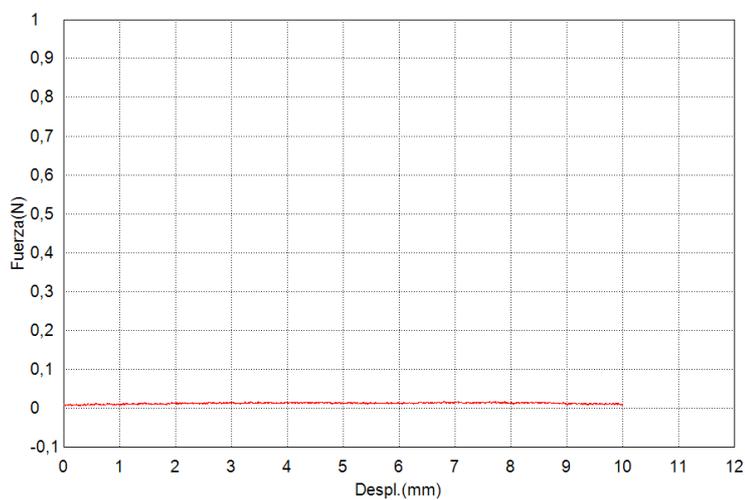
# Título

## Mermelada de piña con pectina del mejor tratamiento

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de</b>		<b>Nombre de método de</b>	
<b>Ensayo</b>	MERMELADA MPMT.xtel	<b>ensayo</b>	FRUTAS.xml
<b>Fecha de informe</b>	16/10/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	08/09/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1\_Desplazami

Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc.	at Entire			
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	N	mm
10,01645	--	0,00993	--	
Media	0,01645	--	0,00993	--
Desviación				
Estándar	--	--	--	--
Máximo	0,01645	--	0,00993	--



# Título

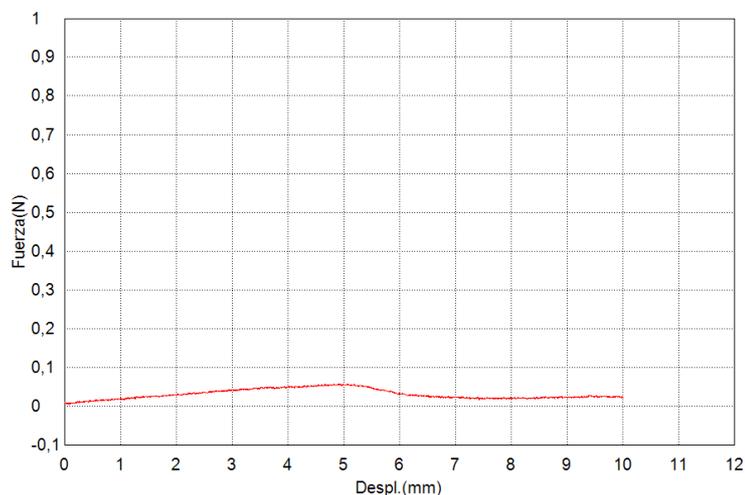
## Mermelada de naranjilla con pectina del mejor tratamiento

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	MERMELADA MN.MT.xtel	<b>Nombre de método ensayo</b>	FRUTAS.xml
<b>Fecha de informe</b>	16/10/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	08/09/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1\_Desplazami

Nombre Max.\_Fuerza Preset1\_Fuerza Max\_Displ\_Fuerza ento  
Calc. at Entire

Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	mm	
1	0,05587	--	0,02193	--
Media	0,05587	--	0,02193	--
Desviación Estándar	--	--	--	--
Máximo	0,05587	--	0,02193	--

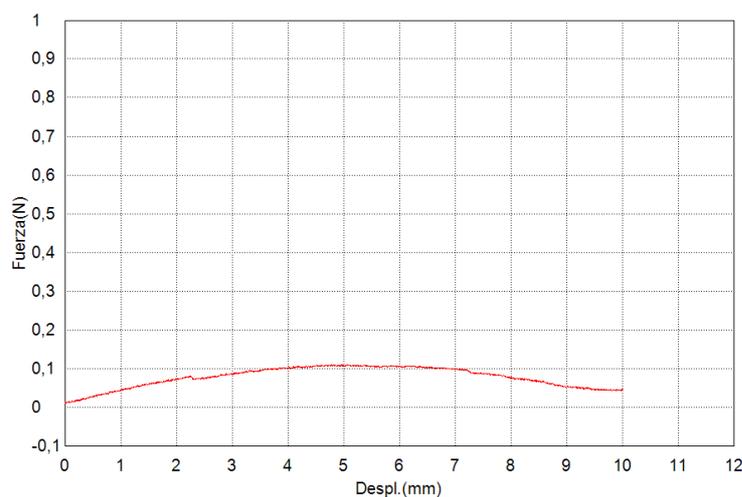


# Título

## Mermelada de piña con pectina comercial

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	MERMELADA MNPC.xtelensayo	<b>Nombre de metodo de ensayo</b>	FRUTAS.xml
<b>Fecha de informe</b>	16/10/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	08/09/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	20mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1_Desplazami					
Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento	
Calc. at Entire					
Parámetros	Áreas		Fuerza 1 N	Fuerza 1 N	
Unidad	N	N	N	mm	
1	0,10959		--	0,04474	--
Media	0,10959		--	0,04474	--
Desviación					
Estándar	--	--	--	--	--
Máximo	0,10959		--	0,04474	--

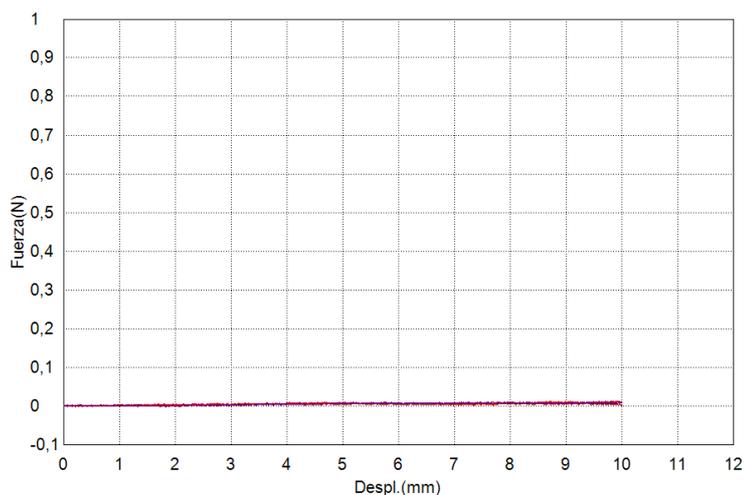


# Título

## Muestra gelificada del mejor tratamiento

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b> TRATA.xtel	MERME MEJOR	<b>Nombre de metodo de ensayo</b>	FRUTAS.xml
<b>Fecha de informe</b>	16/10/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	08/09/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b> 10mm/min	<b>Forma</b>		Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1_Desplazami				
Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc.	at Entire			
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	mm	
1	0,01272-.-	0,00954	-.-	
1_2	0,00858-.-	0,00374	-.-	
1_3	0,01105-.-	0,01001	-.-	
Media	0,01078-.-	0,00776	-.-	
Desviación				
Estándar	0,00208-.-	0,00349	-.-	
Máximo	0,01272-.-	0,01001	-.-	

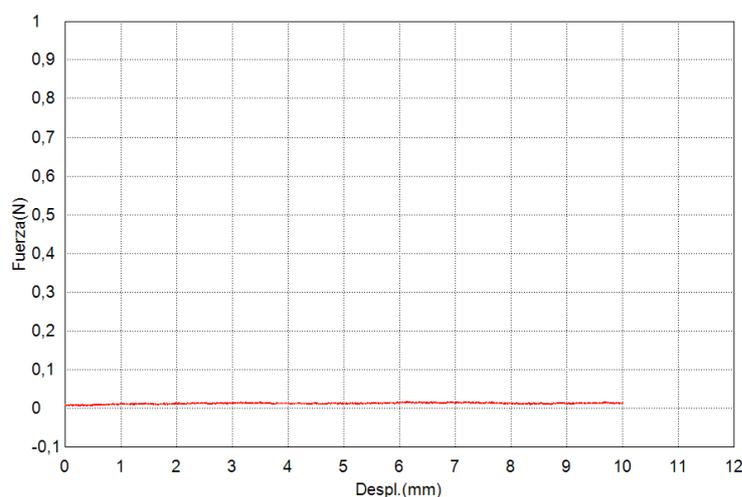


# Título

## Muestra de una mermelada comercial

<b>Palabra llave</b>		<b>Nombre de producto</b>	
<b>Nombre de archivo de ensayo</b>	COMERCIAL.xtel	<b>Nombre de método de ensayo</b>	FRUTAS.xml
<b>Fecha de informe</b>	16/10/2014	<b>Fecha de ensayo</b>	08/09/2014
<b>Modo de Ensayo</b>	Sencillo	<b>Tipo de ensayo</b>	Compresión
<b>Velocidad</b>	10mm/min	<b>Forma</b>	Cilíndrica
<b>Nº de partidas:</b>	1	<b>Nº de muestras:</b>	3

EACS1_Desplazami				
Nombre	Max._Fuerza	Preset1_Fuerza	Max_Displ_Fuerza	ento
Calc.	at Entire			
Parámetros	Áreas	Fuerza 1 N		Fuerza 1 N
Unidad	N	N	mm	
1	0,01740	0,01200	--	
Media	0,01740	0,01200	--	
Desviación				
Estándar	--	--	--	
Máximo	0,01740	0,01200	--	



S  
a  
i  
f  
a  
r  
q  
o  
t  
o  
f

del

p  
r  
o  
c  
e  
s  
o

## Selección y lavado



## Troceado (especie amarilla)



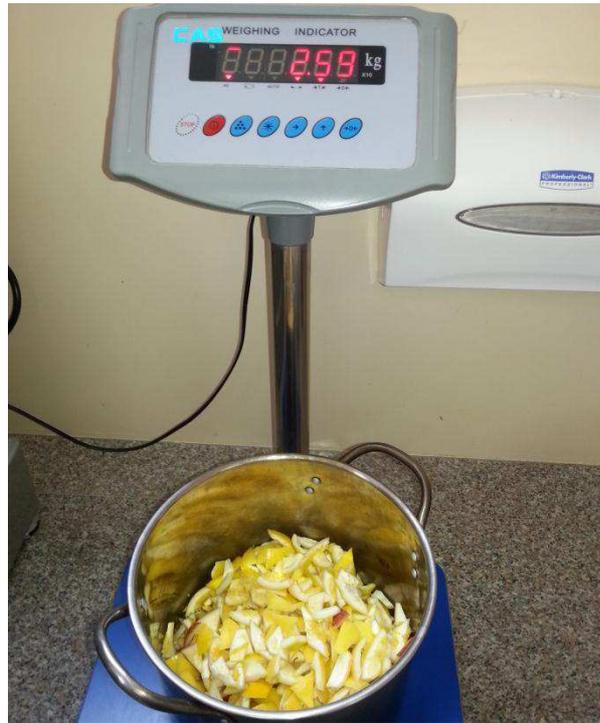
## Troceado (especie morada)



## Reducción del tamaño del troceado



## Pesado de la cáscara



## Secado de las cáscaras

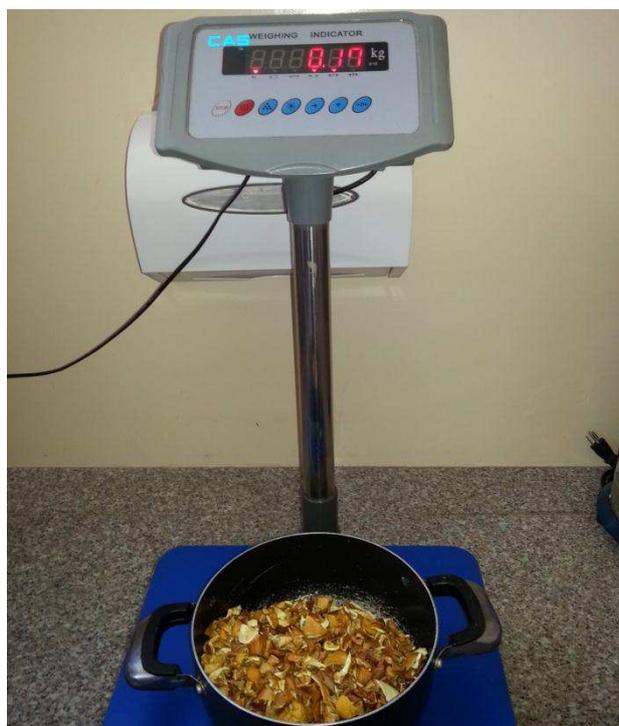




### Cáscaras secas



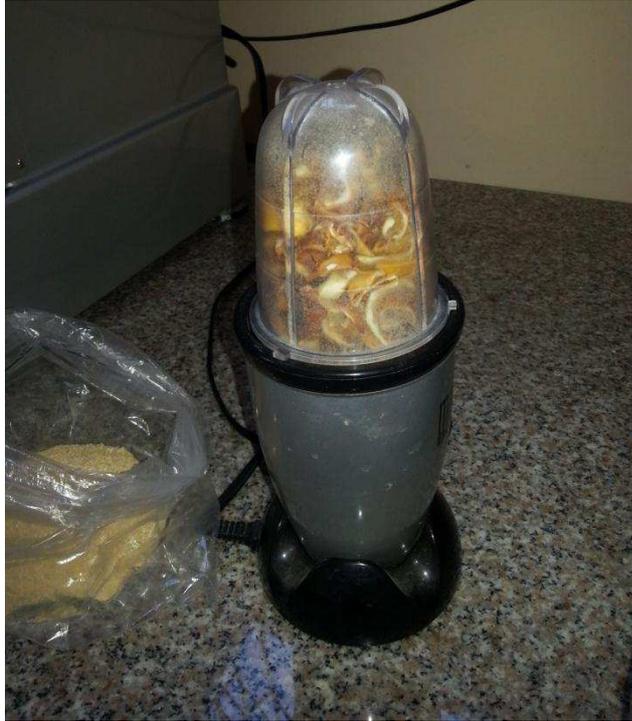
## Pesado de la cáscara seca



## Molienda de cáscaras en molino



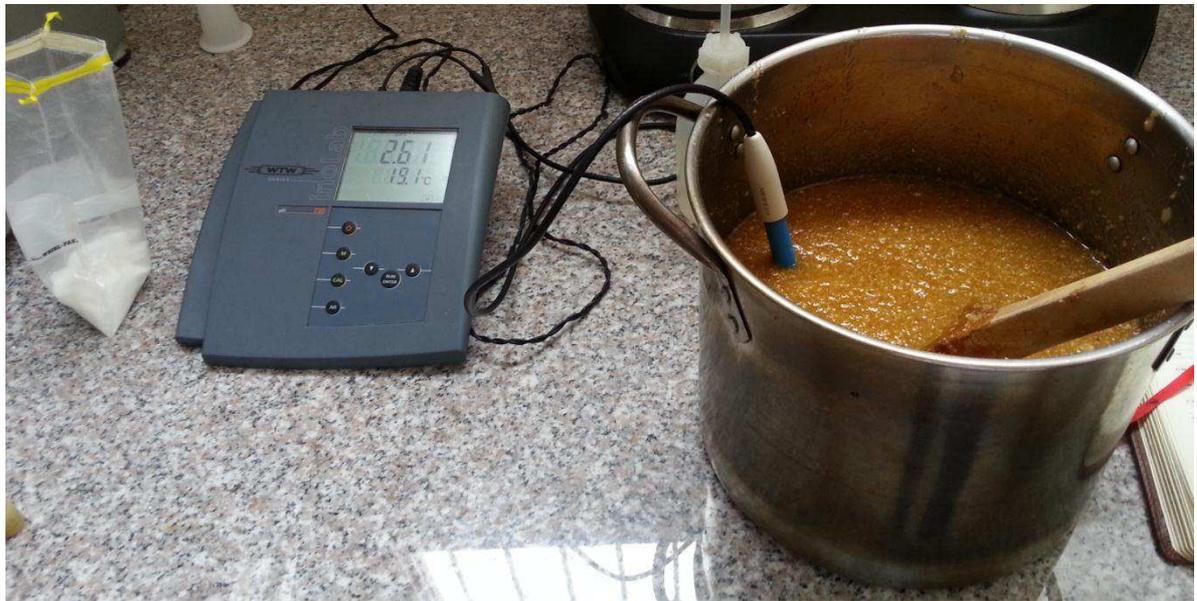
## Molienda de cáscaras en procesador de alimentos



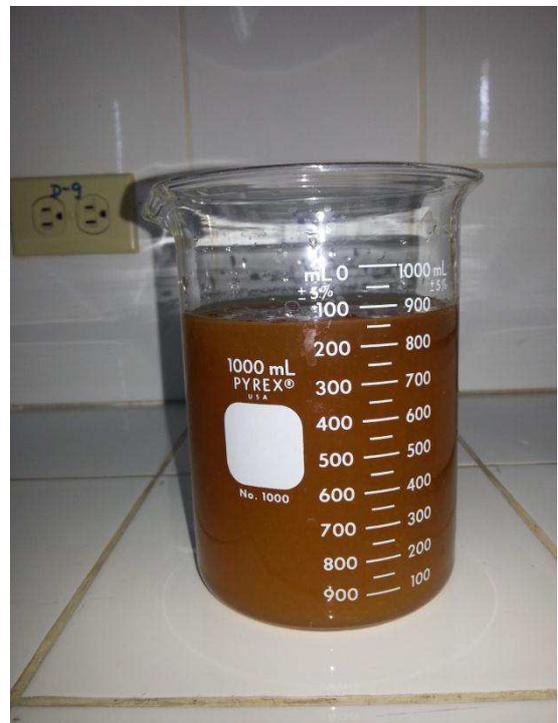
## Cáscaras molidas



## Ajuste del pH (adición de los diferentes ácidos)



## Tamizado (separación del mosto)

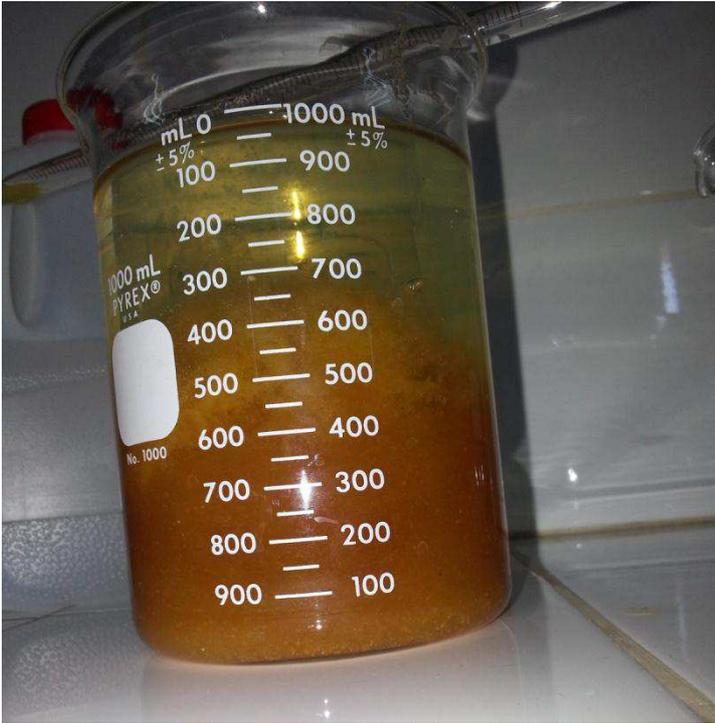


## Adición de alcohol al 90%



## Coagulación de la pectina





## Filtración de los coágulos pépticos



## Lavado de la pectina con alcohol al 60%



## Secado de la pectina a 50°C



## Pesado molienda y empacado de la pectina seca

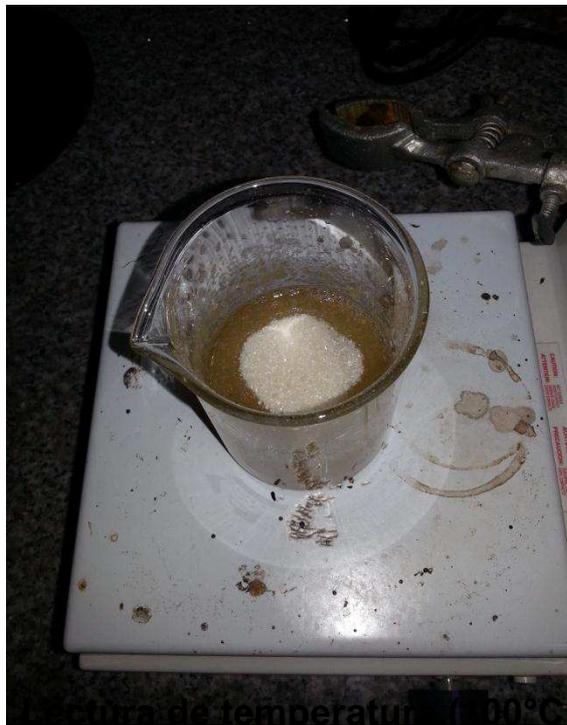


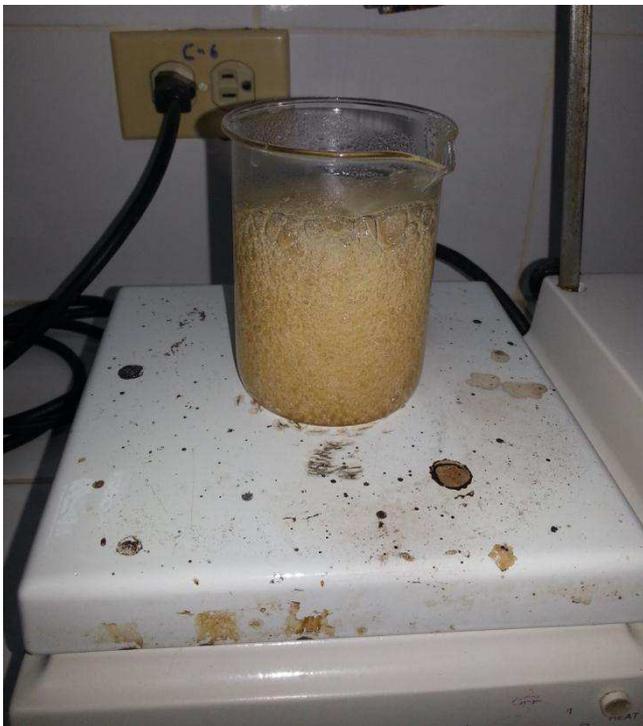
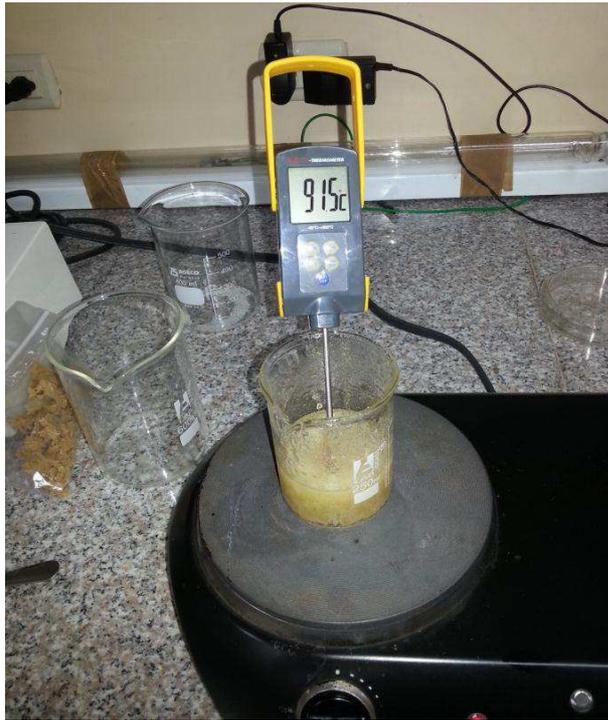
## Preparación de tratamientos para la prueba de texturización

### Homogenización de la pectina con el agitador magnético



### Adición de azúcar

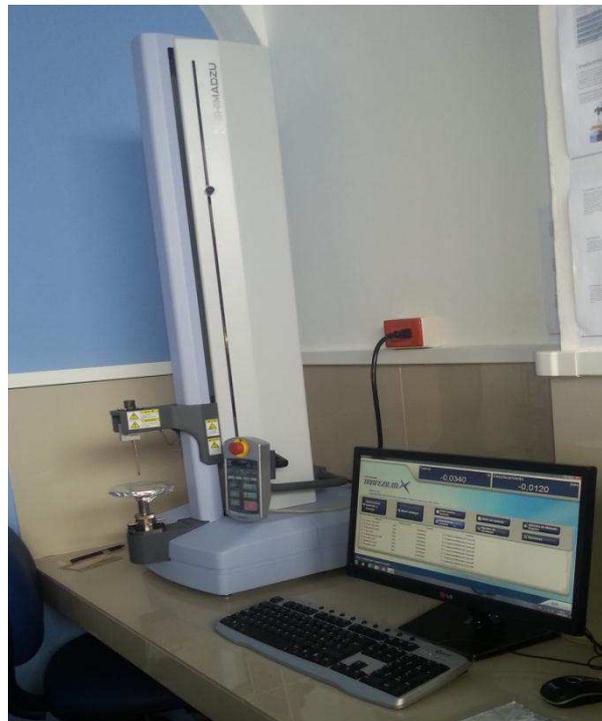




## Tratamientos



## Equipo texturizador



## Penetración del pistón para la lectura de la fuerza



## Comparación del mejor tratamiento con una mermelada del mercado



## Preparación de mermelada comparativa

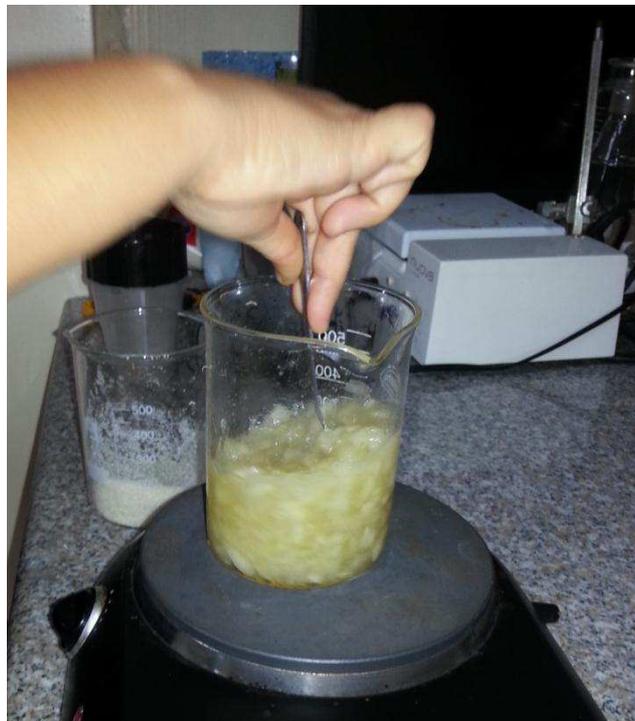


## Lavado, pelado y troceado de la fruta





**Cocción de la pulpa**



## Adición de azúcar y pectina



## Prueba de texturización a la mermelada de piña



## Prueba de texturización a la mermelada de naranjilla



## Envasado de la mermelada



## Prueba de cenizas

### Peso del crisol



### Ingreso de la muestra a la mufla





**Enfriamiento y peso de las muestras**



## BIBLIOGRAFÍA

- AgronegociosEcuador. (2014). El consumo de frutas deshidratadas crece en el país.
- Agronomía, R. d. (julio de 2005). *SciELO*, - *Scientific Electronic Library-online*.  
Obtenido de  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300004&script=sci_arttext)
- ALARCON, E. H. (2013). *TECNOLOGÍA POSCOSECHA* .
- Antal, K. s. (2010). Influence of drying on the volatile compounds of searmint (*Mentha spicata* L). Hungría .
- Arthey. (1992). *Procesado de frutas y hortalizas*. Zaragoza-España: Acribia.
- Baldwin , Dixon y Hewett, Fellman, Forney, Song, & Forney. (2002, 2000, 2007). Factors affecting apple aroma flavour volatile concentration.
- Baldwin. (2002). Fruit Flavor, volatile metabolism and consumer perception . 89 - 106.
- Barbosa. (1996). *Deshidratacion de alimentos*. México: Acribia.
- Belitz, G. (1987). *Food Chemistry*. New York: Springer Verlag.
- Belliardo, Bicchi, Cordero, Liberto, & Sgorbini. (2006). Headspace-soild- phase microextraction in the analysis of the volatile fraction of aromatic and medicinal plant. 416-29.
- Berger, & Bruckner. (2007,2008).
- bienestarmax*. (23 de 02 de 2011).
- Blog de Medicina Natural. (2013). La Piña y sus propiedades.
- Bomben , J., Briun, S., Thijssen, H., & Merson, R. (1973). Aroma recovery and retention in concentration and drying foods, in: *Advances in food Research*.
- Bristhar, I. S. (20 de octubre de 2014). *bristhar*. Obtenido de <http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html>

Bruckner. (2008). Fruit and vegetable flavour: Recent Advances and future prospects.

Bullet, B. (17 de Marzo de 2009). *scribd*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/13328882/1-Solubilidad-en-Disolventes-Organicos-y-Cristalizacion-Simple>

Cabrera Zeas, J. D. (2012). Equipos de laboratorio Clínico. *Monografías.com* .

Calvo, M. (1991). *Bioquímica de los alimentos*. Obtenido de <file:///C:/Users/natusha/Documents/pect%203%20tsis/PECTINAS.htm>

Cañizares, B. O. (2007). *Deshidratación de productos vegetales*. Venezuela.

Carlos0601. (04 de septiembre de 2013). *slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Carlos0601/tamizado>

Castillo Téllez, E. J., Heernandez, M. F., Magaña Guerrero, M., Martínez Segura, R., Meléndez Canchola, M. G., & Pablo Hernández, M. E. (2005.). *"ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA*. MEXICO D.F.

Chang-Bin, W., Sheng, L., Yu-Ge, L., Ling-Ling, L., Wen-Xiu, Y., & Guang-Ming, S. (2011). Characteristic Aroma Compounds from different pineapple parts. *Molecules* .

Christ, S. (2013). *ehowenespanol*. Obtenido de [http://www.ehowenespanol.com/listado-alimentos-contienen-pectina-lista\\_105746/](http://www.ehowenespanol.com/listado-alimentos-contienen-pectina-lista_105746/)

CIED, (. D. (2014). *PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS PARA PEQUEÑAS Y MICRO EMPRESAS AGROINDUSTRIALES*.

Clemente, E. (06 de julio de 2012). *directoalpaladar*. Obtenido de <http://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/la-pectina-que-es-y-sus-usos-en-reposteria>

CODEX ALIMENTARIUS. (1995).

Coloma Olmedo. (2008). *Estudio del efecto de deshidratación osmótica en la vida útil de los productos secos* . Guayaquil.

Corpoica. (2013). Deshidratación de frutas, una oportunidad de negocio.

Correa Hernando, E. C. (2003). *Desarrollo de una aplicación a la detección de aromas para una nariz electrónica de tipo microbalanza de cristal de cuarzo (QCM) para su adaptación de la determinación de calidad en frutas*. Madrid.

Cruz, C. J. (2009). *Estudio de Mercado para identificación de necesidades de infraestructura logística para la comercialización de jugo de cítricos en Veracruz*.

Cunningham, Barry, Schieberle, & Wyllie. (1986, 1990, 1995).

Dallos, M. P. (2010). *Passifloraceae*.

Definicionabc.com. (2013). Aromas.

Delgado, G. M. (junio de 2003). *repositorio senescyt*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/618/1/T-SENESCYT-0089.pdf>

Diban Gómez, N. (2008). *Separación en etapas de procesado de zumos de frutas y bebidas*. Santander.

Dirinck, Hulme, D., Maarse, & Reneccius. (1989,1971,1991,2006).

Dirinck, Salunkhe, & Song y Forney. (1989, 1976, 2008).

*EcuRed*. (5 de noviembre de 2014). Obtenido de [http://www.ecured.cu/index.php/Agua\\_destilada](http://www.ecured.cu/index.php/Agua_destilada)

Elizabeth, A. E., & Antonio, M. A. (2011). *EXTRACCIÓN DE PECTINA DE NOPAL (Opuntia Ficus Indica) POR MEDIO ÁCIDO APLICANDO DOS NIVELES DE TEMPERATURA, TIEMPO Y ESTADOS DE MADUREZ*. ibarra.

*Eroski Consumer*. (15 de mayo de 2006). Obtenido de [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/complementos\\_dieteticos/2004/07/22/106239.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2004/07/22/106239.php)

Es.wikipedia.org. (2013). *Ananas comosus*.

es.wikipedia.org. (2013). Cromatografía.

FAO. (14 de SEPTIEMBRE de 2014). *DEPOSITOS DE DOCUMENTOS DE LA FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/x5062s/x5062s08.htm>

Frazier, W. (2003). *Microbiología de los alimentos* (4ta ed.). zaragoza, españa: Acribia.

Freiría, Alvarez, Lorenzo, Racamonde, & Rodríguez. (1998). Aplicaciones de la técnica denominada espacio de cabeza. *Revista cubana de Química* , 2-5.

Frontera, U. d. (2007). EL refractometro. *infoexplora* .

Gicel, S. G. (2013). *LA PIÑA: Un Excelente aporte nutricional* .

Gilli, D. (18 de 05 de 2006). *universia argentina*. Obtenido de <http://noticias.universia.com.ar/en-portada/noticia/2006/05/18/370087/creo-metodo-sacar-pectina-limon.html>

Gimferrer, N. (2012). Aromas. *Coonsumer* .

Godefroot, Sandra, & Verzele. (1969). Nwe Method for Quantitative essential oil analysis.

Gomis Yagüez. (2008). Cromatografía: Principios Generales.

Harmon, & Marsili. (1997). Soild- phase microextraction for the analysis of flavors.

Herbotecnia.com.ar. (2013). Secado de hierbas naturales y medicinales - métodos.

Hortalizas, C. d. (lunes de agosto de 2009). Obtenido de <http://lasfrutasderubi.blogspot.com/2009/08/obtencion-de-pectinas.html>

Innovacion Académica, D. N. (2014). *Dirección Nacional de Innovación Académica*. Obtenido de universidad nacional de colombia: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obmerm/p3.htm>

*instrumentos de laboratorio*. (21 de octubre de 2014). Obtenido de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Noa7tD\\_0-I0J:www.instrumentosdelaboratorio.net/2012/08/vaso-de-precipitado.html+&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Noa7tD_0-I0J:www.instrumentosdelaboratorio.net/2012/08/vaso-de-precipitado.html+&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

Jacome, B. (2003). *Mnual de funcionamiento y mantenimiento del Deshidratador de gabinete con flujo de aire horizontal, para practicas de laboratorio en la Universidad Tecnológica Equinoccial. Estudio de caso:ajo,Hojas de apio y manzana*. Ecuador.

Jara Córdova , J. X. (2011). *Obtención de productos deshidratados de naranjilla utilizando procesos térmicos de secado con aire forzado*. Riobamba.

Kader. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops . Resources Publication , 535.*

La casa del té. (2013). *Beneficios de la fruta deshidratada.*

*La linaza.* (29 de julio de 2014). Obtenido de <http://lalinaza.com/wp/la-pectina.htm>

Labhut. (2013). *What is GC headspace.*

Leon, M. A. (2008 ). *ESTUDIO SOBRE LA GELIFICACIÓN EN LA COCINA ECUATORIANA Y PROPUESTA GASTRONÓMICA.* quito.

López Valle, J. C., & Tamayo Bermeo, L. E. (2013). *“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA GLUCOSA EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE MANDARINA (Citrus reticulada) Y SAMBO.* Guaranda.

Lopez, w. (2010). *profesor en linea.*

maracuya, f. d. (jueves, 2 de diciembre de 2010). Obtenido de <http://maracuya-pulpa.blogspot.com/2010/12/cultivo-del-maracuya.html>

Mastrocola, Severini, & Lerici. (1989). *Colorimetric control of enzymatic browning in fruit and vegetables.* Londres.

Matos, & Carbonell. (1990). *Análisis de la fracción aromática de los alimentos .*

Medrano Carvajal, S. A. (2010). *Obtención de deshidratados de Borjón Copazú mediante procesos térmicos de secado con aire forzado.* Quito.

Méndez, Á. (15 de octubre de 2013). *La guía química.* Obtenido de <http://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/esterificacion>

Menoza Olivares, D., & Amezquita, F. (2008). *Taller básico de cromatografía de gases.*

Mora, G. J. (16 de 01 de 2007). *mailxmail.* Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-cocina-conservas-saladas-dulces/pectina>

Morales, Aparicio, & Alonzo. (1998). *Analysis of virgin olive oil aroma SFE-GC-MS .*

Morales, Aparicio, & Guitérrez. (1992). Técnicas de aislamiento y concentración de volátiles de aceites vegetales. *Grasas y Aceites* , 164- 73.

Morcillo, J. (1989). *Temas básicos de química (2ª edición)*.

Morrison, Lyon, & Robertson. (1981). Correlation of gas liquid chromatographic volatiles with flavor intensity scores of stored sunflower oils.

Muñoz, R. (1972). *Ensayo con tres programas de secado artificial en cinco especies nativas latifoliadas*. Chile.

Natsu, M. (25 de enero de 2011). *es.scribd*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/47542924/Pectina>

ocw.usal.es . (2013). *Los métodos cromatográficos*.

Ofelia, G. M., C, P. P., & V, T. T. "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA EN TRES ESPECIES DEL.

Ortega, A. J. ( 2001). *PROYECTO DE PLANTA DE ELABORACIÓN DE CREPES DULCESEN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALBOLOTE (GRANADA)*.

pce-iberica. (14 de septiembre de 2014). Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-optico/brixometro-pce-oe.htm>

Peralvo, D. (2010). Cultivo de piña con perspectivas para mercado internacional. *Agrytec* .

Perry Robert O, D. W. (2001). *Manual del ingeniero químico*. Madrid.

Proecuador. (s.f.). Frutas no tradicionales.

Proecuador.gov.ec. (2013). Perfil de la Piña .

QUEVEDO, D. A. (2006). *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCION Y EXPORTACION*.

*Quimica.es*. (11 de Octubre de 2014). Obtenido de [http://www.quimica.es/enciclopedia/%C3%81cido\\_galactur%C3%B3nico.html](http://www.quimica.es/enciclopedia/%C3%81cido_galactur%C3%B3nico.html)

R D´Addosio, G. P. (julio de 2005). *scielo*. Obtenido de Revista de la Facultad de Agronomía:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182005000300004&script=sci_arttext)

Raschieri. (1998). *Desecación de los productos vegetales* (1era ed.). Barcelona - España: Reverté S.A.

Real Academia Española. (2014).

Rodríguez, F. (24 de diciembre de 2007). *quimica.es*. Obtenido de <http://www.quimica.es/enciclopedia/Prote%C3%ADna.html>

Santiago, C. C. (2011). *EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA PITAHAYA (Cereus triangularis Haw) Y SU INCIDENCIA EN LA BAJA OFERTA DE PRODUCTOS EN EL MERCADO LOCAL*.

Shaw, P., Lebrun, M., Ducamp, M. N., Jordan, M., & Goodner, K. (2000). Pineapple juice concentrated by osotic evaporation.

Skedit.com. (2014). Propiedades de la fruta deshidratada . *Skedit* .

Song, & Forney. (2008). Flavour volatile production and regulation in apple fruit stewart postharvest.

Strong Site, M. (26 de 08 de 2009). *MM STRONGsite*. Obtenido de <http://www.masmusculo.com.es/wiki/pectina-de-manzana/>

Sulc. (1984). Fruit juice concentration and aroma separation. 258-318.

Sulc. (1984). Fruit juice concentration and aroma separation.

SWANSON. (2001). *Drying Fruits and vegetables* (2da ed.). USA: A Pacific Northwest Extension.

Takeoka, Buttery, Teranishi, Flath, & Gunter. (1989). Identification of additional pineapple volatiles.

TERRANOVA. (1995). *Ingeniería y Agroindustria* (1era ed.). Colombia: Terranova.

Tokitomo, Y., Steinhaus, M., Buttner, A., & Schieberle, P. (2005). Odor-Active Constituents in fresh pineapple (*Ananas comosus*) by quantitative and sensory evaluation. *Biosi* .

Tonguino Borja, M. (2010). *Determinación de la condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas romáticas, Menta y oégano*. Ibarra.

Treybal. (1986). *Operaciones de transferencia de masa*. New York: McGraw-hill.

Vida ok. (26 de AGOSTO de 2011). *Bueno saber*. Obtenido de <http://buenosaber.blogspot.com/2011/08/tablas-de-cortar-funciones-tipos.html>

Villacis, C. V. (2012). *ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN ELABORADO ALIMENTICIO CON NONI*.

Virutal.unal.edu.co. (2006). Pocesamiento y conservación de alimentos. *Universidad Nacional de Colombia* .

Vitality4life.es. (2013). Excalibur Deshidratador de comida de 9 bandejas.

*wikipedia*. (26 de agosto de 2014). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Gel>

*wikipedia*. (2014). *wikipedia* . Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Passiflora\\_edulis](http://es.wikipedia.org/wiki/Passiflora_edulis)

Y.H.HUI, & Nimalk Sinha. (2010). *Handbook of fruit and vegetables proccesing*. Iowa -USA: Wiley Blackwell.

Yueming, J., & Song, J. (2010). Fruits and fruits flavors: Classification and biological characterization. En H. H.-N. Y, *Handbook of fruit and vegetable flavord* (págs. 10-14). China: Wiley Blackwell.