



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCION AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**“ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA
OBTENCIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*)
EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR”**

AUTOR

FRANKLIN NELSON SANTI LOOR

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Qco. Iván Patricio Viteri García, MSc.

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**“ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA
OBTENCIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN
LA PARROQUIA PATRICIA PILAR”**

AUTOR:

Franklin Nelson Santi Loor

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Qco. Iván Patricio Viteri García, Ms.Sc.

Quevedo – Los Ríos –Ecuador

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TRIBUNAL DE TESIS

Presentando al Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial:

APROBADO:

Ing. Flor Marina Fon Fay, MSc.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Sonia Barzola Miranda, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Héctor Vargas Ramírez, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

Yo, **FRANKLIN NELSON SANTI LOOR**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que incluyo en este documento.

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

Sr. Franklin Nelson Santi Loor



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

El suscrito, **MSc. Iván Viteri García**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante FRANKLIN NELSON SANTI LOOR, con Cedula número 1720327020 de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, realizo la Tesis de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada “**ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTECIÓN DE CHIPAS DEL LÀTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR**”, bajo mi tutoría habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
MSc. Iván Viteri García

DIRECTOR DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

La suscrita, **MSc. Flor Marina Fon Fay**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, presidente del tribunal de Tesis del estudiante FRANKLIN NELSON SANTI LOOR, con cedula número 1720327020 de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada “**ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTECIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR**”, certifica que se ha realizado las respectivas revisiones y correcciones, dando así la aprobación de dicho trabajo.

.....
MSc. Flor Marina Fon Fay.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

La suscrita, **MSc Sonia Barzola Miranda**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, miembro del tribunal de Tesis del estudiante FRANKLIN NELSON SANTI LOOR, con cedula número 1720327020 de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada “**ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTECIÓN DE CHIPAS DEL LÀTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR**”, certifica que se ha realizado las respectivas revisiones y correcciones, dando así la aprobación de dicho trabajo.

.....
MSc. Sonia Barzola Miranda.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

El suscrito, **MSc. Héctor Vargas Ramírez**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, miembro del tribunal de Tesis del estudiante FRANKLIN NELSON SANTI LOOR, con cedula número 1720327020 de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada “**ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTECIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR**”, certifico que se ha realizado las respectivas revisiones y correcciones, dando así la aprobación de dicho trabajo.

.....

MSc. Héctor Vargas Ramírez.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Para el Desarrollo Agroindustrial



CERTIFICACIÓN.

El suscrito, **Lcdo. Segundo Cabrera Vargas**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, encargado de la Redacción Técnica de Tesis del Estudiante FRANKLIN NELSON SANTI LOOR, con cedula número 1720327020 de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada “**ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTENCIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR**”, certifico que se ha realizado las respectivas revisiones y correcciones, dando así la aprobación de dicho trabajo.

.....
Lcdo. Segundo Cabrera Vargas

DOCENTE UTEQ

DEDICATORIA

Primero a Dios por las bendiciones hacia mi familia, a mis padres Federico Santi Aranda y Narcisa Loo Macías que con amor infinito y sin recibir nada a cambio me brindaron todo su apoyo desde el día que nací y sembraron en mí la necesidad de superación personal y profesional gracias a sus consejos y valores inculcados, dos personas que hasta el día de hoy velan por mi salud, formación y bienestar, que solo piensan en luchar cada día para dar lo mejor a sus hijos, sacrificando y agotando hasta sus últimas fuerzas cada día para ver a los suyos triunfar. Ellos han sido las personas que nunca me han dado la espalda en los momentos adversos, es seguro que siempre estarán en mi vida y corazón.

A mi esposa Jael de Santi que gracias a su amor, paciencia y soporte indudable ha sido mi ayuda idónea, con quien comparto cada día para ser mejor esposo, padre e hijo, cuidándonos uno del otro por amor, a ella que siempre ha estado pendiente de mí dedico parte de este trabajo.

A mi hija Francheska Valentina Santi Medina que con su tierna mirada de amor profundo ha hecho que este logro sea una realidad, una vida que vi nacer un amor que no termina, dedico parte de este trabajo para que tome como un ejemplo a seguir tumbando barreras para llegar a la meta.

A mis hermanos Moisés, Johnny, Alex, Edwin, Luis, y mi primo Juan Carlos dedico una parte de este trabajo ya que con su ayuda incondicional me supieron levantar y guiar de los días de sacrificio y estudio para poder llegar a mis metas, mis hermanos menores Johnny y Alex tomen como un ejemplo a seguir y más adelante también sientan la misma satisfacción y orgullo que ahora siento yo.

A mis sobrinos Frederick y Sebastián que con sus risas y gestos hicieron que mis días de sacrificio fueran más gratos a ellos dedico parte de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su gran misericordia, por brindarme esa luz y poner sabiduría cada día, llenándome de bendiciones sin merecerlos.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que como institución me acogió y abrió sus puertas durante 5 años, para poder formarme integralmente como un profesional con carácter y liderazgo.

A la Ing. Flor Marina Fon Fay quien estuvo al principio de este tema, encaminándome por el camino correcto, pilar importante de esta investigación aplicando su conocimiento como profesional.

Al Ing. Ángel Fernández quien me dirigió mi trabajo de investigación brindándome su amistad y tiempo, hasta el último momento de este trabajo.

Al Ing. Iván Viteri, Director de Tesis que colaboró en la culminación de mi trabajo brindándome su conocimiento como químico.

Al Ing. Byron Oviedo gracias a sus consejos y apoyo constante dio seguridad y equilibrio a la culminación de esta investigación.

A todos y a cada uno de los Docentes, que con su paciencia y dedicación profesional me brindaron desinteresadamente sus conocimientos académicos, inculcando la honestidad, y responsabilidad y en especial su amistad.

A mis compañeros con quienes se forjaron una sincera amistad de cinco años compartiendo el mismo sueño de ser profesionales.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación (ACTIVIDAD DEL pH DE LA SOLUCIÓN DE ACIDO ORGÁNICO EN LA OBTENCIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis*) EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR). Se realizó teniendo en cuenta el consumo considerable de ácido fórmico en la coagulación del látex de caucho, el cual es un contaminante para los seres vivos y el medio ambiente, substituyendo el ácido fórmico por ácido cítrico extraído del limón que está al alcance de los productores y heveicultores.

En este trabajo se planteó un diseño completamente al azar en arreglo factorial AxB (2x2) con 4 repeticiones por tratamientos siendo el factor A: a1; pH 2.1 y a2; pH 2.6 y el factor B: b1; 8% y b2; 12%.

En esta investigación se desea saber la influencia del pH y los porcentajes de ácido cítrico en la coagulación del látex del caucho por medio de análisis reológicos como: plasticidad, índice de retención de plasticidad y viscosidad.

Para evaluar los factores de estudio y sus respectivos niveles se ejecuto la prueba de rangos múltiples de tukey al 5%. Observando que el tratamiento con mayor contenido de plasticidad, PRI (Índice de retención de plasticidad) y viscosidad es el tratamiento 2, es decir el nivel de pH; 2.1 utilizando un porcentaje de solución del 12%. Dando como resultado el 41.45 de plasticidad, 68.58% de PRI y 100.65 de viscosidad.

La presente investigación se realizó en la finca "Tres Hermanos," ubicada en el km 6 ½ vía el moral en la Parroquia Patricia Pilar.

Las respuestas experimentales de los análisis reológicos fueron realizadas en la Erco Continental por medio de la empresa Agicom quien se dedica al fomento del cultivo de caucho.

ABSTRACT

The present research (pH ACTIVITY OF ORGANIC ACID SOLUTION IN OBTAINING SPARKS RUBBER LATEX (Heveabrasiliensis) PATRICIA PILAR COUNTY) was performed taking into account the considerable consumption of formic acid coagulation of rubber latex, which is a pollutant for human beings and the environment, replacing the formic acid with citric acid extracted from lemons that are available to producers and heveicultores.

This paper proposed a completely randomized design in factorial arrangement AxB (2x2) with 4 replicates per treatment being the factor A: a1, a2 pH2.1y ; pH2.6 and factor B: b1 , b2 8% , 12 % .

In this research we want to know the influence of pH and the percentage of citric acid in the coagulation of rubber latex through rheological analysis as plasticity, plasticity retention index and viscosity.

To evaluate the study factors and their respective levels a multiple range test was executed Tukey 5%. Noting that the treatment with a higher content of plasticity, PRI (Plasticity Retention Index) and viscosity is treatment 2 in the pH level, a percentage of 2.1 using 12% solution. The resulting plasticity of 41.45, 68.58% of PRI and 100.65 of viscosity.

This research was conducted in "Finca Tres Hermanos" located in the 6 ½ km via "El Moral" in the Patricia Pilar County.

The experimental responses of the rheological analyzes were performed on the Erco Continental through the Agicom Company, who are dedicated to promoting the cultivation of rubber.

ÍNDICE

PORTADA	i
CONTRAPORTADA.....	ii
TRIBUNAL DE TESIS.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	v
CERTIFICACIÓN DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.....	vi
CERTIFICACION DEL MIEMBRO DEL TRIBUNAL.....	vii
CERTIFICACION DEL MIEMBRO DEL TRIBUNAL.....	viii
CERTIFICACION DE REDACCION TÉCNICA.....	xix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
ABTRACT.....	xiii
ÍNDICE.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
 CAPÍTULO I	 1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION	1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General:	5
1.3. Hipótesis	6
 CAPÍTULO II	 7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Fundamento Teórico.....	8

2.1.1. Generalidades del Caucho.	8
2.1.1.1. Características y Propiedades del Látex.....	11
2.3. Características y Propiedades del Caucho Natural.....	12
2.3.1.7. Recolección del Látex.	14
2.4.1.5. Almacenamiento.	16
2.6.1.2. Aplicaciones.....	23
 CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Materiales y Métodos.....	29
3.1.1. Materiales y Equipo	29
3.1.1.1Utensilios de campo.....	29
3.1.1.2. Materia Prima e Insumos:	29
3.1.1.3. Materiales de Oficina	29
3.1.1.4. Métodos	30
3.1.1.5. Métodos Analítico	30
3.1.1.6. Método experimental	30
3.3.1.1. Combinación de los tratamientos para la obtención de chipas	32
3.3.1.2. Análisis de varianza para el DCA en arreglo factorial AXB	32
3.4. Características del experimento.....	32
3.4.1. Mediciones de campo	32
3.4.1.1. Manejo Específico del Experimento	33
3.5. Flujo gramas del experimento obtención de chipas	35
3.6. Diagrama cuantitativo de la actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de Chipas del látex del caucho	37
3.6.1. Balance de materia de la actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de Chipas del látex del caucho a nivel de laboratorio.	39
3.6.1.1 Balance de materia de recepción 1 (látex).....	39
3.6.1.2 Balance de materia de recepción 2 (ácido orgánico-limón).....	40
3.6.1.3 Balance de materia de lavado 1 (ácido orgánico-limón).....	40
3.6.1.4 Balance de materia de extracción	42
3.6.1.5 Balance de materia de potenciómetro	43

3.6.1.6	Balance de materia de estandarización	44
3.6.1.7	Balance de materia de coagulación	45
3.6.1.8	Balance de materia de recolección.....	46
3.6.1.9	Balance de materia de corte.....	47
3.6.2	Balance de materia de triturado 1.....	48
3.6.2.1	Balance de materia de lavado	49
3.6.2.2	Balance de materia de triturado 2.....	50
3.6.2.3	Balance de materia de secado.....	52
3.6.2.4	Balance de materia de empacado	53
3.6.2.5	Balance de materia de almacenado	54
3.7	Presupuesto.....	55
CAPÍTULO IV		56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		56
4.1.	Resultados.....	57
4.1.1.	ANALISIS DE LA PLASTICIDAD	58
4.1.1.1.	ANALISIS DE PRI (Índice de retención de plasticidad)	60
4.1.1.2.	ANALISIS DE VISCOSIDAD.....	62
4.2.	Discusión.	65
CAPÍTULO V		66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		66
5.1	Conclusiones	67
5.2	Recomendaciones	68
CAPÍTULO VI		69
BIBLIOGRAFÍA.....		69
6.1	Literatura Citada	70
CAPÍTULO VII		73
ANEXOS.....		73

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Composición típica del caucho natural	9
Tabla N° 2. Variación de los diversos constituyentes del látex.....	11
Tabla N° 3. Factores de estudios	31
Tabla N° 4. Formulación de los tratamientos.....	32
Tabla N° 5. Análisis de varianza.....	32
Tabla N° 6. Presupuesto de la investigación	55
Tabla N° 7. Promedios registrados en las variables	57

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1	Esfuerzo de tensión y deformación18
Figura N° 2	Esfuerzo de compresión y deformación 19
Figura N° 3	Plasticidad de la Chipa con respecto al pH de la solución58
Figura N° 4	Plasticidad de la Chipa con respecto al porcentaje58
Figura N° 5	Promedios de los tratamientos sobre la variable Plasticidad59
Figura N° 6	PRI de la Chipa con respecto al pH de la solución60
Figura N° 7	PRI de la Chipa con respecto al porcentaje de la solución61
Figura N° 8	Promedios de los tratamientos sobre la variable PRI.....61
Figura N° 9	Viscosidad de la Chipa con respecto al pH de la solución62
Figura N° 10	Viscosidad de la Chipa con respecto al porcentaje63
Figura N° 11	Promedios de los tratamientos sobre la variable Viscosidad64

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	Diagrama flujo del experimento obtención de chipas
Anexo N° 2.	Datos obtenidos del análisis de la varianza
Anexo N° 3.	Proceso Actividad Del pH De La Solución De Ácido Orgánico En La Obtención De Chipas Del Látex Del Caucho

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

En el mundo existe aproximadamente 8 millones de hectáreas de caucho hevea, con una producción de 5.59 millones de toneladas de caucho seco; siendo los mayores productores: Tailandia con un 29,8 %, Indonesia con 22.5% y Malasia con 19,2% estos países acumulan un 71.5% de la producción mundial. Los demás países que tienen el 28.5% restante son China, India, Sri Lanka, Filipinas, Vietnam, Camboya, Liberia, Nigeria, Costa de Marfil, Zaire, Camerún, Brasil y Guatemala. América solo contribuye con el 1% del total de producción mundial. (Andrade Caballero & Prada Ardila, 2005)

En Ecuador, la superficie cultivada de caucho (*Hevea brasiliensis*) en 1999 alcanzó aproximadamente 9000 ha, de las cuales, el 35% (3150 ha) habrían sido eliminadas por su avanzada edad y por problemas fitopatológicos, quedando unas 5850 ha (Rivano, 1997). Para el año 2009 se reportaron 4942 ha de caucho cultivadas (Torres, 2009), distribuidas en el país de la siguiente manera: Los Ríos con un 40% de la plantación nacional, Santo Domingo de Los Tsáchilas con el 32%, Esmeraldas con el 15%, Pichincha con el 11%, Cotopaxi 1% y Guayas 1%. (Andrade Caballero & Prada Ardila, 2005)

Según INIAP (2009), los estudios realizados en Ecuador registran un área de siembra de 4992 ha, de las cuales 4415 ha se encuentran en producción, generando alrededor de 5000 t, frente a las demandas del país que bordean las 15000 t, lo que refleja la necesidad de incentivar el cultivo de caucho en el país por arriba de las 5000 ha para garantizar parcialmente la demanda interna. De las demandas del caucho a nivel mundial el 60 % está cubierto por caucho sintético y apenas el 40 % con caucho natural que se produce en un área de 9404 millones de hectáreas, que generan una producción de 8682 millones de toneladas métricas que no satisfacen las demandas mundiales. (Camino Loo, 2012)

El látex se obtiene practicando en la corteza del árbol del caucho una incisión en espiral en días alternos, aunque la frecuencia y el método pueden variar. El látex se recoge en vasos colgados del árbol. (Beliczky & Fajen, 2013)

El látex de caucho después de su recolección es coagulado con ácido fórmico, esto le permite mantener sus características únicas porque en caso de lluvia los puede perder al ser un producto que se pica y se deja sangrar por varias horas. (Rodríguez Cadena, 2009)

El ácido fórmico que tiene un alto costo es utilizado en grandes cantidades por los productores de caucho, este ácido además sirve para coagular el látex y obtener un cuerpo firme llamado chipa, adopta una forma en la cual es fácil comercializarlo. Frente a este problema es necesario buscar nuevas alternativas, ya que es necesario remplazar este ácido por otro de bajo costo y que sea orgánico, como es el ácido cítrico obtenido del zumo de limón de bajo costo que actúe en dicho látex y disponer de una chipa que cumpla con los parámetros de comercialización. (Rodríguez Cadena, 2009)

Razón que se investigará los niveles de pH con la cantidad de solución en porcentajes con ácido orgánico para obtener chipas de caucho que cumplan con los parámetros de comercialización. (Rodríguez Cadena, 2009)

Esta investigación está basada en una alternativa para el desarrollo de una nueva línea de solución para agroindustrial y heveicultores, que buscan el aprovechamiento máximo de ácido orgánico para la coagulación del caucho en la Parroquia Patricia Pilar. (Rodríguez Cadena, 2009)

Esta nueva aplicación pretende suplantar por completo al ácido fórmico por ácido orgánico ya que cumple un mejor funcionamiento tanto en la coagulación agilitando la recolecta en tazas, y mejorando los parámetros reológicos como son: plasticidad, P.R.I. y viscosidad, además el costo de producción del ácido orgánico es económico y al alcance de todos los productores. (Rodríguez Cadena, 2009)

Aportaría a un avance ecológico en la industria del proceso de llantas de caucho en el Ecuador. La coagulación con ácido cítrico es una de las ideas innovadoras que permitirá mejorar el aprovechamiento de esta materia prima natural en la industria. Tenemos una obligación de ser recíprocos con el medio ambiente. (Rodriguez Cadena, 2009)

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

Evaluar la actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de chipas del látex del caucho (*hevea brasiliensis*) en la Parroquia Patricia Pilar.

1.2.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar el pH de la solución de ácido cítrico (pH 2,1 y pH 2,6) que permita la dosificación óptima en el látex de caucho para la obtención de chipas.
2. Establecer el porcentaje en dosis de solución estandarizada de ácido cítrico (8% y 12%) que coagule el látex de caucho.
3. Realizar análisis reológicos de plasticidad, índice de retención de plasticidad y viscosidad.

1.3 Hipótesis

Se obtendría chipas de látex de caucho conociendo el pH y porcentaje de dosis de la solución del ácido cítrico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamento Teórico

2.1.1. Generalidades del Caucho.

El caucho (*Hevea brasiliensis*), es una planta originaria de la cuenca Amazónica en América del Sur, es productora de caucho natural por excelencia, el látex es sintetizado en los vasos lactíferos ubicados en el tejido del floema, por sus especiales características es materia prima básica para la elaboración de llantas radiales y de avión (100% caucho natural), calzado de goma, adhesivos y en la línea médica (preservativos, catéteres, guantes de goma, mamilas, entre otros productos con valor agregado. (Rodríguez Cadena, 2009)

El caucho es un polímero de muchas unidades encadenadas de un hidrocarburo elástico, el isopreno C_5H_8 que surge como una emulsión lechosa (conocida como el látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. La palabra caucho, con la cual se denomina tradicionalmente este producto, corresponde al vocablo amerindio cahuchu que significa material impermeable. (Martínez Covaleta, 2005)

No hay un método directo y sencillo que permita determinar la cantidad de hidrocarburos en el caucho. Cuando se analiza un caucho se limita a la determinación del contenido de humedad, extracto acetónico, proteínas y cenizas, mientras el hidrocarburo caucho se obtiene por diferencia. El rango de la composición de los constituyentes del caucho se aprecia en la tabla 1. (Andrade Caballero & Prada Ardila, 2005)

Tabla N° 1. Composición típica del caucho natural.

CONSTITUYENTES	PROMEDIO (%)	RANGO (%)
Humedad	0,5	0,3 - 1,0
Extracto Acetónico	2,5	1,5 - 4,5
Proteínas ^b	2,5	2,0 – 3,0
Cenizas	0,3	0,2 – 0,5
Hidrocarburo de Caucho	94,2	
Impurezas ^a		0,001 – 0,3

FUENTE: MORTON, Maurice. Rubber Technology.2 ed. 1973

- a. Orgánicos: ejemplo corteza; inorgánicos: arena, polvos.
- b. Compuestos extraíbles y de bajo peso: acetona.

Aproximadamente el 6%, clasificado como impurezas contienen muchas sustancias que son de vital importancia en la vulcanización y en la protección contra el envejecimiento oxidativo. La composición del caucho es relativamente variable según el origen del clon y el método de coagulación. (Asoheca, Ficha Técnica del Manejo de la materia prima en post cosecha, 2009)

El caucho fue empleado por los nativos americanos muchos años antes de la llegada de los europeos, los cuales al llegar y observar lo útil que el caucho les resultaba a los nativos se interesaron en él y empezaron a estudiarlo. El primer estudio sobre el cual se tenga noticia lo realizó Condamine, quien encontró el caucho durante un viaje al Perú en 1735. El primer uso masivo que se le dio al caucho fue como borrador, posteriormente, fue empleado en la fabricación de jarras y tubos flexibles; hacia 1820 se inició su uso en la fabricación de ropa. Sin embargo, el caucho natural tenía grandes limitantes como resultado de su alta sensibilidad a la temperatura y la exposición a los rayos solares. (Martínez Covaleta, 2005)

El caucho natural es una sustancia orgánica formada por moléculas gigantescas que están entrelazadas entre sí. Dichas moléculas son gigantescas porque el caucho se va formando a través de monómeros, los

cuales representan eslabones que están enlazados por cadenas moleculares. Dependiendo de la fuerza de enlace de los monómeros, el caucho puede adquirir distintos grados de resistencia al estiramiento o deformación, característica que se conoce mayormente como viscosidad. Además el caucho, sea natural o sintético, se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. (Espinoza Anaya, 2008)

Generalmente el caucho posee altas fuerzas de atracción intermoleculares ya que al estirarse dichas moléculas, tienden a orientarse en la dirección del esfuerzo. Las 26 altas fuerzas de atracción generan en el caucho un comportamiento cristalino, cosa que no ocurre cuando las moléculas de caucho se desordenan y lo vuelven amorfo. Como ya mencionamos anteriormente, el caucho tiene distintos grados de resistencia al estiramiento, para la cual es importante definir dos fases dentro de todas sus características ya mencionadas:

Fase elástica: se da cuando las fuerzas de atracción entre sus moléculas son grandes y no permiten la deformación del caucho. Por el contrario, ante una fuerza de estiramiento, el caucho vuelve a su configuración inicial.

Fase plástica: el resbalamiento de las moléculas de caucho, producto de la aplicación de una fuerza, genera una deformación que permite moldear, mezclar o extrusión al caucho. (Espinoza Anaya, 2008)

Estas dos fases coexisten en el caucho y son importantes para el proceso de vulcanización (que será explicado más adelante) que se pueda aplicar en él. Por tanto ante la falta de estas fases, se utilizan diversas cargas químicas que generan en el caucho un comportamiento elástico y plástico. (Espinoza Anaya, 2008)

La invención de la vulcanización por Charles Goodyear en 1893 sentó las bases de las técnicas modernas de Utilización del látex natural. (Cornejo & Valenzuela, 2009)

2.1.1.1. Características y Propiedades del Látex.

El látex es un líquido blanco, poco viscoso y de aspecto lechoso, constituido por una suspensión coloidal de partículas de caucho de 0,5 a 3,0 μ de diámetro. Se encuentran también algunas proteínas naturales, resinas y azúcares. (Tavera Ruiz, 2010)

El látex puede variar de color de blanco a amarillento según su origen; con un contenido de hidrocarburo caucho entre el 30 a 40%. Y un pH ligeramente alcalino, que rápidamente se vuelve ácido, como consecuencia de la acción de ciertos microorganismos o enzimas presentes en el látex, que provocan coagulación espontánea a las pocas horas de ser sangrado, por lo que se hace necesario un proceso de preservación. Además de caucho y agua, el látex presenta una gran variedad de sustancias químicas llamadas constituyentes no caucho, que presentan del 7 – 8% de los sólidos totales en el látex normal y cerca del 3% en el caso del látex centrifugado. (Andrade Caballero & Prada Ardila, 2005)

En la tabla 2, se indica el rango de composición de los principales constituyentes del látex natural fresco.

Tabla N° 2. Variación de los diversos constituyentes del látex.

CONSTITUYENTES	COMPOSICION, %
Hidrocarburo de caucho (1,4-cis-poliisopreno)	30 - 40
Agua	55 - 70
Proteína	1,5 - 3
Resinas	1,5 - 2
Azúcares	1 - 2
Cenizas	0,5 - 1

FUENTE: www.tis-gdv.de/tis_e/ware/kautschuk/naturkautschuk/naturkautschuk.htm

2.3. Características y Propiedades del Caucho Natural.

Físicamente el caucho es una sustancia elástica e impermeable, teniendo además muchas otras propiedades características que lo hacen útil para varias aplicaciones. La habilidad notable del caucho para estirarse y contraerse a su forma original se debe a las formas irregulares de las cadenas de polímeros causadas por los dobles enlaces.

Estos enlaces introducen dobleces y deformaciones en las cadenas del polímero, por tanto evitan que las cadenas vecinas se aniden entre sí. Cuando se estira; las cadenas enredadas en forma aleatoria se enderezan y orientan en la dirección del jalón pero se mantienen sin deslizarse una sobre la otra por las interacciones en los enlaces, y cuando se elimina la tensión el polímero regresa a su estado aleatorio original. (Tavera Ruiz, 2010)

El caucho por sí solo, ya sea natural o sintético, tiene propiedades mecánicas aceptables como la resistencia a la tensión, compresión, elongación, impermeabilidad en fluidos, gases y medio ambiente como también una baja resistencia mecánica respecto a metales y cerámicas y por último las temperaturas de servicio se limitan a unos cientos de grados, pero no tienen uso alguno sin ser mezclados con otros materiales. (Groover, 1997). A continuación se explican las principales características de los cauchos. (Echeverry R, 2007)

2.3.1. Selección de Árboles Aptos para Iniciar la Extracción.

El árbol de caucho Hevea, se puede comenzar a aprovechar, cuando el tronco alcance como mínimo 45 cm. de circunferencia a 1.20 m. de altura desde el suelo y adquiera un espesor de corteza de 6 mm. (Bastidas & Cruz, 1998)

2.3.1.1. Cuchilla para Sangría.

Es la herramienta más importante, no solo en el momento de la iniciación del aprovechamiento, sino, a lo largo de la vida útil del árbol. Debe ser construida con acero templado y mantenerse bien afilada, para facilitar su utilización, evitar daños y consumos excesivos de corteza.

2.3.1.2. Tazas para Recolección de Látex.

Las hay de aluminio, plásticas, etc. y de diferentes formas, lo importante es que tengan una capacidad no inferior a 500 c.c. En ellas, se recibe el látex, por consiguiente deben permanecer limpias durante toda la vida útil de la plantación.

2.3.1.3. Descintada.

Consiste en retirar del árbol, la cinta elástica que cubre el corte de sangría, la cual se forma después de la rayada, taponando el flujo del látex. Las cintas de caucho se venden como producto secundario (ripio) y en algunos casos puede llegar a representar, el 3% de la producción total.

2.3.1.4. Sangría o Rayado del Árbol.

Es propiamente la labor de obtención del látex. Se realiza con la cuchilla de sangría, quitando 1.5 a 2.0 mm de corteza, de tal forma que al cortar los vasos laticíferos, se provoque su salida y descenso hacia la taza recolectora. (Bastidas & Cruz, 1998)

2.3.1.5. Frecuencia de Sangrías.

Hace referencia al número de días que se rayan semanalmente los árboles de Hevea. Lo normal es sangrar 3 veces por semana el mismo árbol, lo cual se

consigue dividiéndola plantación en 2 lotes, realizando la sangría de la siguiente manera:

- LOTE 1: lunes, miércoles y viernes
- LOTE 2: martes, jueves y sábado.

2.3.1.6. Hora de Sangría.

La mayor producción de látex se obtiene en las primeras horas de la mañana 5:30 a 8:30 am., debido a que el árbol está en reposo su actividad fisiológica, solo comienza cuando aparecen los rayos solares. Por lo anterior se recomienda iniciar la sangría, lo más temprano que se pueda.

2.3.1.7. Recolección del Látex.

Una vez rayado el árbol, el látex escurre durante un tiempo aproximado de 2 a 3 horas. Terminada la sangría, el rayador recoge el látex para llevarlo al sitio de beneficio o procesamiento.

2.3.1.8. Acidificación.

La reagrupación de todas las partículas de caucho dispersas en el látex, se consigue agregando ácido fórmico. En general se estima que agregando 1 cm. cúbico de ácido fórmico al 90% por cada 2 litros de mezcla (agua - látex), se logra un coágulo homogéneo y fácil de laminar. (Bastidas & Cruz, 1998)

2.4. Descripción del proceso de producción de caucho.

2.4.1. Recepción de materia prima.

La materia prima (coágulo de campo) se recibe en planta en una presentación que facilite su transporte y manipulación, preferiblemente con un peso no mayor a 50 kg. Se debe tomar una muestra aleatoria a los coágulos recibidos

de cada productor para determinación de DRC. (Asoheca, Ficha técnica para la producción de caucho técnicamente especializado, 2009)

2.4.1.1. Trituración.

Estos procesos buscan triturar el coágulo para reducir su tamaño hasta aproximadamente 2 cm. de diámetro. Se recomienda realizar 2 procesos de trituración, esto con el fin de facilitar el lavado.

2.4.1.2. Lavado.

En este proceso se retiran partículas (arena, tierra, hojas, insectos, etc.) indeseadas en el producto final. Puede realizarse, entre otras formas, mediante inmersión en tanques de agua con agitación por recirculación. Se recomiendan 3 etapas de lavado. (Asoheca, Ficha técnica para la producción de caucho técnicamente especializado, 2009)

2.4.1.3. Secado.

El proceso de secado se realiza en hornos a una temperatura controlada de 125 °C por un periodo de 4 horas, y una hora de enfriado para que asegure la humedad y el color característico del respectivo tratamiento. (De León Linares, 2004)

2.4.1.4. Pesado, prensado y empaque.

El prensado permite la obtención de balas compactas y de superficie muy uniforme. Las balas tienen un peso estándar de 33.33 Kg. sus dimensiones son; 70 cm. de largo x 35 cm. de ancho y del orden de los 18 cm. de altura. El empaque tiene como finalidad limitar la contaminación, favorece la consistencia un poco gomosa propia del caucho crudo y evitar que las balas se peguen al momento del almacenamiento. Se realiza en bolsa de polietileno de baja densidad, cuyo punto de reblandecimiento es inferior a 105 °C compatible con el uso de mezcladores de alta temperatura que se encuentran en las industrias.

2.4.1.5. Almacenamiento.

El almacenamiento debe realizarse sobre estibas de madera o plásticas, evitando contacto directo con el suelo, lo cual puede llevar a generar problemas de humedad, mohos y hongos en el producto. Se pueden estibar por toneladas sin perder ninguna de sus propiedades, solamente pueden sufrir ligero aplastamiento. (De León Linares, 2004)

2.4.1.6. Tipos de caucho natural.

Entre los diferentes tipos de caucho natural que se producen actualmente se encuentran las planchas estriadas ahumadas, el caucho de especificación técnica, los crepés, el látex, el caucho natural. Tailandia es el principal proveedor de planchas estriadas ahumadas, con casi la mitad de la producción mundial de caucho natural.

El caucho de especificación técnica (que debe su nombre al hecho de que su calidad, especialmente su pureza y elasticidad, se determina mediante especificaciones técnicas, en vez de las especificaciones visuales convencionales) o caucho natural en bloque fue introducido en Malasia a mediados del decenio de 1960 y representa casi el 40-45 % de la producción de caucho natural, siendo Indonesia, Malasia y Tailandia los principales proveedores de este tipo de caucho.

En la actualidad, el caucho de crepé sólo representa una pequeña parte del mercado mundial de caucho natural, Últimamente ha crecido el consumo mundial del látex de caucho natural, a causa principalmente de la mayor demanda de este tipo de productos como protección frente al virus del sida y a otros agentes patógenos transmitidos por la sangre. Los concentrados de látex se utilizan para la producción de pegamentos, tejidos de fondo de alfombras, espumas y productos como globos, guantes y preservativos. (Beliczky & Fajen, 2013)

2.4.1.7. Plasticidad y PRI.

La prueba del índice de retención de la plasticidad “PRI” ha sido desarrollada como un método simple y rápido para medir la resistencia a la oxidación por calentamiento. El índice de retención de la plasticidad corresponde a la relación que hay entre la plasticidad de una muestra añejada contra la correspondiente a la muestra cruda por lo cual un valor alto de “PRI” denota alta resistencia a la degradación por oxidación. (Cámara Nacional de la Industria Hulera, 1999)

2.4.1.8. Elastómeros.

Los materiales elastómeros son conocidos como cauchos. Vidal de Carcer, 1994, define el caucho como “cuerpo plástico que mediante la vulcanización transforman su contenido plástico en elástico”. Un cuerpo plástico puede cambiar de forma mediante la compresión o tensión y puede conservarse de forma permanente mientras que los cuerpos elásticos regresan a su forma inicial después de eliminar estas fuerzas. (Echeverry R, 2007)

2.4.1.9. Tensión.

La resistencia a la tensión de un caucho es la fuerza aplicada sobre una muestra dividida por el área de la misma en el punto de ruptura, para determinar este punto se toma una muestra por sus extremos aplicando fuerzas iguales, durante esta separación se mide la fuerza que se ejerce y el área de la muestra para finalmente determinar la tensión experimentada, generalmente se mide en N/cm^2 . Así mismo se mide la resistencia a la compresión. (Echeverry R, 2007)

2.4.1.9. Elongación.

Esta propiedad indica el comportamiento de la muestra mientras es sometida al proceso de ruptura. Con esta propiedad se determina el cambio en la forma de la pieza al aplicar una tensión; por lo general se habla del porcentaje de elongación, que es el largo de la muestra después del estiramiento menos la longitud inicial sobre la longitud inicial y se puede determinar dos tipos de elongación, total y elástica. La elongación total es cuánto puede estirar una muestra antes que se rompa, y la elongación elástica es el porcentaje de elongación al que se puede llegar sin que la pieza presente una deformación permanente.

2.4.2.0. Módulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad es una propiedad mecánica que determina la resistencia de un material a la deformación, por lo tanto se mide la resistencia a la tensión. La tensión dividida la elongación en la zona elástica y se expresa en N/cm^2 . (Echeverry R, 2007)

Figura 1. ESFUERZO DE TENSIÓN Y DEFORMACIÓN.

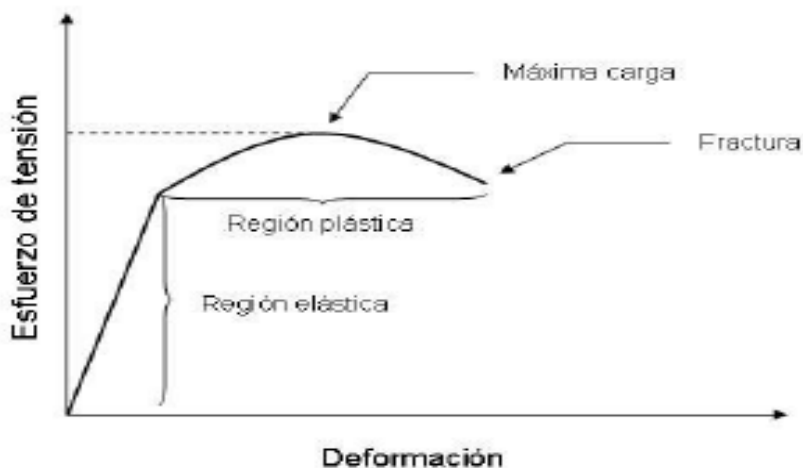


Figura 1. Deformación vs. Esfuerzo de tensión de una muestra de caucho (Groover, 1997; adaptación por el autor)

En la figura 1 se observa el comportamiento gráfico de la deformación de una muestra de caucho al someterla a un esfuerzo de tensión, inicialmente se

observa un comportamiento lineal donde el material es elástico hasta el punto de fluencia donde se vuelve plástico el material, llega hasta el punto máximo que es llamado punto de máxima carga, es decir punto de máxima tensión, finalmente desciende hasta el punto de fractura. Entre el punto de máxima carga y fractura la muestra sufre una deformación permanente.

Figura 2. ESFUERZO DE COMPRESIÓN Y DEFORMACIÓN.



Figura 2. Deformación vs. Esfuerzo de compresión de una muestra de caucho (Groover, 1997; adaptación por el autor)

En la figura 2 se observa el comportamiento gráfico de la deformación de una muestra de caucho al aplicarle una fuerza de compresión, en la primera zona se comporta de forma similar a cuando es sometida a una fuerza de tensión, seguidamente llega al punto de fluencia, el cual es el punto donde la muestra inicia su etapa plástica y el final de este comportamiento a diferencia del anterior es que este termina cuando la pieza no se puede comprimir más a cambio que el final de la otra es la ruptura.

2.5. Proceso de Vulcanización.

La vulcanización es el tratamiento que realiza el encadenamiento transversal de las moléculas del elastómero mediante el cual se vuelve más rígido y resistente, (Groover, 1997). Los cauchos en crudo, no tienen el valor elástico deseado por eso para alcanzarlo y poder aplicarlo a las diferentes exigencias, deben ser sometidos al proceso de vulcanización. (Echeverry R, 2007)

La vulcanización es un proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío. Fue descubierto por Charles Goodyear en 1839 por accidente, al volcar un recipiente de azufre y caucho encima de una estufa. Esta mezcla se endureció y se volvió impermeable, a la que llamo vulcanización en honor al dios Vulcano. El resultado final es que las moléculas elásticas de caucho quedan unidas entre sí a una mayor o menor extensión. (Cardozo, 2012)

2.6. Ácido Fórmico

Identificación del Producto.

Nombre Químico	Ácido Fórmico
Formula Química	HCOOH
Peso molecular	46.03

2.6.1. Propiedades.

Aspecto físico:	Líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Picante
Punto de ebullición:	106 – 107°C
Punto de fusión:	-13,5 a 15°C
Densidad relativa:	1,195 – 1,21 g/cm ³ a 20°C
Punto de inflamación:	65° C
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua y algunos disolventes orgánicos

(Rams Martínez, 2007)

2.6.1.1. Identificación de los peligros.

Peligros para las personas: Por contacto líquido con la piel y ojos provoca quemaduras. Por contacto con los vapores se produce irritación de las vías

respiratorias altas y ojos. Peligros para el medio ambiente: Producto tóxico para animales y peces.

2.6.1.2. Indicaciones generales.

Cambiarse la ropa manchada. En caso de peligro de pérdida de conocimiento, colocar y transportar en posición lateral estable; en caso necesario aplicar respiración artificial. La persona que auxilie debe auto protegerse.

2.6.1.3. Inhalación.

En caso de síntomas de inhalación por vapores, trasladar a la víctima a un lugar ventilado. Mantener en reposo y abrigado. Aplicar respiración artificial en caso de insuficiencia respiratoria, requerir asistencia médica. (Rams Martínez, 2007)

2.6.1.4. Contacto con la piel.

Lavar inmediata y abundantemente con agua corriente durante 15 minutos y con los párpados abiertos, requerir asistencia médica.

2.6.1.5. Ingestión.

Lavar inmediatamente la boca y beber posteriormente abundante agua. No provocar el vómito. Buscar ayuda médica.

2.6.1.6. Manipulación.

Manipular en locales bien ventilados. No fumar, comer o beber durante su manipulación. Procurar higiene personal adecuada después de su manipulación.

Almacenamiento: En lugar bien ventilado y seco. Proteger los recipientes cerrados del calor (incremento de presión), formación de monóxido de carbono. Proteger de álcalis y de sustancias formadoras de bases. Usar preferiblemente en recipiente de cristal, acero esmaltado, acero fino y plástico. (Rams Martínez, 2007)

2.6.1.7. Descripción.

Es un líquido claro con olor picante a la vez penetrante se encuentra comercialmente en concentraciones del 85%, 90% y 95%, Soluble en agua, alcohol y éter.

2.6.1.8. Aplicaciones.

El Ácido Fórmico se utiliza en la industria textil como secante para teñido y acabado de textiles y como agente reductor, tratamiento del cuero, manufactura de fumigantes, insecticidas, refrigerantes, disolvente para perfumes, lacas, galvanizado, medicina, cervecería (antiséptico), plateado de vidrios, formiato de celulosa, coagulante del látex natural, flotación de minerales, plastificante de resinas vinílicas, aditivo para pienso de animales, es el principal uso que se le puede dar a este ácido ya que permite que el alimento que va destinado para el ganado se conserve en el invierno y retenga sus nutrientes con el tiempo, además que se utiliza en la industria avícola adicionada al alimento para matar la salmonella. (BASF NA Producto Regularizado, 2011)

2.6.1.2. Aplicaciones.

El Ácido Fórmico se utiliza en la industria textil como secante para teñido y acabado de textiles y como agente reductor.

Tratamiento del cuero, manufactura de fumigantes, insecticidas, refrigerantes, disolvente para perfumes, lacas, galvanizado, medicina, cervecería (antiséptico), plateado de vidrios, formiato de celulosa, coagulante del látex natural, flotación de minerales, plastificante de resinas vinílicas, aditivo para pienso de animales, es el principal uso que se le puede dar a este ácido ya que permite que el alimento que va destinado para el ganado se conserve en el invierno y retenga sus nutrientes con el tiempo, además que se utiliza en la industria avícola adicionada al alimento para matar la salmonella. (BASF NA Producto Regularizado, 2011)

2.7. Generalidades del Limón Mandarin

2.7.1. Clasificación Taxonómica

Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Rutaceae
Nombre científico:	Citrus x Limonia
Nombre común:	Limón rugoso, lima rangpur

2.7.1.1. Origen.

La lima de rangpur (*Citrus limonia* Osbeck), planta originaria de la India, es utilizada en nuestro país como “porta injerto”, si caracterizamos el tamaño de los frutos midiendo su eje longitudinal mayor, estos presentan un rango de 4.8 cm a 7 cm en su estado de madurez (el que alcanzan en nuestra región a partir del mes de marzo) tomando su cáscara un color entre el amarillo y el naranja, mientras que la pulpa se vuelve anaranjada, jugosa y altamente ácida, si bien se cuenta con abundante información acerca de los principales componentes

en jugos cítricos los jugos de lima han sido poco analizados aún. Arnao y col (1997, 1998); Rapisarda y col (1999) determinaron la capacidad antioxidante de diferentes jugos cítricos y Rice Evans y col (1997) estudiaron su relación con el contenido de flavonoides. (Chaves, Montiel, Sgroppo, & Avanza)

Es reconocida además la presencia en estos jugos de otras sustancias con capacidad antioxidante, tales como los carotenoides y vitamina C. Por este motivo, se determinaron las características fisicoquímicas de jugos de lima rangpur cultivados en corrientes, su capacidad antioxidante, contenido en ácido ascórbico y carotenoides totales durante la maduración.

Además se efectuó la comparación con otros jugos provenientes de lima tahití (*Citrus latifolia* L.) y Limón Real (*Citrus limón* L.) Dadas las características particulares de los jugos de la lima de Rangpur, estos podrían representar una alternativa atractiva dentro de la oferta de bebidas alcohólicas en base a jugos naturales. (Chaves, Montiel, Sgroppo, & Avanza)

2.7.1.2. Importancia del Cultivo.

A nivel mundial Venezuela ocupa la posición número 24 como productor de limones y limas con un volumen de 56.290 toneladas por año, con rendimiento promedio de 14 t/ha. y una superficie total cultivada de 4.020 ha. Exportando un total de 1.760 toneladas lo cual representa un ingreso para el país de 903 millones de bolívares año. Actualmente el consumo en Venezuela es de 1.89 kg año (FAOSTAT, 2004) (bibliografica).

En el estado Táchira existe una superficie cultivada de 116 ha, con una producción de 1.430 toneladas por año, siendo este un rubro emergente y en crecimiento como alternativa para la diversificación de las unidades de producción (MAT, 2005) (bibliografica).

2.7.1.3. Requerimientos de clima y Suelo.

Este cultivo se desarrolla en áreas tropicales y subtropicales, requiriendo temperaturas promedios de 28 °C y precipitaciones de 400 a 1.200 mm anuales. La luz es un factor importante que interviene directamente en la apariencia física del fruto, por lo que se recomienda plantar árboles de limón en altitudes que varíen de 50 a 1.500msnm. Los suelos profundos y bien drenados en alto contenido de materia orgánica (3 a 6%) y de textura arenosa son consideradas ideales de limón (Avilán y Rengifo, 1988) (bibliografica).

2.7.1.4. Características Morfológicas.

El fruto de los cítricos es una baya denominada hesperidio. Surge como consecuencia del crecimiento del ovario y está formada por aproximadamente diez unidades carpelares unidas alrededor del crecimiento floral.

Formando así lóculos en cuyo interior crecen los sacos o vesículas de jugo (Cañizares et al., 2000) (bibliografica)

El pericarpio es la parte del fruto exterior a los lóculos al cual también se le denomina cáscara, y se divide en tres partes comprendidas por: el exocarpo, que es la parte más externa de la corteza, y está formado por una compuesta epidermis compuestas de células parenquimáticas, que contienen cloroplastos que le dan el color verde a los frutos inmaduros.

El mesocarpio llamado también albedo es de color blanco y está situado en el interior de la corteza ocupando una posición intermedia en el pericarpio, y el endocarpio es la parte más externa de las paredes del lóculo (Agustí, 2000) (bibliografica).

2.7.1.5. Crecimiento del fruto.

El crecimiento de la fruta de los principales de los cultivares de los cítricos sigue un modelo sigmoideal que puede subdividirse en cuatro fases. La fase I

es la división celular en el que se produce casi todas las células de las frutas maduras, la duración de esta fase oscila entre un mes y mes y medio después de la floración. Durante la fase II, las células se diferencian en los diversos tipos de tejidos tales como sáculos de zumo.

En la fase III las células se agrandan, produciéndose un aumento rápido en el tamaño de la fruta y en el porcentaje de sólidos solubles totales, y su duración puede variar de dos a tres meses. El color de la piel comienza a cambiar del verde al amarillo hacia fin de la fase IV que es la fase de maduración, y que se caracteriza porque se nivela al crecimiento y un ligero aumento gradual de los sólidos solubles totales, junto con una rápida disminución de la acidez total. Estas etapas pueden durar de 7-8 meses en condiciones tropicales (Davies y Albrigo, 1994) (bibliografica).

2.7.1.6. Calidad del fruto.

La calidad es una propiedad determinada por muchos factores estrechamente relacionados entre sí, y que le confieren a las frutas cierto grado de aceptación, más o menos deseables y con valores nutritivos determinados (Avilán y Rengifo, 1988) (bibliografica).

2.7.1.7. Factores de calidad.

La calidad de una fruta cítrica está dada por factores externos e internos bien definidos especialmente cuando está dirigida al consumo fresco. Para las destinadas a las industrias son más importantes sus cualidades organolépticas dadas por el sabor, aroma, textura, color del jugo y valor nutritivo, aun cuando su apariencia exterior es deseable (Avilán y Rengifo, 1988) (bibliografica).

2.7.1.8. Factores externos.

Entre los factores externos que se toman en consideración para evaluar una fruta se encuentran: la forma, el tamaño, el peso, apariencia del fruto y el color.

Estos aspectos son de singular importancia cuando las frutas son destinadas a la exportación, especialmente hacia países con amplia tradición de consumo.

A nivel nacional, la fruta fuera de tipo no constituye un problema, pero como consecuencia de la propia dinámica del mercado a corto o mediano plazo tal vez la situación sea distinta (Avilán y Rengifo, 1988) (bibliografica).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Materiales y Equipo

Vaso de Precipitación

Buretas

Potenciómetro

Embudo

Refractómetro

3.1.1.1. Utensilios de campo

Tacho de plástico

Cuchillos

Cuchillo curvo para caucho⁴

Alambre liso

Tazas de plásticos

Espitas

Mesa 3

Tamiz

Mezclador³

3.1.1.2. Materia Prima e Insumos:

Limón zumo

Agua.

Látex de caucho

3.1.1.3. Materiales de Oficina

Computador

Cámara Fotográfica

Pen drive

Reloj

3.1.1.4. Métodos

La presente investigación se realizó en la Finca “Tres Hermanos” localizada a 6 Km vía El Moral, con una altitud: 500 m.s.n.m, Longitud: 79° 22' 13,55" w, Latitud: 0° 34' 14,41" S. Coordenadas UTM: X 681346,01 – Y 9936898,10 de la Parroquia Patricia Pilar. (Renssnature, 2011)

3.1.1.5. Métodos Analítico

Con este método se analizaron dos soluciones de ácido cítrico con diferentes pH, y concentraciones porcentuales para lograr explicar, hacer analogías, comprender mejor el comportamiento del efecto del ácido orgánico sobre la coagulación del caucho y se propuso nuevas alternativas en sustitución de aditivos y coagulantes, mucho más económicos, dando mayor durabilidad al producto final.

3.1.1.6. Método experimental

Mediante la técnica de observación se seleccionó la materia prima estandarizada con los porcentajes adecuados, luego se coaguló y se obtuvo la chipa la cual tuvo excelente apariencia, se aplicó de manera práctica un proceso en el cual la chipa de caucho se transforma en caucho semiseco de acuerdo a las temperaturas ya establecidas según agicom, quienes establecen un secado de 125 °C por cuatro horas, las mismas que fueron necesarias para el estudio reológico de cada tratamiento.

3.2. Tipo de investigación.

En la presente investigación para la obtención de chipas de látex de caucho se planteó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial de A*B donde el factor A correspondiente al pH de la solución: a1; 2.1 pH; a2; 2.6 pH en el factor B correspondiente al porcentaje de dosis: b1; 8%; b2; 12%;

dando así un total de: 4 tratamientos más 4 réplicas y 16 unidades experimentales.

Con los resultados obtenidos de los análisis reológicos de plasticidad, índice de retención de plasticidad y viscosidad se procedió hacer el análisis de varianza (ADEVA), para comparar los resultados obtenidos se aplicó la prueba de tukey al 5%. Se analizó los resultados obtenidos y se procedió hacer las respectivas conclusiones y recomendaciones.

3.3. Diseño de Investigación.

3.3.1. Los factores de estudio que intervendrán en la obtención de chipas son:

Tabla N° 3. Factores de estudios

FACTOR	SIMBOOGIA	DESCRIPCIÓN
Factor A	a1	Solución de ácido cítrico con pH 2.1
	a2	Solución de ácido cítrico con pH 2,6
Factor B	b1	Concentración estandarizada 8 %
	b2	Concentración estandarizada 12 %

3.3.1.1. Combinación de los tratamientos para la obtención de chipas

Tabla N° 4. Formulación de los tratamientos

N°	Simbología	Tratamientos
1	a1; b1	pH 2.1 + P8%
2	a1; b2	pH 2.1 + P12%
3	a2; b1	pH 2.6 + P8%
4	a2; b2	pH 2.6 + P12%

3.3.1.2. Análisis de varianza para el DCA en arreglo factorial AXB

Tabla N° 5. Análisis de varianza

Factor de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Factor A	1
Factor B	1
Efecto (AXB)	1
Error	12
Total	15

3.4. Características del experimento

3.4.1. Mediciones de campo

Número de tratamientos:	4
Diseño experimental:	Diseño completos al azar
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimental:	80
Superficie de experimento	180m ² (4m x 6m)
Longitud de la hilera:	30m
Distancia entre las hileras:	4.0 m
Distanciamiento entre repeticiones:	5.0 m
Número de unidades experimentales	16

3.4.1.1. Manejo Específico del Experimento

Para el manejo específico de este proceso se describió los siguientes pasos: Obtención de chipas de caucho, secado del caucho, y el estudio reológico como plasticidad, índices de retención de plasticidad, y viscosidad para mejorar la calidad de las llantas.

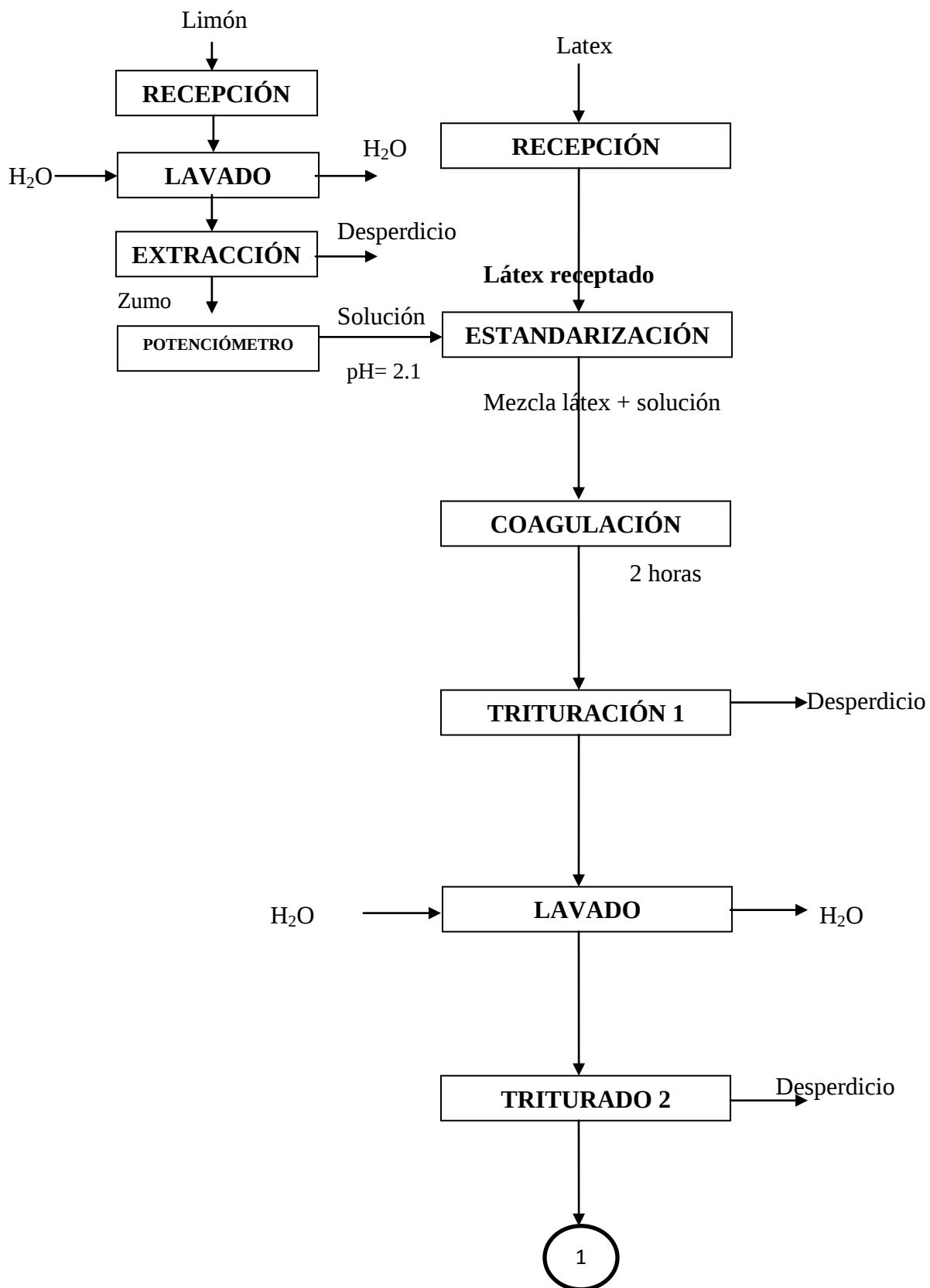
1. **Recepción de la Materia Prima:** se escoge los limones.
2. **Lavado:** Se le hace un lavado superficial para quitar impurezas.
3. **Extracción:** Se extrae el zumo de los limones y se separa los zumos.
4. **Potenciómetro:** se analizó el pH.
5. **Estandarización:** Se obtendrá dos diferentes soluciones de ácido orgánico con pH de 2,1 y 2,6 estandarizados cada uno, con porcentajes de 8 y 10 % para la coagulación biológica
6. **Coagulación:** se vierte el contenido de ácido cítrico en el látex, se homogeniza y posteriormente la obtención de la chipa de caucho
7. **Almacenamiento y Transporte:** se almacena las chipas de caucho en tambos hasta que pase el carro colector y transporte el caucho.

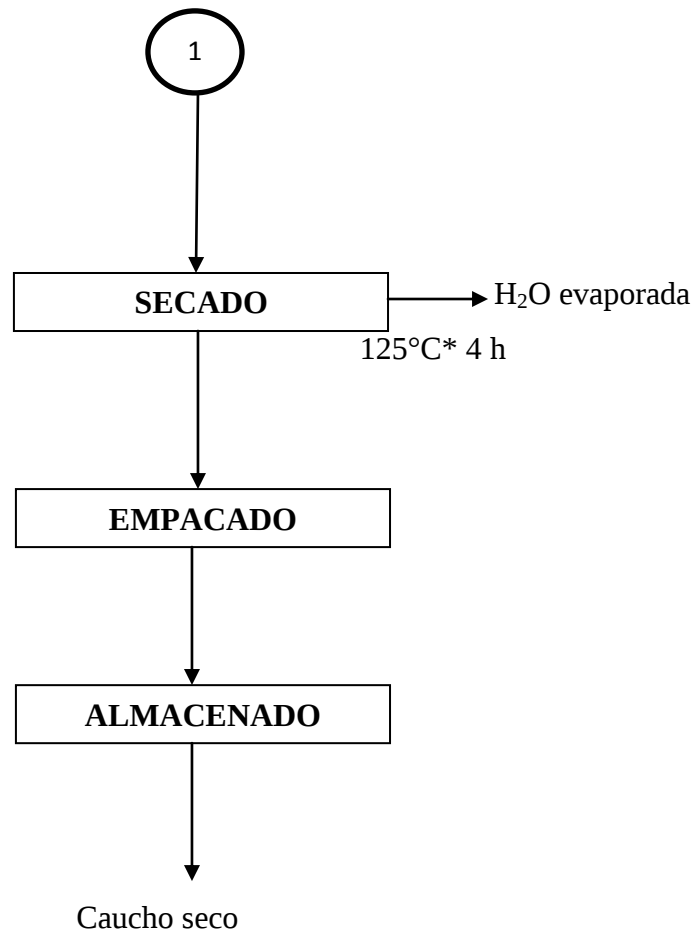
3.4.1.2 Proceso de Secado de la Chipa Caucho

1. **Recepción de la materia prima:** Se agrupa las chipas de caucho en un solo lugar.
2. **Triturado 1:** Se tritura la chipa de caucho por un proceso con tornillo sin fin
3. **Lavado:** Se elimina impurezas como hojas, corteza, insectos, etc.
4. **Triturado 2:** Este tratamiento se lo logra con presión y su trituración pasa por orificios de 2 cm
5. **Secado:** Pasa por un proceso de 4 horas a una temperatura de 125°C
6. **Empacado:** Se los pesa y se los envuelve en plásticos
7. **Bodega:** Se almacena hasta que pase los camiones transportadores

- 8. Análisis Reológicos:** Este análisis se realizó a los tratamientos que se va a evaluar y con los resultados expuestos se elegirá el mejor tratamiento.
- 9. Plasticidad:** Wallace Po, lo mínimo de plasticidad que tiene que proporcionar es de 30 min.
- 10. Índice de Retención de Plasticidad:** Lo mínimo de PRI es de 50%
- 11. Viscosidad:** ML 1+4 en la viscosidad el rango apropiado es de 74 – 105

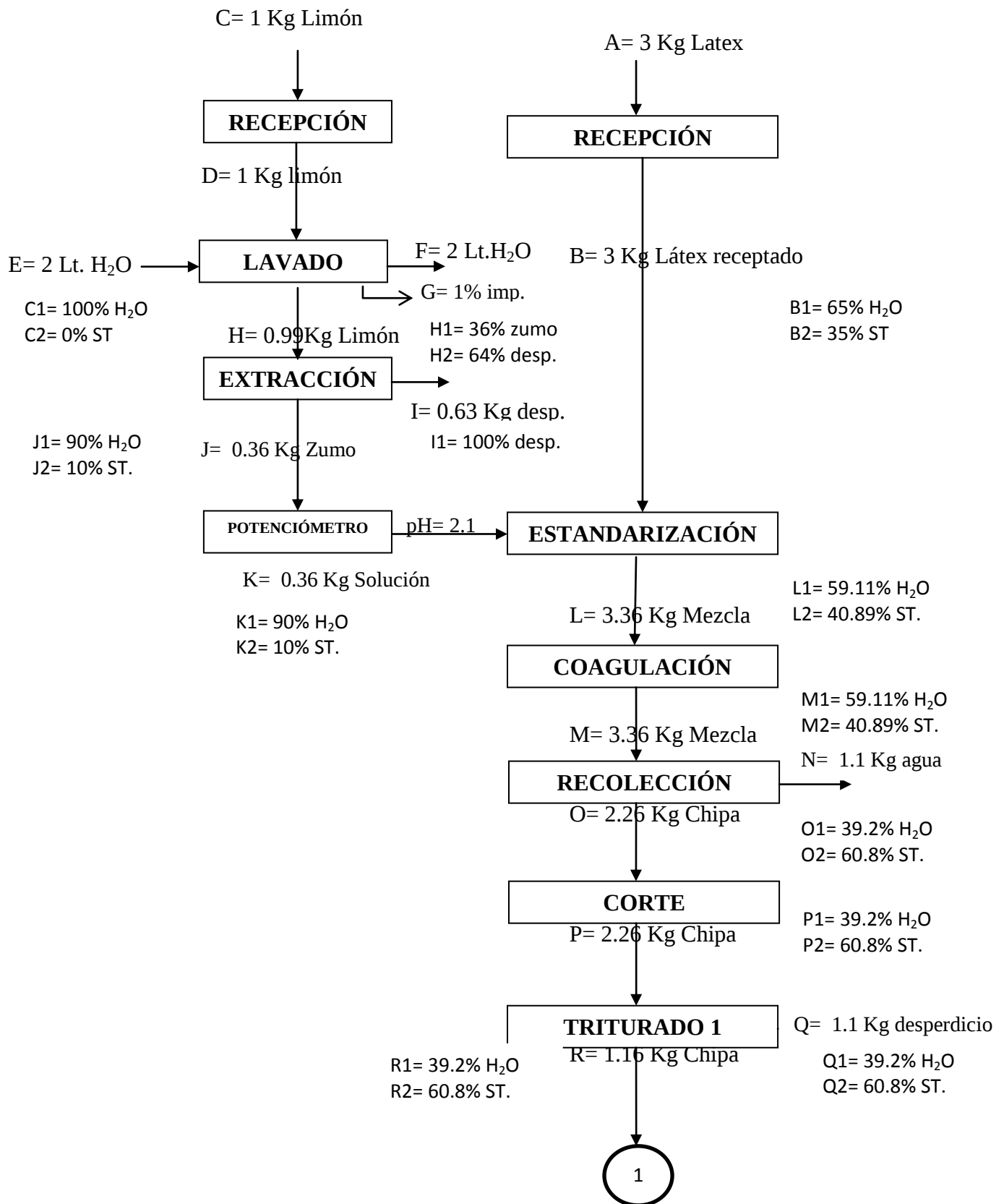
3.5. Flujo gramas del experimento obtención de chipas

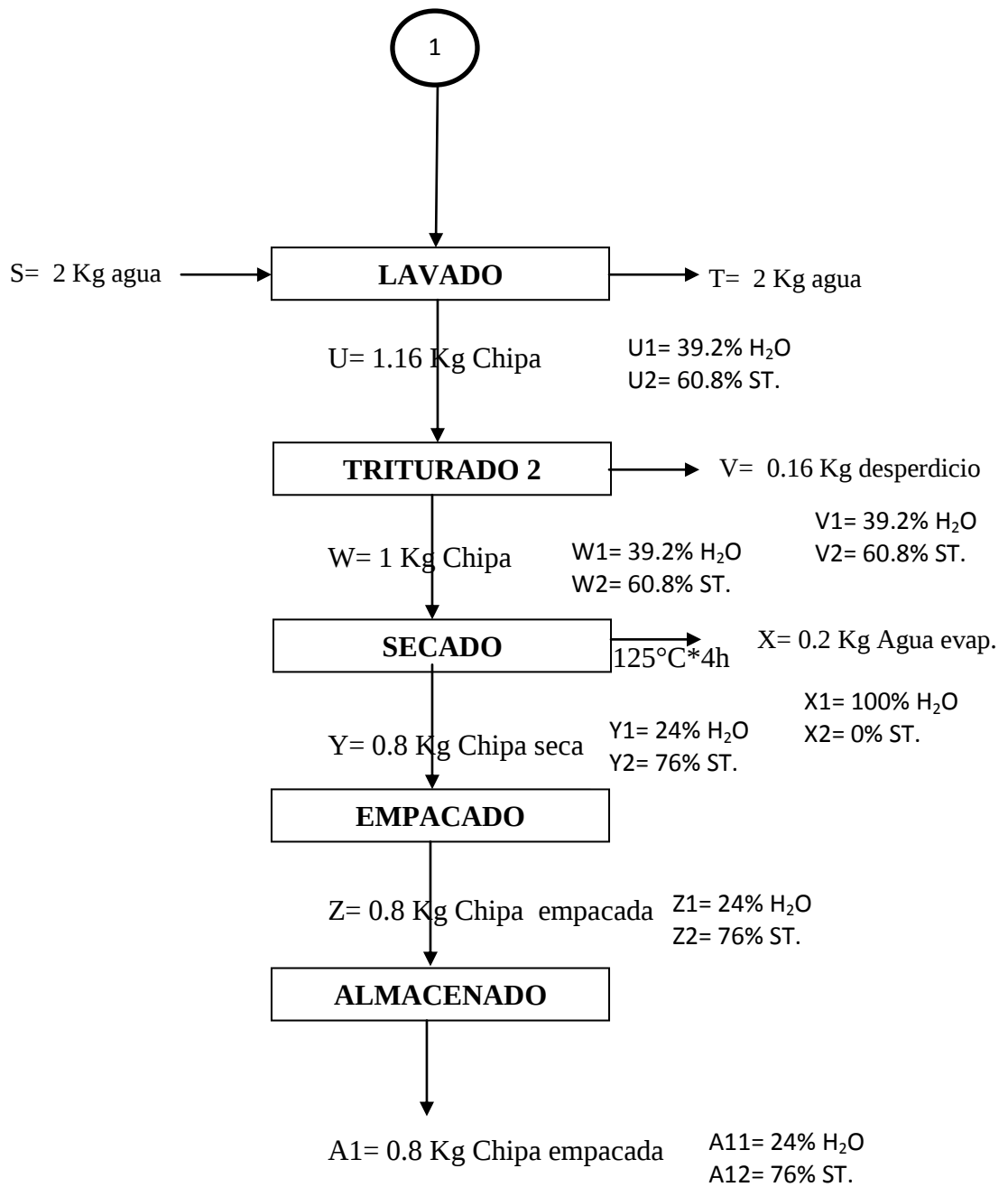




Diseñado por: Franklin Santi, 2013

3.6. Diagrama cuantitativo de la actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de Chipas del látex del caucho

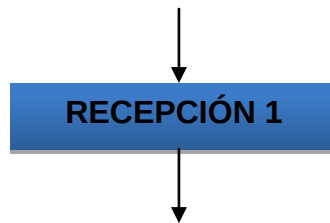




Diseñado por: Franklin Santi, 2014

3.6.1. Balance de materia de la actividad del pH de la solución de ácido orgánico en la obtención de Chipas del látex del caucho a nivel de laboratorio.

3.6.1.1. Balance de materia de recepción 1 (látex)



Balance General

$$A = B$$

$$B = 3 \text{ Kg látex}$$

Balance parcial de agua

$$A (A1) = B (B1)$$

$$3 (0.65) = 3 (B1)$$

$$B1 = 0.65 (100)$$

$$B1 = 65\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$A (A2) = B (B2)$$

$$3 (0.35) = 3 (B2)$$

$$B2 = 0.35 (100)$$

$$B2 = 35\%$$

3.6.1.2. Balance de materia de recepción 2 (ácido orgánico-limón)



Balance General

$$C = D$$

$$D = 1 \text{ Kg Limón}$$

Balance parcial de impurezas

$$C (C1) = D (D1)$$

$$3 (0.01) = 3 (D1)$$

$$D1 = 0.01 (100)$$

$$D1 = 1\%$$

Balance parcial de limón bueno

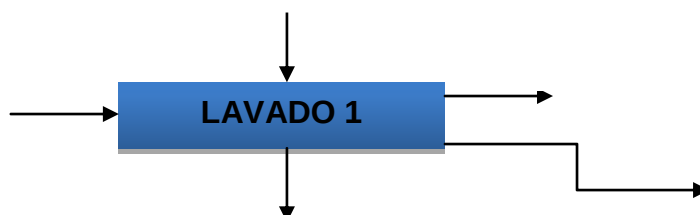
$$C (C2) = D (D2)$$

$$3 (0.99) = 3 (D2)$$

$$D2 = 0.99 (100)$$

$$D2 = 99\%$$

3.6.1.3. Balance de materia de lavado 1 (ácido orgánico-limón)



Dato experimental

Agua que ingresa:

Impurezas= 1%D

Balance para agua que ingresa

$$E = 2D$$

$$E = 2 (1)$$

$$E = 2 \text{ Kg}$$

Balance para agua que sale

$$E = F$$

$$F = 2 \text{ Kg}$$

Balance para impurezas

$$G = 1\%D$$

$$G = 1\% (1)$$

$$G = 0.01\text{Kg}$$

Balance General

$$D + E = F + G + H$$

$$1 + 2 = 2 + 0.01 + H$$

$$1 + 2 - 2 - 0.01 = H$$

$$H = 0.99 \text{ Kg Limón}$$

Balance parcial de impurezas

$$D(D1) + E(E1) = F(F1) + G(G1) + H(H1)$$

$$1(0.01) + 2(0) = 2(0) + 0.01(1) + 0.99(H1)$$

$$0.01 - 0.01 = 0.99(H1)$$

$$H1 = 0\%$$

Balance parcial de limón bueno

$$D(D2) + E(E2) = F(F2) + G(G2) + H(H2)$$

$$1(0.99) + 2(0) = 2(0) + 0.01(0) + 0.99(H_2)$$

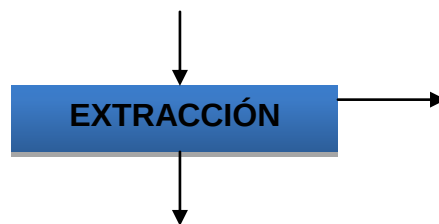
$$0.99 - 0 = 0.99(H_1)$$

$$H_2 = 0.99/0.99$$

$$H_2 = 1 \text{ (100)}$$

$$H_2 = 100\%$$

3.6.1.4. Balance de materia de extracción



Dato experimental

Desperdicio = 64%H

Balance para desperdicio

$$I = 64\%H$$

$$I = 64\% (0.99)$$

$$I = 0.63 \text{ Kg}$$

Balance General

$$H = I + J$$

$$0.99 = 0.63 + J$$

$$0.99 - 0.63 = J$$

$$J = 0.36 \text{ Kg zumo}$$

Balance parcial para desperdicios

$$H(H_1) = I(I_1) + J(J_1)$$

$$0.99(0.64) = 0.63(1) + 0.36(J_1)$$

$$0.63 - 0.63 = 0.36(J_1)$$

$$J1 = 0\%$$

Balance parcial para zumo

$$H(H2) = I(I2) + J(J2)$$

$$0.99(0.36) = 0.63(0) + 0.36(J2)$$

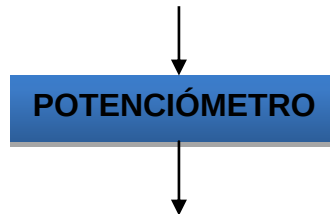
$$0.36 - 0 = 0.36(J2)$$

$$J2 = 0.36/0.36$$

$$J2 = 1(100)$$

$$J2 = 100\%$$

3.6.1.2. Balance de materia de potenciómetro



Balance General

$$J = K$$

$$K = 0.36 \text{ Kg solución}$$

Balance parcial de agua

$$J(J1) = K(K1)$$

$$0.36(0.9) = 0.36(K1)$$

$$K1 = 0.9(100)$$

$$K1 = 90\%$$

Balance parcial de limón bueno

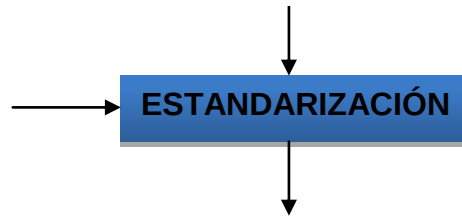
$$J(J2) = K(K2)$$

$$0.36(0.1) = 0.36(K2)$$

$$K2 = 0.1(100)$$

$$K2 = 10\%$$

3.6.1.6. Balance de materia de estandarización



Balance General

$$B + K = L$$

$$3 + 0.36 = L$$

$$L = 3.36 \text{ Kg mezcla}$$

Balance parcial de agua

$$B(B1) + K(K1) = L(L1)$$

$$3(0.65) + 0.36(0.9) = 3.36(L1)$$

$$1.95 + 0.32 = 3.36(L1)$$

$$L1 = 2.27/3.36$$

$$L1 = 0.676 (100)$$

$$L1 = 67.6\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$B(B2) + K(K2) = L(L2)$$

$$3(0.35) + 0.36(0.1) = 3.36(L2)$$

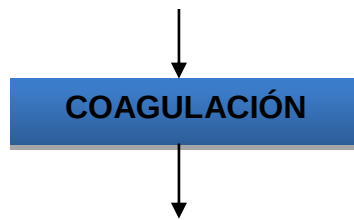
$$1.05 + 0.04 = 3.36(L2)$$

$$L2 = 1.09/3.36$$

$$L2 = 0.324 (100)$$

$$L2 = 32.4\%$$

3.6.1.7. Balance de materia de coagulación



Balance General

$$L = M$$

$$M = 3.36 \text{ Kg mezcla}$$

Balance parcial de agua

$$L(L1) = M(M1)$$

$$3.36(0.676) = 3.36(M1)$$

$$M1 = 2.27/3.36$$

$$M1 = 0.676 (100)$$

$$M1 = 67.6\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$L(L2) = M(M2)$$

$$3.36(0.324) = 3.36(M2)$$

$$M2 = 1.09/3.36$$

$$M2 = 0.324 (100)$$

$$M2 = 32.4\%$$

3.6.1.8. Balance de materia de recolección



Dato experimental

Agua que sale del proceso = 32.7%(M)

Balance para agua que sale

$$N = 32.7\% (M)$$

$$N = 32.7\% (3.36)$$

$$N = 1.1 \text{ Kg}$$

Balance General

$$M = N + O$$

$$O = M - N$$

$$O = 3.36 - 1.1$$

$$O = 2.26 \text{ Kg chipa}$$

Balance parcial de agua

$$M(M1) = N(N1) + O(O1)$$

$$3.36(0.676) - 1.1(1) = 2.26(O1)$$

$$2.27 - 1.1 = 2.26(O1)$$

$$O1 = 1.17/2.26$$

$$O1 = 0.518 (100)$$

$$O1 = 51.8\%$$

Balance parcial de solidos totales

$$M(M2) = N(N2) + O(O2)$$

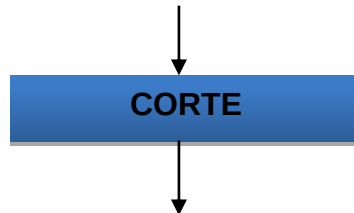
$$3.36(0.324) - 1.1(0) = 2.26(O2)$$

$$1.09 - 0 = 2.26(O2)$$

$$O2 = 1.09/2.26$$

$$O2 = 0.482 (100)$$

$$O2 = 48.2\%$$

3.6.1.9. Balance de materia de corte**Balance General**

$$O = P$$

$$P = 2.26 \text{ Kg mezcla}$$

Balance parcial de agua

$$O(O1) = P(P1)$$

$$2.26(0.518) = 2.26(P1)$$

$$P1 = 1.17/2.26$$

$$P1 = 0.518 (100)$$

$$P1 = 51.8\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$O(O2) = P(P2)$$

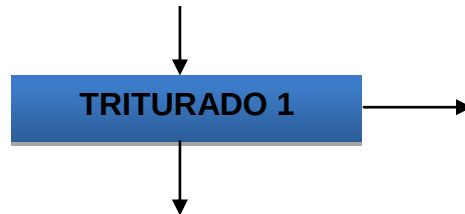
$$2.26(0.482) = 2.26(P2)$$

$$P2 = 1.09/2.26$$

$$P2 = 0.482 (100)$$

$$P2 = 48.2\%$$

3.6.2. Balance de materia de triturado 1



Dato experimental

$$\text{Desperdicio} = 48.7\%(P)$$

Balance para agua que sale

$$Q = 48.7\% (P)$$

$$Q = 48.7\% (2.26)$$

$$Q = 1.1 \text{ Kg}$$

Balance General

$$P = Q + R$$

$$R = P - Q$$

$$R = 2.26 - 1.1$$

$$R = 1.16 \text{ Kg chipa}$$

Balance parcial de agua

$$P(P1) = Q(Q1) + R(R1)$$

$$2.26(0.518) - 1.1(0.518) = 1.16(R1)$$

$$1.17 - 0.57 = 1.16(R1)$$

$$R1 = 0.6/1.16$$

$$R1 = 0.518 (100)$$

$$R1 = 51.8\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$P(P2) = Q(Q2) + R(R2)$$

$$2.26(0.482) - 1.1(0.482) = 1.16(R2)$$

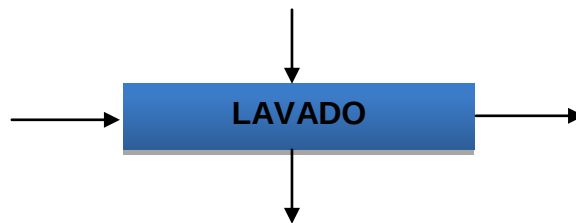
$$1.09 - 0.53 = 1.16(R2)$$

$$R2 = 0.56/1.16$$

$$R2 = 0.482 (100)$$

$$R2 = 48.2\%$$

3.6.2.1. Balance de materia de lavado



Dato experimental

$$\text{Agua que ingresa} = 2(R)$$

$$\text{Agua que sale} = S$$

Balance para agua que ingresa

$$S = 2 (R)$$

$$S = 2 (1.16)$$

$$S = 2.26 \text{ Kg}$$

Balance para agua que sale

$$T = S$$

$$T = 2.26 \text{ Kg}$$

Balance General

$$R + S = T + U$$

$$U = R + S - T$$

$$U = 1.16 + 2.26 - 2.26$$

$$U = 1.16 \text{ Kg chipa}$$

Balance parcial de agua

$$R(R1) + S(S1) = T(T1) + U(U1)$$

$$1.16(0.518) + 2.26(1) - 2.26(1) = 1.16(U1)$$

$$0.6 = 1.16(U1)$$

$$U1 = 0.6/1.16$$

$$U1 = 0.518 (100)$$

$$U1 = 51.8\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$R(R2) + S(S2) = T(T2) + U(U2)$$

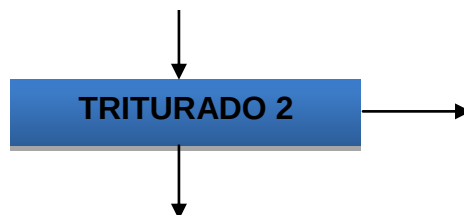
$$1.16(0.482) + 2.26(0) - 2.26(0) = 1.16(U2)$$

$$0.56 = 1.16(U2)$$

$$U2 = 0.56/1.16$$

$$U2 = 0.482 (100)$$

$$U2 = 48.2\%$$

3.6.2.2. Balance de materia de triturado 2

Dato experimental

$$\text{Desperdicio} = 13.7\%(U)$$

Balance para agua que sale

$$V = 13.7\% (U)$$

$$V = 13.7\% (1.16)$$

$$V = 0.16 \text{ Kg}$$

Balance General

$$U = V + W$$

$$W = U - V$$

$$W = 1.16 - 0.16$$

$$W = 1 \text{ Kg chipa}$$

Balance parcial de agua

$$U(U1) = V(V1) + W(W1)$$

$$1.16(0.518) - 0.16(0.518) = 1(W1)$$

$$0.601 - 0.083 = 1(W1)$$

$$W1 = 0.518/1$$

$$W1 = 0.518 (100)$$

$$W1 = 51.8\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$U(U2) = V(V2) + W(W2)$$

$$1.16(0.518) - 0.16(0.518) = 1(W2)$$

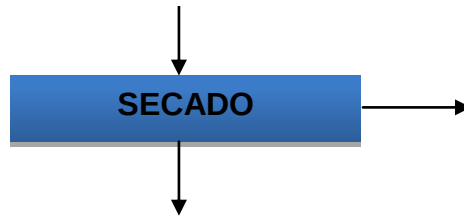
$$0.601 - 0.083 = 1(W2)$$

$$W2 = 0.518/1$$

$$W2 = 0.518 (100)$$

$$W2 = 51.8\%$$

3.6.2.3. Balance de materia de secado



Dato experimental

Agua evaporada = 20%(W)

Balance para agua evaporada

$$X = 20\% (W)$$

$$X = 20\% (1)$$

$$X = 0.2 \text{ Kg}$$

Balance General

$$W = X + Y$$

$$Y = W - X$$

$$Y = 1 - 0.2$$

$$Y = 0.8 \text{ Kg chipa seca}$$

Balance parcial de agua

$$W(W1) = X(X1) + Y(Y1)$$

$$1 (0.518) - 0.2(1) = 0.8(Y1)$$

$$0.518 - 0.2 = 0.8(Y1)$$

$$Y1 = 0.318/0.8$$

$$Y1 = 0.397 (100)$$

$$Y1 = 39.7\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$W(W2) = X(X2) + Y(Y2)$$

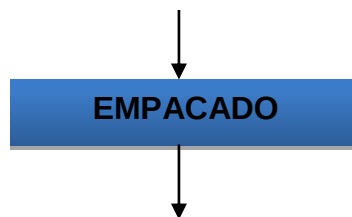
$$1 (0.482) - 0.2(0) = 0.8(Y2)$$

$$0.482 = 0.8(Y2)$$

$$Y2 = 0.482/0.8$$

$$Y2 = 0.603 (100)$$

$$Y2 = 60.3\%$$

3.6.2.4. Balance de materia de empacado**Balance General**

$$Y = Z$$

$$Z = 0.8 \text{ Kg chipa empacada}$$

Balance parcial de agua

$$Y(Y1) = Z(Z1)$$

$$0.8(0.397) = 0.8(Z1)$$

$$Z1 = 0.318/0.8$$

$$Z1 = 0.397 (100)$$

$$Z1 = 39.7\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$Y(Y2) = Z(Z2)$$

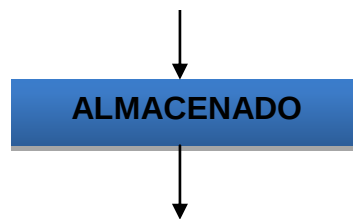
$$0.8(0.603) = 0.8(Z2)$$

$$Z2 = 0.482/0.8$$

$$Z2 = 0.603 \text{ (100)}$$

$$Z2 = 60.3\%$$

3.6.2.5. Balance de materia de almacenado



Balance General

$$Z = A1$$

$$A1 = 0.8 \text{ Kg chipa empacada}$$

Balance parcial de agua

$$Z(Z1) = A1(A11)$$

$$0.8(0.397) = 0.8(A11)$$

$$A11 = 0.318/0.8$$

$$A11 = 0.397 \text{ (100)}$$

$$A11 = 39.7\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$Z(Z2) = A1(A12)$$

$$0.8(0.603) = 0.8(A12)$$

$$A12 = 0.482/0.8$$

$$A12 = 0.603 \text{ (100)}$$

$$A12 = 60.3\%$$

3.7. Presupuesto

Tabla N° 6. Presupuesto de la investigación

N	RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO. \$	VALOR TOTAL
1	Chipa de Caucho	400 kg	1.00	400.00
2	Limón	150 kg	0.80	120.00
3	Proceso de Secado	16	20.00	320.00
4	Análisis Reológico	16	15.00	240.00
5	Alambres	80	0.30	24.00
6	Tazas de Recolecta	80	0.65	52.00
7	Espitas	80	0.10	8.00
8	Impresiones			150.00
9	Internet	100	1.00	100.00
10	Flash Memory	2	17.00	34.00
11	Transporte	100 d	5.00	500.00
12	Cámara Fotográfica	1	230.00	230.00
13	Imprevistos 5%			80.00
TOTAL				2258.00

Elaborado por: Santi Franklin/2014

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

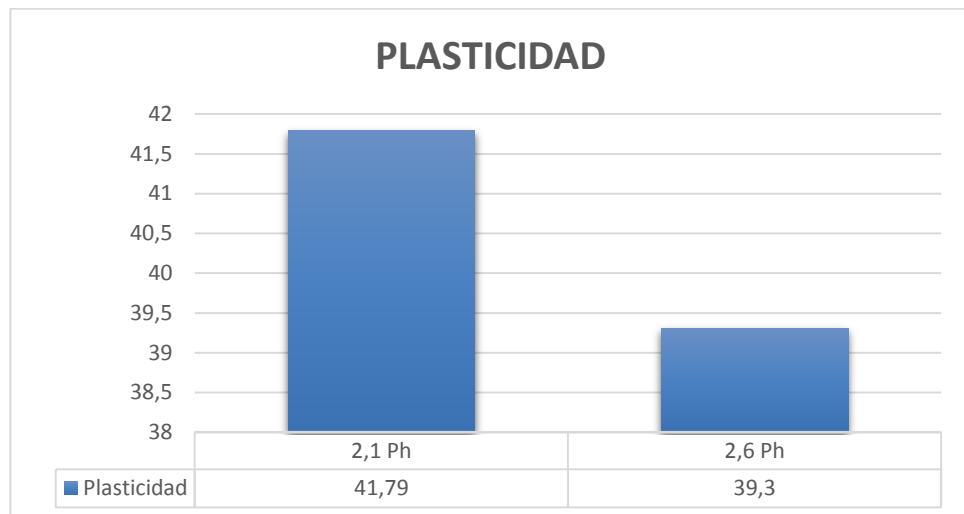
Tabla N° 7. Promedios registrados en las variables: Plasticidad, PRI y Viscosidad

FACTORES	PLASTICIDAD	PRI	VISCOSIDAD
	30 MIN	50% MIN	74 -105
Factor A: pH de la Solución			
1) 2.1	41.79a	68.03a	100.51a
2) 2.6	39.30b	66.55a	98.50a
Factor B: % en dosis			
1) 8 %	40.65a	66.49a	99.20a
2) 12%	40.44a	68.09a	99.81a
Interacción			
T1 (2.1 * 8%)	42.13a	67.48a	100.38a
T2 (2.1 * 12%)	41.45a	68.58a	100.65a
T3 (2.6 * 8%)	39.18a	65.50a	98.03a
T4 (2.6 * 12%)	39.43a	67.60a	98.98a
CV (%)	4.90	5.39	2.55

Elaborado por: Santi Franklin/2014

4.1.1. ANALISIS DE LA PLASTICIDAD

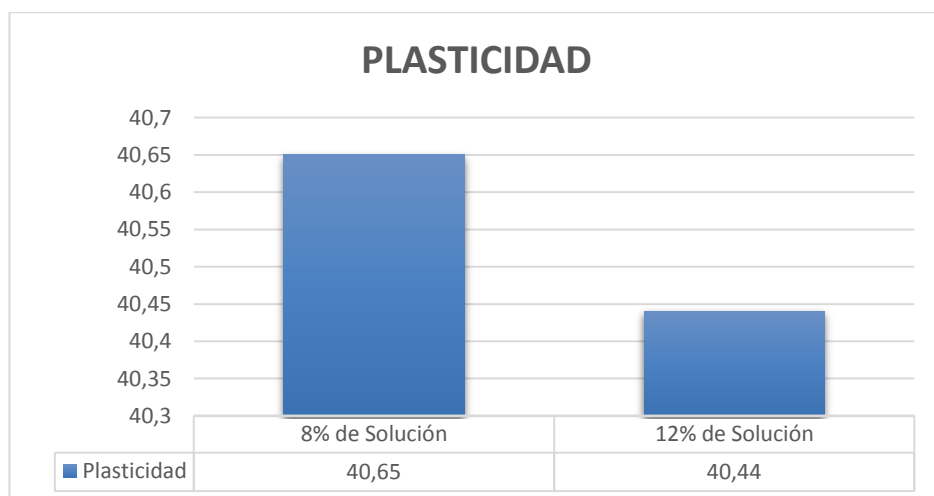
Figura N° 3 Plasticidad de la Chipa con respecto al pH de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 1, se observa los promedios registrados por los niveles de pH (factor A), los cuales presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1) según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), siendo el nivel de pH 2.1 que dio un mayor contenido de plasticidad con un 41.79, seguido del 2.6 de pH con un 39.3 de plasticidad.

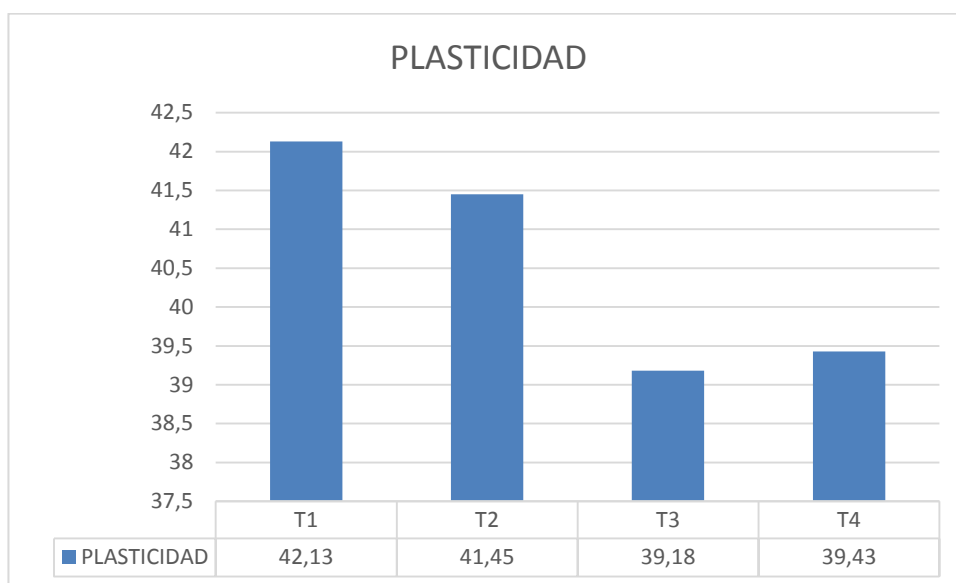
Figura N° 4 Plasticidad de la Chipa con respecto al porcentaje de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 2, se observa los promedios registrados por los porcentajes de la solución (factor B), los cuales no presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1) según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el porcentaje de solución con mayor plasticidad fue del 8% con un 40.65, seguido por el 12% de solución con el 40.44 de plasticidad.

Figura N° 5 Promedios de los tratamientos sobre la variable Plasticidad



Elaborado por: Santi Franklin/2014

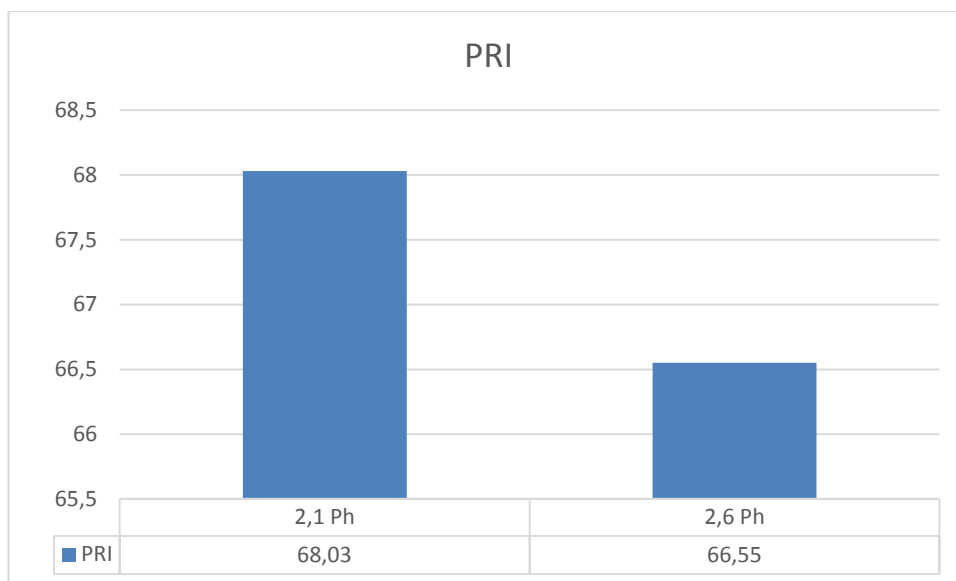
Al evaluar los tratamientos (interacción A*B), se observa que no existe diferencia significativa entre los niveles de pH (factor A) y los porcentajes de solución (factor B), todos los tratamientos son iguales. Según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el tratamiento con mayor plasticidad fue el T1 (2.1 de pH * 8% de solución) con un 42.13, seguido por el T2 (2.1 de pH * 12% de solución) con el 41.45 de plasticidad. El coeficiente de variación fue del 4.9%, indica un buen manejo del experimento en el laboratorio.

No existe una norma INEN, que establezca valores determinantes en cuanto a la plasticidad de la chipa, pero según la empresa Erco Continental de Cuenca los límites permisibles de plasticidad son de mínimo 30, por otro lado la chipa

elaborada en la presente investigación cuenta con el 42.13 de plasticidad, representando por lo tanto un alto valor de este elemento.

4.1.1.1. ANALISIS DE PRI (Índice de retención de plasticidad)

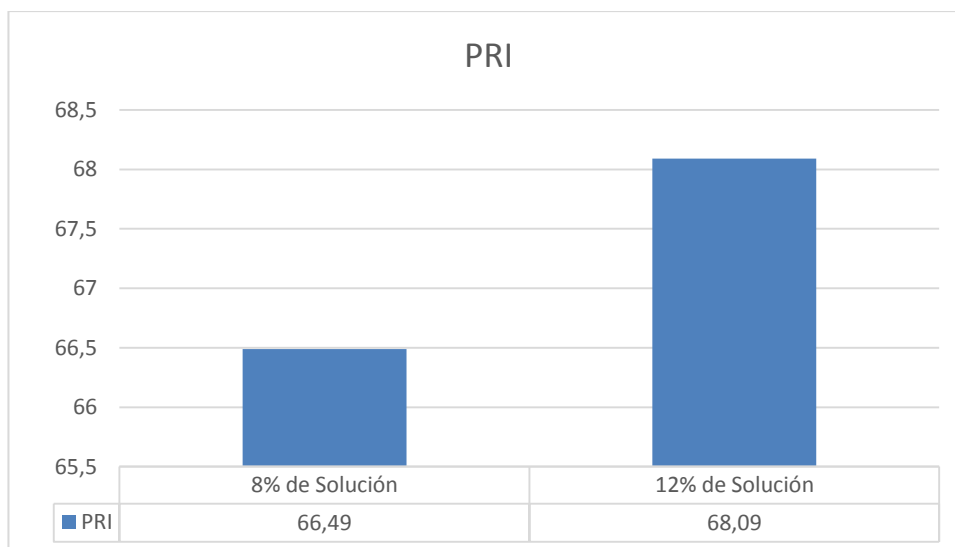
Figura N° 6 PRI de la Chipa con respecto al pH de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 4, se observa los promedios registrados por los niveles de pH (factor A), los cuales no presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1). Según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se observa un solo rango siendo el nivel de pH 2.1 que dio un mayor contenido de PRI con un 68.03%, seguido del 2.6 de pH con un 66.55% de PRI.

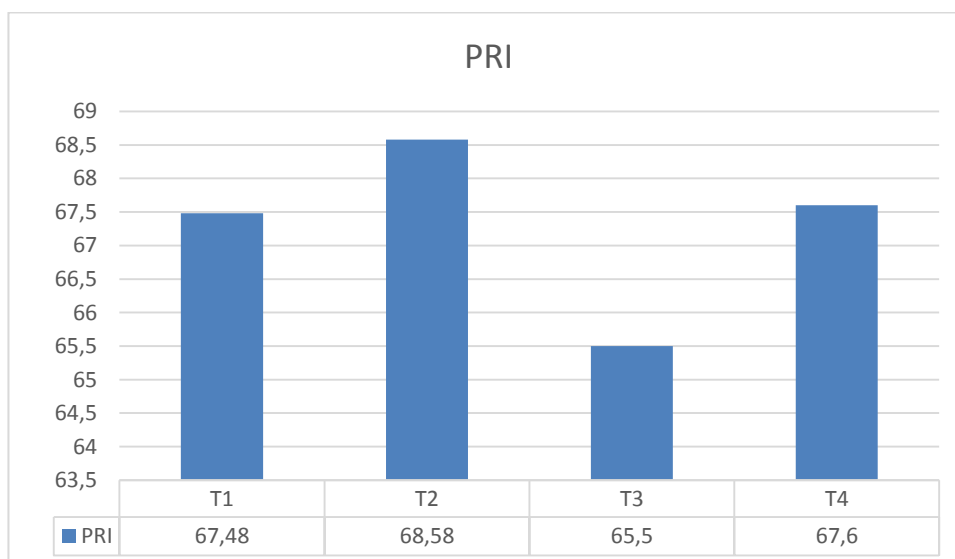
Figura N° 7 PRI de la Chipa con respecto al porcentaje de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 5, se observa los promedios registrados por los porcentajes de la solución (factor B), los cuales no presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1) según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el porcentaje de solución con mayor PRI fue del 8% con un 66.49% de PRI, seguido por el 12% de solución con el 68.09% de PRI.

Figura N° 8 Promedios de los tratamientos sobre la variable PRI



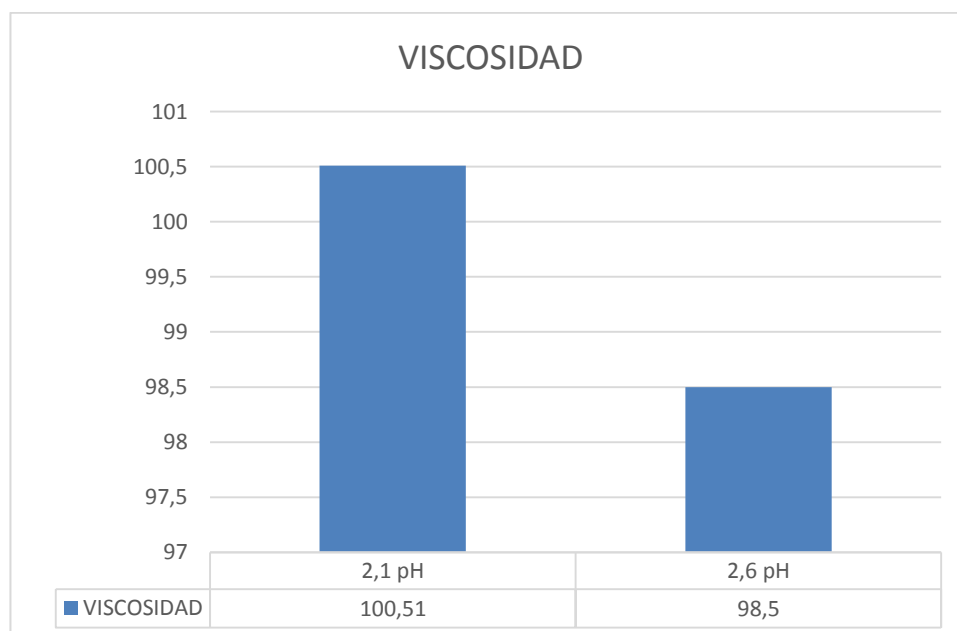
Elaborado por: Santi Franklin/2014

Al evaluar los tratamientos (interacción A*B), se observa que no existe diferencia significativa entre los niveles de pH (factor A) y los porcentajes de solución (factor B), todos los tratamientos son iguales. Según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el tratamiento con mayor PRI fue el T2 (2.1 de pH * 12% de solución) con un 68.58%, seguido por el T4 (2.6 de pH * 12% de solución) con el 67.6% de PRI. El coeficiente de variación fue del 5.39%, indica un buen manejo del experimento en el laboratorio.

No existe una norma INEN, que establezca valores determinantes en cuanto a la PRI de la chipa, pero según la empresa Erco Continental de Cuenca los límites permisibles de PRI son de mínimo del 50%, por otro lado la chipa elaborada en la presente investigación cuenta con el 68.58% de PRI, representando por lo tanto un alto valor de este elemento.

4.1.1.2. ANALISIS DE VISCOSIDAD

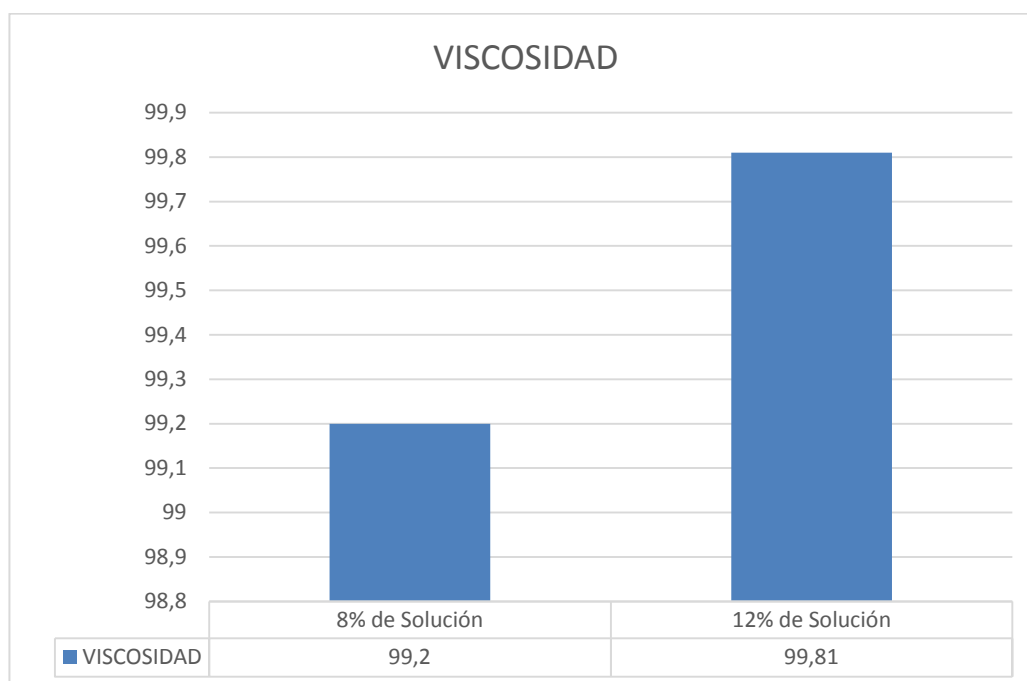
Figura N° 9 Viscosidad de la Chipa con respecto al pH de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 7, se observa los promedios registrados por los niveles de pH (factor A), los cuales no presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1). Según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) se observa un solo rango siendo el nivel de pH 2.1 que dio un mayor contenido de viscosidad con un 100.51, seguido del 2.6 de pH con un 98.5 de viscosidad.

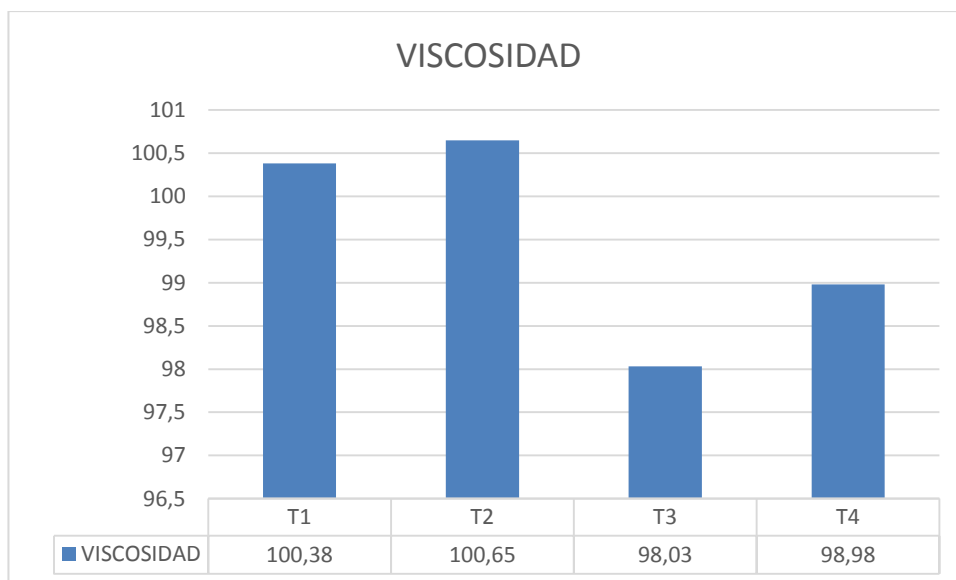
Figura N° 10 Viscosidad de la Chipa con respecto al porcentaje de la solución



Elaborado por: Santi Franklin/2014

En la figura 8, se observa los promedios registrados por los porcentajes de la solución (factor B), los cuales no presentaron diferencia estadísticamente significativa (cuadro 1) según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el porcentaje de solución con mayor viscosidad fue del 8% con un 99.2, seguido por el 12% de solución con el 99.81 de viscosidad.

Figura N° 11 Promedios de los tratamientos sobre la variable Viscosidad



Elaborado por: Santi Franklin/2014

Al evaluar los tratamientos (interacción A*B), se observa que no existe diferencia significativa entre los niveles de pH (factor A) y los porcentajes de solución (factor B), todos los tratamientos son iguales. Según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se tiene un solo rango definido, en el cual el tratamiento con mayor viscosidad fue el T2 (2.1 de pH * 12% de solución) con un 100.65, seguido por el T1 (2.1 de pH * 8% de solución) con el 100.38 de viscosidad. El coeficiente de variación fue del 2.55%, indica un buen manejo del experimento en el laboratorio.

No existe una norma INEN, que establezca valores determinantes en cuanto a la plasticidad de la chipa, pero según la empresa Erco Continental de Cuenca los rangos de viscosidad en la chipa son de 74 a 105, por otro lado la chipa elaborada en la presente investigación cuenta con el 100.65 de viscosidad, valor que se encuentra dentro del rango establecido.

4.2. Discusión.

- De acuerdo con los resultados establecidos de esta investigación del análisis de plasticidad, se encontró diferencias estadísticas significativas, mientras que el índice de retención de plasticidad y viscosidad, no se encontró diferencia significativa, en la formulación establecida en los parámetros evaluados.
- Al comparar todos los cuadros de adeva y pruebas de tukey se observa que el tratamiento con mayor contenido de plasticidad, fue el T1, es decir el nivel pH 2.1 y un porcentaje de 8, obteniendo un resultado de 42.13. y con respecto al PRI (Índice de retención de plasticidad) y viscosidad es el tratamiento 2, es decir el nivel de pH; 2.1 utilizando un porcentaje de solución del 12%. Obteniendo un resultado de 68.58% de PRI y 100.65 de viscosidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Considerando un óptimo resultado en el análisis de plasticidad, se concluye que el T1 (pH: 2.1 y 8%) es aceptable ya que está dentro del rango establecido por la Erco Continental.
- De acuerdo con los análisis de índice de retención de plasticidad según los datos estadístico, se concluye que el T2 (pH: 2.1; con un 12%) es el mejor ya que está dentro del rango establecido.
- Al evaluar los tratamientos estadísticos con respecto a la Viscosidad se concluye que el T2 (pH: 2.1; con un 12%) es aceptable ya que está dentro del rango establecido

5.2. Recomendaciones

- De acuerdo con el resultado obtenido en esta investigación en cuanto al análisis de plasticidad se recomienda el T1 como aceptable.
- En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de índice de retención de plasticidad se recomienda el T2 como mejor resultado.
- Al observar el resultado obtenido en esta investigación en cuanto al análisis de viscosidad se recomienda el T2 como aceptable

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

Adriana, Andrade C.; Andrea, Prada A.; Universidad Industrial de Santander; Diseño Básico de una Planta Procesadora de Látex de Caucho Natural para Diferentes Capacidades de Producción; Bucaramanga; 2005
repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6942/2/118586.pdf

Asoheca; Ficha Técnica Del Manejo De La Materia Prima En Post Cosecha; Beneficio Del Látex Del Caucho Natural; 2009

Asoheca; Ficha Técnica Para La Producción De Caucho Técnicamente Especializado TSR; 2009.
<http://www.asoheca.org/fichatecnicadelmanejodelamateriaprima>

Basf NA Producto Regularizado; Basf Corporation Hoja de Seguridad; Acido Fórmico 85%; USA; 2011 Consultado el 23/06/2013 en Worldaccount.basf.com

Beliczky Louis d. y John Fajen; Enciclopedia de la OIT. Industria del caucho; España; 2013.

Cámara Nacional de la Industria Hulera; Secretaria de Comercio y Fomento Industrial; Industria Hulera, Materias Primas, Hule Natural, Plasticidad Inicial Wallace e Índice de retención de Plasticidad Método de Prueba; 1999.

Camino, Loor, Paola; Escuela Politécnica del Ejercito; Efecto de la Fertilización Con N-P-K Sobre el Crecimiento Vegetativa; Sto. Domingo; 2012.
Consultado el 24/06/2013 en repositorio.espe.edu.ec

Chaves, María; Montiel, Graciela; Sgroppo, Sonia; Avanza, Jorge; Laboratorio de Tecnología Química - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE. Campus Universitario - Av. Libertad 5600 - (3400) Corrientes – Argentina; Caracterización del Jugo de Lima Rangpur.

Consultado el 09 de octubre del 2013

<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/8-Exactas/E-053.pdf>.

Claudia Tavera R.; Universidad Industrial de Santander; Estudio Experimental Para la Implementación de un Proceso de Producción de Caucho Natural en la Región de Cimitarra Santander; Bucaramanga; 2010.

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/handle/123456789/6667>

Cornejo, F; Valenzuela, J; Universidad de Chile; El Caucho; Chile; 2009.

Consultado el 08/06/2013 en www.u-cursos.cl/Ingenieria/2009

Espinoza, Daniel; Pontificia Universidad Católica del Perú; Validación del Proceso Productivo del caucho en Base a Ensayos de Dureza; Lima; 2008

Consultado el 13/06/2013 en [Tesis.pucp.edu.pe](http://tesis.pucp.edu.pe)

Héctor, Echeverry R.; Universidad de la Sabana; Estudio de Materiales Sustitutos para la Disminución de Costos en la Preparación de Mezclas para la Producción de Piezas de Caucho; Sabana; 2007.

<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/handle/10818/4854>

Héctor J. Martínez Covalada; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia; La Cadena del Caucho en Colombia; Bogotá; 2005.

http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215190_caracterizacion_caucho.pdf.

III revisión bibliográfica; 3 generalidades del limón persa

Consultado el 28/09/2013

Jesús Bastidas; Ciro A. Cruz P; Programa Nacional de Transferencia de Tecnología agropecuaria Pronatta y Asoheca; Aprovechamiento del Cultivo y Beneficios del Látex del Caucho Natural; Colombia; 1998. Pág. 5-14

Jhader Cardozo; Cadena agroindustrial del caucho; El caucho, Slideshare; 2012.

[Htt://www.slideshare.net/jadercardozo1/el-caucho](http://www.slideshare.net/jadercardozo1/el-caucho)

José de león linares; Universidad de San Carlos de Guatemala; Implementación de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial en las Industrias Tropicales S.A.; Guatemala; 2004.

biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1222_IN.pdf

Martínez, S.L; T3 Química Ficha de seguridad; Acido Fórmico; Barcelona; 2007. Consultado el 15/06/2013 en iio.ens.uabc.mx

Renssnature; Corporación Nacional de Telecomunicaciones; Ficha Ambiental; Patricia Pilar; 2011.

<http://www.alegro.com.ec/Portals/0/pdf/Fichas/PATRICIA%20PILAR%20-%20FICHA%20AMBIENTAL%20CNT%20EP.pdf>.

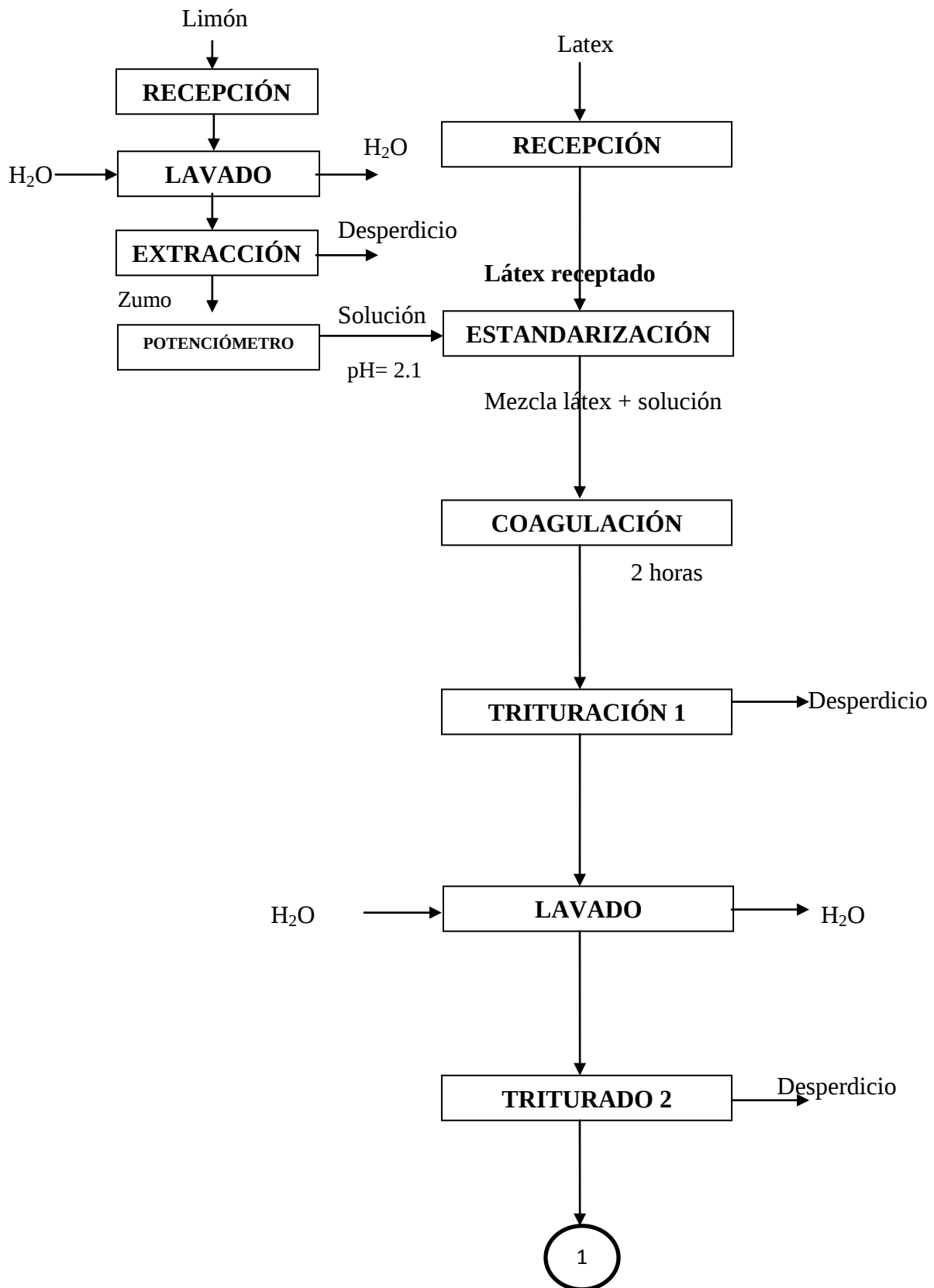
Rodríguez, I; Cadena, C; Universidad San Francisco de Quito; Estudio de Factibilidad para la producción de caucho "Hevea brasiliensis" en Quevedo, Provincia de Los Ríos; Cumbayá; 2009. Pág. 1-4

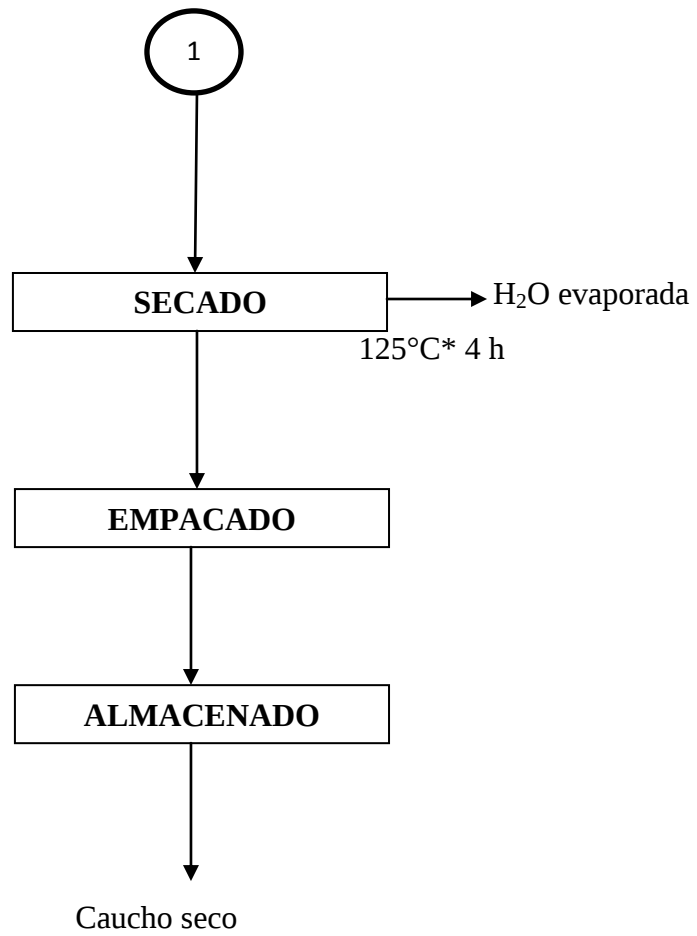
Consultado el 02/06/2013 en repositorio.usfq.edu

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo N° 1 Diagrama flujo del experimento obtención de chipas





Diseñado por: Franklin Santi, 2014

ANEXO N° 2. Datos obtenidos del análisis de la varianza

Plasticidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Plasticidad	16	0,35	0,19	4,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo.	25,79	3	8,60	2,18	0,1433
Niveles de pH	24,75	1	24,75	6,28	0,0276
% de solución	0,18	1	0,18	0,05	0,8341
Niveles de pH*% de solución	0,86	1	0,86	0,22	0,6497
Error	47,31	12	3,94		
Total	73,10	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,16315

Error: 3,9427 gl: 12

Niveles de pH	Medias	n	E.E.
2,1	41,79	8	0,70
2,6	39,30	8	0,70

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,16315

Error: 3,9427gl: 12

% de solución	Medias	n	E.E.
8	40,65	8	0,70
12	40,44	8	0,70

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,16848

Error: 3,9427gl: 12

Niveles de pH	% de solución	Medias	n	E.E.
2,1	8	42,13 4	0,99	A
2,1	12	41,45 4	0,99	A
2,6	12	39,43 4	0,99	A
2,6	8	39,18 4	0,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PRI

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PRI	16	0,11	0,00	5,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19,94	3	6,65	0,51	0,6854
Niveles de pH	8,70	1	8,70	0,66	0,4315
% de solución	10,24	1	10,24	0,78	0,3946
Niveles de pH*% de solución.	1,00	1	1,00	0,08	0,7873
Error	157,64	12	13,14		
Total	177,58	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,94844

Error: 13,1362 gl: 12

Niveles de pH	Medias	n	E.E.
2,1	68,03 8	1,28	A
2,6	66,55 8	1,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,94844

Error: 13,1362gl: 12

% de solución	Medias	n	E.E.
12	68,09 8	1,28	A
8	66,49 8	1,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,60880

Error: 13,1362gl: 12

Niveles de pH	% de solución	Medias	n	E.E.
2,1	12	68,58 4	1,81	A
2,6	12	67,60 4	1,81	A
2,1	8	67,48 4	1,81	A
2,6	8	65,50 4	1,81	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Viscosidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad	16	0,19	0,00	2,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,16	3	6,05	0,94	0,4527
Niveles de pH	16,20	1	16,20	2,51	0,1391
% de solución	1,50	1	1,50	0,23	0,6384
Niveles de pH*% de solución	0,46	1	0,46	0,07	0,7950
Error	77,45	12	6,45		
Total	95,61	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,76769

Error: 6,4544 gl: 12

Niveles de pH	Medias	n	E.E.
2,1	100,51 8	0,90	A
2,6	98,50 8	0,90	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,76769

Error: 6,4544gl: 12

% de solución	Medias	n	E.E.
12	99,81 8	0,90	A
8	99,20 8	0,90	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,33345

Error: 6,4544gl: 12

Niveles de pH	% de solución	Medias	n	E.E.
2,1	12	100,65 4	1,27	A
2,1	8	100,38 4	1,27	A
2,6	12	98,98 4	1,27	A
2,6	8	98,03 4	1,27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO N° 3. PROCESO ACTIVIDAD DEL PH DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO ORGÁNICO EN LA OBTENCIÓN DE CHIPAS DEL LÁTEX DEL CAUCHO



RECEPCION



CORTE PARA EXTRACCION



ESTANDARIZACION



RECOLECCION DEL LATEX



RECEPCION DE LATEX



HOMOGENIZACION



COAGULACIÓN



DOS HORAS DE COAGULACION



CHIPA DE CAUCHO



TRICTURACION I



TRICTURACION II



CAUCHO TRITURADO



HORNO INDUSTRIAL



CONTROL DE TEMPERATURA 125° 4h



CAUCHO SECO



EMPACADO



AGICOM
AGRICULTURA COMERCIAL S.A.

TRABAJAMOS POR EL FOMENTO DEL CULTIVO DE CAUCHO HEVEA EN EL ECUADOR

RESULTADO: ANÁLISIS DE PLASTICIDAD, ÍNDICE DE RETENCIÓN DE PLASTICIDAD Y VISCOSIDAD

Datos del Cliente	Referencia
Cliente: Sr. Franklin Santi Loor	Número de muestra: 16
Caucho: Seco	Fecha de ingreso: 2013/nov/27
Lote: 1	Fecha de entrega: 2013/dic/16
	Semana: 45

ENSAYOS

Muestra	PLASTICIDAD	PRI	Viscosidad
	30 min	50% min	74 - 105
1	43.00	62.40	98.40
2	40.80	65.80	101.50
3	40.30	67.50	97.30
4	41.00	68.30	97.20
5	41.50	69.50	99.20
6	41.30	69.50	98.00
7	37.00	68.00	93.80
8	40.00	72.10	97.40
9	42.50	73.30	102.70
10	45.00	72.60	102.70
11	42.20	62.80	98.50
12	39.00	64.10	102.10
13	41.50	64.70	101.20
14	38.70	66.40	100.40
15	37.20	63.70	102.50
16	37.70	65.90	99.20

NOTA: Los datos de cada ensayo están reportados en plasticidad, índice de retención de plasticidad y viscosidad.

Atentamente.

AGRICULTURA COMERCIAL S.A.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL

Mirian Lucia Urgilés Remache
mirgatis@hotmail.com

Secretaria General

ESTACIÓN EXPERIMENTAL

Km. 42 Vía Santo Domingo - Quevedo * Telefax: 05 2700 215 - 05 2700 253 * Celular: 09 9453 048 / 09 9680 977
E-mail: agicom@ecnet.ec

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 1 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	

***FICHA TÉCNICA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAUCHO
TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO TSR***

Alrededor de 1965, los productores de caucho natural introdujeron el esquema de clasificación TSR – Cauchos técnicamente especificados (Technically Specified Rubber), para poder evaluar su calidad mediante ensayos de laboratorio. Adicionalmente, permite cuantificar la calidad del producto en forma más objetiva que la clasificación visual. El TSR está elaborado con procesos que introducen mejoras en la operación del lavado de los coágulos y, por lo tanto, en la calidad y uniformidad del material.

1. Objetivo

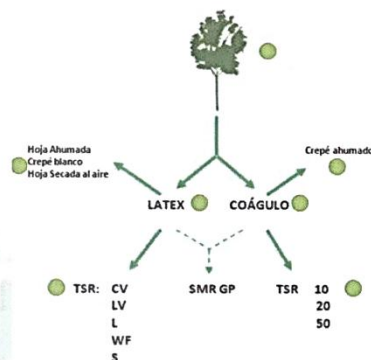
La presente ficha técnica se elabora con el fin de trazar los lineamientos generales que se deben tener en cuenta para la producción de caucho técnicamente especificado (TSR) desde la recepción de materias primas hasta la obtención del producto final bajo estándares y normas internacionales de calidad.

2. Alcance e importancia

Esta ficha técnica se referirá al TSR elaborado a partir del coágulo de campo, para la obtención de grados 10 y 20.

Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 2 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	



Gráfica 1. Origen de los diferentes grados de caucho natural técnicamente especificado.

3. Terminología

- **Caucho natural:** cis-1,4 poliisopreno que es obtenido de fuentes vegetales, incluyendo el *Hevea brasiliensis*.
- **Cenizas:** Residuo de la incineración de un material bajo condiciones específicas.
- **Coagulación:** Proceso de aglomeración irreversible de partículas dispersas originalmente en látex.
- **Coagulante:** Sustancia adicionada al látex de campo para acelerar su coagulación y retardar la acción bacteriana.

Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 3 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	

- **Coágulo de campo:** Producto de la coagulación realizada en el sitio de rayado en la taza de recolección de látex.
- **DRC - Dry Rubber content** (Contenido de caucho seco): Medida de la cantidad de caucho seco en el coágulo de campo.
- **Estabilizante:** Ver anticoagulante.
- **Grado:** Clasificación de un caucho natural TSR de acuerdo a los requerimientos físicos y químicos de la Norma ASTM D 2227 – 96 (2007).
- **Humedad:** Cantidad de agua contenida en el coágulo de campo con respecto a su peso total.
- **Índice de retención de plasticidad** (PRI - Plasticity Retention Index): Cociente entre la plasticidad medida antes de envejecer en horno, bajo condiciones específicas, y la plasticidad medida después del envejecimiento.
- **Látex de campo:** Dispersión acuosa coloidal de caucho del *Hevea brasiliensis* con o sin un conservante y sin estar sometido a concentración o cualquier otro proceso.
- **Plasticidad:** característica del caucho sin vulcanizar que es expresada mediante el grado de retención de deformación después de remover una fuerza deformante.
- **TSR – Technical specified rubber** (Caucho técnicamente especificado): Caucho que según sus características está clasificado en alguno de los grados de caucho de la Norma ASTM D 2227 – 96 (2007) (Tabla 1). Cualquier caucho que no cumpla con todos los requerimientos de uno de los cinco grados de la tabla 1 no puede ser considerado un caucho técnicamente clasificado.

Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 4 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	

TABLE 1 Specifications For Technically Graded Natural Rubber

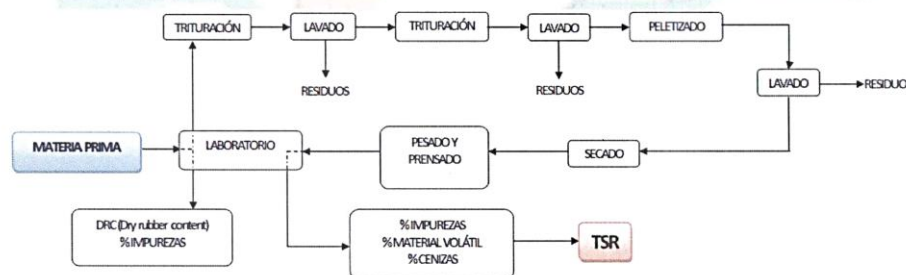
Property	Rubber Grade ^A				
	Grade L	Grade CV ^B	Grade 5	Grade 10	Grade 20
Dirt, retained on 45 µm sieve, % max	0.050	0.050	0.050	0.100	0.200
Ash, % max	0.60	0.60	0.60	0.75	1.00
Volatile matter, % max	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Nitrogen, % max	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Initial plasticity, min	30	...	30	30	30
Plasticity retention index, min	60	60	60	50	40
Color index, max	6.0	...	...	...	...
Mooney viscosity	...	60±5	...	...	...

^A Skim rubber is not permitted in any grade, and Grades L, CV, and 5 must be produced from intentionally coagulated latex.

^B Other Mooney ranges of Grade CV are available, CV- 50 ± 5 and CV- 70 ± 5. CV without suffix is the 60 ± 5 as shown in the table.

- **Viscosidad:** resistencia de un material a fluir bajo esfuerzos.
- **Viscosidad Mooney:** Medida de viscosidad de un caucho o compuesto de cauchos determinada en un viscosímetro de disco de acuerdo a la norma ASTM D1646.

4. Descripción del proceso de producción de caucho técnicamente especificado (TSR)



Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES		CODIGO: FPS-08
			VERSION: 00
	FECHA DE APROBACION: -2009		Página 5 de 7

Diagrama 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de caucho técnicamente especificado (TSR)

4.1 Recepción de materia prima

La materia prima (coágulo de campo) se recibe en planta en una presentación que facilite su transporte y manipulación, preferiblemente con un peso no mayor a 50 kg. Se debe tomar una muestra aleatoria a los coágulos recibidos de cada productor para determinación de DRC.

4.2 Trituración

Estos procesos buscan triturar el coágulo para reducir su tamaño hasta aproximadamente 2 cm. de diámetro. Se recomienda realizar 2 procesos de trituración, esto con el fin de facilitar el lavado.

4.3 Lavado

En este proceso se retiran partículas (arena, tierra, hojas, insectos, etc) indeseadas en el producto final. Puede realizarse, entre otras formas, mediante inmersión en tanques de agua con agitación por recirculación. Se recomiendan 3 etapas de lavado.

4.4 Peletizado

Mediante el peletizado se obtienen pellets de tamaños uniformes para garantizar un mejor secado y prensado.

4.5 Secado

Se realiza un secado con aire caliente por un periodo y temperatura controlada que asegure la humedad y el color característico del respectivo grado.

Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 6 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	

4.6 Pesado, prensado y empaque

El prensado permite la obtención de balas compactas y de superficie muy uniforme. Las balas tienen un peso estándar de 33.33 Kg. sus dimensiones son; 70 cm. de largo x 35 cm. de ancho y del orden de los 18 cm. de altura. El empaque tiene como finalidad limitar la contaminación, favorece la consistencia un poco gomosa propia del caucho crudo y evitar que las balas se peguen al momento del almacenamiento. Se realiza en bolsa de polietileno de baja densidad, cuyo punto de reblandecimiento es inferior a 105 °C compatible con el uso de mezcladores de alta temperatura que se encuentran en las industrias.

4.7 Laboratorio

Los análisis realizados al coágulo de campo son:

- DRC: Es básico para determinar el pago de la materia prima a los proveedores.

Los análisis realizados a un TSR son:

- Contenido de impurezas: es el peso de las impurezas (para 100 grs. de caucho) retenidas después de la disolución en xilol y filtradas en un tamiz cuyas mallas tienen una abertura de 45 micrómetros (referirse a la norma ASTM D1278). La respectiva especificación para cada TSR se observa en la Tabla 1.
- Grado de material volátil: garantiza el grado de secado y, con respecto a esto, es preciso hacer dos observaciones: la desecación absoluta del caucho no existe; en realidad se tiene un equilibrio hídrico que depende de su composición y de las condiciones ambientales. Además debe haber ausencia de puntos visibles o “virgis”. (referirse a la norma ASTM D1278). La respectiva especificación para cada TSR se observa en la Tabla 1.

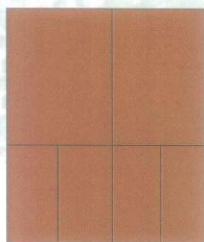
Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

	INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES	CODIGO: FPS-08	
		VERSION: 00	Página 7 de 7
		FECHA DE APROBACION: -2009	

- **Grado de cenizas:** un grado de cenizas elevado puede ser el signo de una contaminación mineral. (referirse a la norma ASTM D1278). La respectiva especificación para cada TSR se observa en la Tabla 1

4.8 Almacenamiento

El almacenamiento debe realizarse sobre estibas de madera o plásticas, evitando contacto directo con el suelo, lo cual puede llevar a generar problemas de humedad, mohos y hongos en el producto. Se pueden estibar por toneladas sin perder ninguna de sus propiedades, solamente pueden sufrir ligero aplastamiento.



La acomodación de la gráfica 2 permite acomodar 6 balas por cinco filas.

$$6 \times 5 = 30 \text{ balas}$$

$$30 \text{ balas} \times 33.33 \text{ Kg} = 1000 \text{ Kg}$$

Bibliografía

- Norma ASTM D 1566 – 08b. Standard Terminology Relating to Rubber
- Norma D 2227 – 96 (Re-aprobada en 2007). Standard Specification for Natural Rubber (NR) Technical Grades.
- Ficha técnica TSR 20 – Asoheca (2010).
- Manual del caucho. Friedenthal, Esteban (2002).

Elaboró: Coordinador Área Técnica	Revisó: Coordinador SGC	Aprobó: Director Ejecutivo
-----------------------------------	-------------------------	----------------------------

Republic of Ecuador

EDICT OF GOVERNMENT

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 0887 (1983) (Spanish): Caucho.
Determinación de la dureza (escala Irhd)

BLANK PAGE



PROTECTED BY COPYRIGHT

Norma Ecuatoriana	CAUCHO. DETERMINACIÓN DE LA DUREZA (ESCALA IRHD).	INEN 887 1982-10
-------------------	--	---------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para la determinación de la dureza de productos de caucho vulcanizado.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a caucho de dureza entre 50 y 85 IRHD y puede usarse también para rangos entre 30 y 95 IRHD.

2.2 Esta norma no se aplica a cauchos muy blandos o muy duros, que serán objeto de las otras normas.

3. METODO DE ENSAYO

3.1 Principio. El ensayo de la dureza consiste en medir la diferencia de indentación de la esfera en el caucho, una vez bajo carga pequeña y otra bajo carga elevada. De esta diferencia se determina el valor de la dureza internacional del caucho (internacional rubber hardness degress - IRHD), de una tabla (o de un gráfico) o de una escala para lectura directa en grados de dureza IRHD, fijada en el instrumento de indentación. (ver también Anexo A) .

3.2 Instrumental

3.2.1 El aparato para medición de la dureza debe constar de los siguientes dispositivos, con las dimensiones y fuerzas de la Tabla 1.

3.2.1.1 Eje vertical que tenga una bola rígida o superficie esférica en la parte inferior, con mecanismo para sujetar el eje de modo que la superficie esférica se pueda mantener ligeramente sobre la superficie antes de aplicar la fuerza.

TABLA 1. Fuerzas y dimensiones del instrumental

Ensayo	Diámetros mm	Fuerza en la superficie esférica			Fuerza en el pie
		contacto	intentado	total	N
		N	N	N	
Normal	esfera 2,38±0,01 pie - 20 ± 1 perfor. 6±1 o también esfera 2,5±0,01 pie 20 ± 1 perfor. 6 ± 1	0,30 ± 0,02	5,23 ± 0,01	5,53± 0,3	8,3 ± 1,5
		0,30 ± 0,02	5,40 ± 0,01 -	5,70± 0,03	8,3 ± 1,5
Micro	mm	mN	mN	mN	mN
	esfera 0,396±0,005 pie 3,35±0,15 perfor. 1,00±0,15	8,3 ± 0,5	145 ± 0,5	153 ± 1	235 ± 30

(Continúa)

3.2.1.2 Dispositivo para aplicación de la fuerza de contacto y de indentación con margen para soportar el peso del eje vertical y de cualquier accesorio o mecanismo requerido, o de resortes que actúen sobre él, de modo que se puedan aplicar fuerzas especificadas sobre la superficie esférica.

3.2.1.3 Dispositivos, mecánicos, eléctricos u ópticos para medir el incremento de la profundidad de indentación de la superficie esférica, causada por aplicación de la fuerza, ya sea con lectura en unidades métricas o directamente en grados IRHD.

3.2.1.4 Pie anular plano, perpendicular al eje vertical, con perforación central para paso del eje. El pie se apoya sobre la probeta de ensayo y ejerce sobre esta una presión de $0,3 \pm 0,05$ bar, siempre que la fuerza total sobre el pie no esté fuera de los establecidos en la Tabla 1; el pie está conectado rígidamente con el dispositivo de medición de la indentación, de modo que se mide el movimiento relativo del eje respecto al pie (esto, es, del tope de la superficie esférica), no relativo a la superficie que soporta a la probeta.

3.2.1.5 Medios para evitar la fricción en el instrumental, que puede omitirse en aparatos muy precisos.

3.2.1.6 Cámara de ensayo para la probeta, cuando el ensayo se realiza a temperaturas diferentes que las normalizadas para el laboratorio. Esta cámara debe estar equipada con dispositivos para mantener la temperatura en un valor, determinado $\pm 1^\circ\text{C}$. Debe permitir colocar el pie y el eje del instrumento de medición en el interior de la cámara. Se requiere un sensor en el interior, en la proximidad de la pieza a ensayarse, para medir la temperatura.

3.3 Probeta. La probeta debe tener las caras superior e inferior planas, lisas y paralelas. Los ensayos que deben ser comparados con otros, deben llevarse a cabo en probetas del mismo espesor. Para obtener el espesor necesario, está permitido sobreponer dos piezas de caucho, pero no más de dos, siempre y cuando las superficies sean paralelas.

3.3.1 Probeta para ensayo normal. Debe tener entre 8 y 10mm de espesor, en casos especiales se permiten otros espesores, pero no menos de 4 mm. Las dimensiones laterales de probetas normalizadas (8 a 10mm de espesor) o de probetas fuera de norma deben ser tales, que el ensayo debe hacerse a distancia menor del borde de la pieza, según lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2. Distancias laterales mínimas

Espesor total de la probeta	Distancia mínima del punto de impacto al borde de la probeta
mm	mm
4	7,0
6	8,0
8	9,0
10	10,0
15	11,5
25	13,0

(Continúa)

3.3.2 Probeta para micro - ensayo: La probeta normalizada debe tener un espesor de $2,0 \pm 0,5$ mm. Debido a los efectos variables en el endurecimiento de la superficie del caucho y de cualquier rugosidad superficial, no se obtendrá resultados exactamente iguales a los determinados, con probetas para ensayo normal. Un espesor en el intervalo 1,6 a 2,0 mm puede producir medidas iguales, pero no siempre es éste el caso. Se pueden utilizar probetas más gruesas o más delgadas, pero no menos de 1 mm. Las dimensiones laterales deben ser tales, que no tomen mediciones menos de 2 mm del borde de la probeta. Piezas curvadas: (anillos) por ejemplo, se pueden ensayar con el micro ensayo, pero los valores no son comparables a los de las probetas planas. Cuando se ensayan probetas de espesor mayor a 4 mm en el micro - ensayo, debido a que las dimensiones laterales no permiten el ensayo normal, el micro - ensayo se aplicará lo más lejos posible de los bordes de la probeta.

3.3.3 Otras condiciones de la probeta

3.3.3.1 Los ensayos no deben llevarse a cabo dentro de las primeras 16 horas subsiguientes al vulcanizado y, en caso de arbitrio, no más de 72 horas después de la vulcanización. Cuando el ensayo se realiza en un laboratorio normalizado, las probetas deberán ser mantenidas en las condiciones de ensayo, por lo menos 3 horas inmediatamente antes de proceder al ensayo. Cuando los ensayos se llevan a cabo a más o menos temperatura que las normalizadas, las probetas deberán mantenerse en las condiciones de ensayo por un período que permita que las probetas adquieran equilibrio térmico con el ambiente de ensayo, o por el tiempo requerido en la norma específica del producto, en caso de haberla.

3.3.3.2 El ensayo debe llevarse a cabo a temperaturas normalizadas de laboratorio. Estas temperaturas son: $20 \pm 2^\circ\text{C}$; $23 \pm 2^\circ\text{C}$; $27 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Controlar que la probeta cumpla las condiciones de 3.3. Las superficies superior e inferior de la probeta deben polvearse ligeramente con talco fino y colocárselas sobre una superficie plana rígida. Aplicar el pie del instrumento sobre la probeta. Aplicar luego la fuerza sobre la esfera (o superficie esférica) durante 5 minutos, y también la fuerza de contacto.

3.4.1.1 Si la lectura es directa en grados de la dureza IRHD, la escala deberá ajustarse para que marque 100 al final del período de 5 segundos. La fuerza adicional de indentación debe aplicarse después y mantenerse por 30 segundos. Leer luego el valor directamente en la escala.

3.4.1.2 Si la lectura es en unidades métricas, la diferencia D de las indentaciones (en centésimas de milímetro) causadas por el eje vertical a causa de la fuerza de indentación, aplicada durante 30 segundos, deberá ser registrada. Este valor se convierte en dureza IRHD mediante la Tabla 3. Para el micro -ensayo, debe multiplicarse el valor D por seis, antes de convertirlo en dureza IRHD.

3.4.2 Durante los períodos de ensayo, hacer vibrar todo el instrumento de ensayo, para vencer cualquier fricción de los mecanismos.

3.4.3 Se tomarán tres o cinco diferentes puntos de medición sobre la superficie ensayada.

(Continúa)

3.5 Resultados

3.5.1 La dureza en grados IRHD es el número entero más aproximado (ver nota 1) a la media aritmética de los tres o cinco valores medidos.

3.5.2 El reporte de ensayo debe incluir:

- a) dimensiones de la probeta y la declaración de estar constituida por una o dos piezas.
- b) temperatura de ensayo;
- c) tipo de superficie ensayada (moldeada, pulida, etc); y
- d) tipo de aparato usado (normal - micro) .

(Continúa)

TABLA 3. Relación entre la indentación y el grado de dureza IRDH.

mm	IRDH	D 0,01 mm	IRDH	D 0,01 mm	IRDH	D 0,01 mm	IRDH
0	100	45	73,9	90	52,3	135	38,9
1	100	46	73,3	91	52,0	136	38,7
2	99,9	47	72,7	92	51,6	137	38,4
3	99,8	48	72,2	93	51,2	138	38,2
4	99,6	49	71,6	94	50,9	139	38,0
5	99,3	50	71,0	95	50,5	140	37,8
6	99,0	51	70,4	96	50,2	141	37,5
7	98,6	52	69,8	97	49,8	142	37,3
8	98,1	53	69,3	98	49,5	143	37,1
9	97,7	54	68,7	99	49,1	144	36,9
10	97,1	55	68,2	100	48,8	145	36,7
11	96,5	56	67,6	101	48,5	146	36,5
12	95,9	57	67,1	102	48,1	147	36,2
13	95,3	58	66,6	103	47,8	148	36,0
14	94,7	59	66,0	104	47,5	149	35,8
15	94,0	60	65,5	105	47,1	150	35,6
16	93,4	61	65,0	106	46,8	151	35,4
17	92,7	62	64,5	107	46,5	152	35,2
18	92,0	63	64,0	108	46,2	153	35,0
19	91,3	64	63,5	109	45,9	154	34,8
20	90,6	65	63,0	110	45,6	155	34,6
21	89,8	66	62,5	111	45,3	156	34,4
22	89,2	67	62,0	112	45,0	157	34,2
23	88,5	68	61,5	113	44,7	158	34,0
24	87,8	69	61,1	114	44,4	159	33,8
25	87,1	70	60,6	115	44,1	160	33,6
26	86,4	71	60,1	116	43,8	161	33,4
27	85,7	72	59,7	117	43,5	162	33,2
28	85,0	73	59,2	118	43,3	163	33,0
29	84,3	74	58,8	119	43,0	164	32,8
30	83,6	75	58,3	120	42,7	165	32,6
31	82,9	76	57,9	121	42,5	166	32,4
32	82,2	77	57,5	122	42,2	167	32,3
33	81,5	78	57,0	123	41,9	168	32,1
34	80,9	79	56,6	124	41,7	169	31,9
35	80,2	80	56,2	125	41,4	170	31,7
36	79,5	81	55,8	126	41,1	171	31,6
37	78,9	82	55,4	127	40,9	172	31,4
38	78,2	83	55,0	128	40,6	173	31,2
39	77,6	84	54,6	129	40,4	174	31,1
40	77,0	85	54,2	130	40,1	175	30,9
41	76,4	86	53,8	131	39,9	176	30,7
42	75,8	87	53,4	132	39,6	177	30,5
43	75,2	88	53,0	133	39,4	178	30,4
44	74,5	89	52,7	134	39,1	179	30,2
						180	30,0

ANEXO A

A.1 La relación entre la diferencia de identificación y la dureza expresada en grados IRHD, se basa en:

- 1) La relación conocida para un material isotópico perfectamente elástico, entre la indentación P expresada en centésimas de milímetro y el módulo de Young M, expresado en meganewtons por metro cuadrado.

$$\frac{F}{M} = 0,0038 R^{0,65} P^{1,35}$$

Donde:

F = fuerza de indentación en newtons;

R = radio de la esfera en milímetros.

- 2) El uso de la curva que relaciona $\log_{10}M$ y la dureza en grados IRHD como la representada en el gráfico 1. Esta curva queda definida como:

- a) valor de $\log_{10}M$ del punto medio de la curva, = 0,364 (M expresado en meganewtons por metro cuadrado);
- b) pendiente máxima = 57 IRHD por incremento unitario en $\log_{10}M$.

(Continúa)

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

INEN 52. *Reglas para redondear números* 1973.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 48. *Vulcanized rubbers Determination of hardness (Hardness Between 30 and 85 IRHD)*. International Organization for Standardization. Ginebra, 1979.

BS 903. Part a 26. *Vulcanized Rubber - Determination of hardness*. British Standards Institution. Londres, 1969.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: CAUCHO. DETERMINACIÓN DE LA DUREZA	Código:
NTE INEN 887	(ESCALA IRHD)	MC 10.01-301

ORIGINAL.	REVISION:
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo
	Oficialización por Acuerdo No. de publicado en el Registro
	Oficial No. de
	Fecha de iniciación del estudio:
Fechas de consulta pública: de 1981-03-16 a 1981-04-30	

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES: INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

La norma en referencia no fue estudiada por el Subcomité Técnico, por considerarlo así la Dirección General.

Otros trámites: ♦⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1982-10-05

Oficializada como: OBLIGATORIA Por Acuerdo Ministerial No. 123 del 1983-04-08
Registro Oficial No. 475 del 1983-04-20

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:furresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec