

## CONSERVACION DE CARACTERÍSTICAS NATURALES DEL LÁTEX DEL CAUCHO (*Hevea Brasiliensis*) PARA USO ARTESANAL EN EL DISTRITO DE CHAZUTA REGIÓN SAN MARTÍN-PERU

**Eladio Neira Choquehuanca<sup>1</sup>, Juan Salazar Díaz<sup>2</sup>, Nino Castro Mandujano<sup>3</sup>**

1) Eladio Neira Choquehuanca, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Martín, Jr. Maynas 177, Tarapoto, Perú, correo electrónico: elanich\_18@hotmail.com

2) Juan Salazar Díaz, Universidad Nacional de San Martín, Jr. Maynas 177, Tarapoto, Perú, correo electrónico: jjsalazar@unsm.edu.pe

3) Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química e Ingeniería Química, UNMSM. Av. Germán Amezaga 375, Cercado de Lima, Lima, Perú. Correo electrónico: [ocastrom@unmsm.edu.pe](mailto:ocastrom@unmsm.edu.pe)

*Enviado: Junio de 2020; Aceptado: Julio de 2020*

### RESUMEN

Este trabajo de investigación, se realizó la preservación con amoníaco y caracterización fisicoquímica del látex natural de caucho "*Hevea Brasiliensis*". El látex fue extraído de los bosques concesionados a los productores artesanales del *Distrito de Chazuta* en la *Región San Martín-Perú*. El trabajo se divide en tres fases: la primera fase es determinar los parámetros fisicoquímicos del látex fresco sin preservante: contenido de sólidos totales (TSC), Contenido de caucho seco (DRC), material volátil (MV), cenizas y densidad relativa. La segunda fase, es experimentar la influencia del preservante (amoníaco) a diferentes concentraciones (0,6, 0,7, 1, y 1,5%), también se evaluaron los parámetros fisicoquímicos como el contenido de sólidos totales (TSC), materia volátil (MV), contenido de caucho seco (DRC) y pH. En la tercera fase, se realizó la evaluación de la influencia del preservante, para ello, se determinó las diferencias del látex con y sin preservante, además nos dieron datos de humectabilidad y formación sobre la composición con un análisis de espectroscopia infrarroja. Los valores de los parámetros fisicoquímicos obtenidos fueron: TSC de 51,02%, DRC de 47,23%, MV de 0,16%, y el contenido de cenizas 0,37% y la densidad relativa de 0,9763; el pH del látex al hacer la medición estaba en 5,5. En los análisis fisicoquímicos del látex natural preservado a diferentes concentraciones de  $NH_3$  se obtuvo que dichos resultados no mostraron diferencia significativa en el tiempo de preservación. Excepto el pH que disminuye progresivamente por ser el preservante altamente volátil. De los análisis por espectroscopia infrarroja que se obtuvo a las diferentes concentraciones (0,6, 0,7, 1 y 1,5%) de  $NH_3$  no alteran las bandas de absorción de los grupos funcionales del hidrocarburo isoprenico característico del caucho natural, por tanto, se recomienda usar preservante de menor concentración (máximo 0,6%), para efecto de disminuir la toxicidad, costos y el impacto ambiental.

**Palabras clave:** *Hevea Brasiliensis*, látex, preservante, caracterización.

### ABSTRACT

This research work was carried out with ammonia preservation and physicochemical characterization of the natural rubber latex "*Hevea Brasiliensis*". The latex was extracted from the forests granted to artisan producers in the *Chazuta District* in the *San Martín-Peru Region*. The work is divided into three phases: the first phase is to determine the physicochemical parameters of the fresh latex without preservative: total solids content (TSC), dry rubber content (DRC), volatile material (MV), ash and relative density. The second phase is to experience the influence of the preservative (ammonia) at different concentrations (0.6, 0.7, 1, and 1.5%), the physicochemical parameters such as the total solids content (TSC), volatile matter (MV) were also evaluated, dry rubber content (DRC) and pH. In the third phase, the evaluation of the influence of the preservative was carried out, for this, the differences of the latex with and without preservative were determined, in addition they gave us data on wettability and formation on the composition with an analysis of infrared spectroscopy. The values of the physicochemical parameters obtained were: TSC of 51.02%, DRC of 47.23%, MV of 0.16%, and the ash content 0.37% and the relative density gave 0.9763; the pH of the latex at the time of measurement was 5.5. In the physicochemical analyzes of the natural latex preserved at different concentrations of  $NH_3$ , it was obtained that said results did not show a significant difference in the preservation time. Except the pH that decreases progressively as it is a highly volatile preservative. The analysis by infrared spectroscopy obtained at the different concentrations (0.6, 0.7, 1, and 1.5%) of  $NH_3$  did not alter the absorption bands of the functional groups of the isoprenic hydrocarbon characteristic of natural rubber, therefore, it was recommends using a preservative of lower concentration (maximum 0.6%), in order to reduce toxicity, costs and environmental impact.

**Keywords:** *Hevea Brasiliensis*, latex, preservative, characterization

## INTRODUCCIÓN

En el mundo existen aproximadamente 8 millones de hectáreas de árboles de caucho *Hevea brasiliensis*, produciendo 5,59 millones de toneladas de caucho seco, siendo Tailandia el de mayor producción con 29,8%, Indonesia con 22,5% y Malasia con 19,2% son estos tres países que acaparan el 71,5% de la producción mundial. Los demás países que tienen el 28,5%, América solo contribuye con el 1% del total de producción mundial [1]. La demanda del caucho natural sigue creciendo, así en el 2005, el consumo mundial de caucho natural correspondía al 39% del consumo total de caucho. El *International Rubber Study Group* (IRSG) estima que en el año 2020 se consumirán alrededor de 9,5 millones de toneladas de caucho natural, previendo una demanda insatisfecha de 180 mil toneladas [2].

Desde hace siglos estos árboles de siringa (Caucho) fueron aprovechados por su látex para producir jebe de caucho, un insumo clave e importante para varios productos de la vida diaria como llantas, guantes, ligas, pelotas, botas, zapatos, etc. Hasta hoy en día el caucho natural no puede ser sustituido al 100% por el caucho sintético. Cada llanta de bicicleta o vehículo y cada pelota de fútbol y otros productos contienen un importante porcentaje de caucho natural [3].

A raíz de la importancia económica de la shiringa (Caucho) en el *Perú*, existe un creciente interés a nivel nacional tanto por parte del estado como de empresas nacionales de incrementar la producción de jebe natural a partir de plantaciones tecnificadas. En el mercado nacional, la oferta de caucho natural es insignificante, estimándose la producción anual entre 1,5 y 3 toneladas y la demanda cubierta con importaciones de insumos y productos acabados entre 5.000 y 10.000 toneladas anuales, de las cuales el 25% corresponde a láminas secas y hojas crepé, previéndose su incremento por el ciclo expansivo de la economía. La industria nacional de transformación de caucho natural se concentra en *Lima*, donde los fabricantes de llantas absorben el 75% de la demanda [2].

Los árboles de caucho *Hevea brasiliensis* sembrados y sostenidos técnicamente, están listos para iniciar la explotación entre los 6 y 7 años después de plantados el líquido a extraer, debe ser aprovechado adecuadamente de manera que se regenere una nueva corteza de excelentes condiciones y pueda ser utilizada durante 25 a 30 años mas [4]. El látex natural “*Hevea brasiliensis*” es la fuente de materia prima de innumerables productos los cuales poseen un gran impacto en el desarrollo económico, industrial, social, ambiental. La calidad de tales productos está sometida a la composición inicial (proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales, entre otros) del látex fresco preservado [1], en especial la cantidad de hidrocarburo presente en él, conocido en la industria del caucho como “*Dry Rubber Content*”, (DRC, contenido de caucho seco) siendo esta la característica más relevante al momento de su comercialización y no menos relevante el contenido

de sólidos totales o TSC entre otras propiedades. Analizando la parte ambiental, el árbol de caucho tiene la particularidad de almacenar más CO<sub>2</sub> que el promedio de los árboles de la selva amazónica, una hectárea de caucho cultivado fija 1.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, mientras que una hectárea de eucalipto solo fija 317 toneladas [3].

Las investigaciones aplicadas del uso del látex natural hay varias, así hay estudios de la purificación y caracterización de látex del *Vasconcellea candicans* [5]; del *Ficus insipida*, cuyo látex ha sido usado como antihelmíntico durante muchos años en la Amazonía, pero se investigó su efecto anticoagulante *in vitro* [6]. Además, se encontró un estudio sobre la *Hevea brasiliensis*, a la cual se realizaron estudios de estabilización del látex con NH<sub>3</sub> y evaluaron sus indicadores bioquímicos y fisicoquímicos en un periodo de 0 – 41 días. El látex líquido se caracterizó determinándose el pH, contenido de caucho seco, sólido total contenido, tensión superficial, contenido de lípidos y proteínas. Además, los perfiles de lípidos y proteínas fueron monitoreados. Se demostró que el método de estabilización de NH<sub>3</sub> rápidamente por 12 días e impacta significativamente los lípidos y contenidos de proteínas que resultan en cambios drásticos en la morfología, así como en la mecánica y fisicoquímica [7]. Otros investigadores, estudiaron para el ajuste del pH y la conservación a largo plazo del caucho natural del látex *Hevea brasiliensis*, con el amoníaco o KOH, pero, desafortunadamente, el amoníaco tiene un mal olor, es volátil y tóxico, por lo tanto, no proporciona manejo seguro y cómodo durante el procesamiento del látex. Mientras el uso de KOH para la conservación del látex, tienen una tendencia significativa a formar carbonato de potasio al entrar en contacto con el aire, lo que rápidamente conduce a una disminución del valor del pH; para superar estos inconvenientes, se otro investigadores estudiaron el empleo de la etanolamina, obteniéndose una estabilidad del látex comparable [8]. Existen varios medios para preservar el látex en estado líquido, incluido el amoníaco, sulfito de sodio, formalina y disulfuro de tetrametiluram (TMTD) u óxido de cinc (ZnO) [9].

Por otro lado, en el contexto local nuestra *Región San Martín del Perú*, en los dos últimos años a través del proyecto Huallaga central y Bajo Mayo viene implementando cultivos de caucho natural de gran envergadura, dado que constituye una alternativa socioeconómica de alto impacto para las regiones que cultivan y para el sector industrial que lo consume. El Distrito de *Chazuta Provincia y Región San Martín* cuenta aproximadamente con 250 hectáreas productoras de caucho apto para la extracción del valioso el látex. En la actualidad se continúa con las prácticas de extracción del látex de la shiringa (*Hevea brasiliensis*), es decir el látex natural proveniente de los árboles de caucho en el bosque. Los productos finales que produce *in situ* la *Asociación Ecobosque del Distrito de Chazuta* son láminas de caucho y enjebados. El diagnóstico sobre la extracción del látex en la localidad de *Chazuta, Provincia y Región San Martín*, se resume en el problema central

identificado: El látex de shiringa o caucho natural recién extraído se coagula de manera espontánea pocas horas después de recogerlo de los árboles, lo que supone un proceso no deseado porque hace que la manipulación adicional del látex, tal como la mezcla, transporte, almacenamiento y procesamiento adicional, se vuelva más difícil o casi imposible y, por lo tanto, no atractiva desde un punto de vista económico.

El aprovechamiento del látex natural del caucho o shiringa y su procesamiento para obtener el jebe de caucho para su venta genera ingresos para la comunidad y la población en general, y contribuye así a la conservación de la selva amazónica sin deteriorar los ecosistemas forestales amazónicos al contrario contribuye a su conservación. El látex natural es uno de los productos de los bosques amazónicos cuyas características difieren de otros lugares por origen [8].

La importancia estratégica del aprovechamiento del látex natural del caucho es para la mejora sensiblemente el desarrollo socioeconómico de los productores y porque constituye una alternativa ecológica de forestación y reforestación productiva. Al final de su vida productiva los árboles pueden ser aprovechados como madera. La producción de látex de los árboles disminuye de 25 a 35 años, estos son derribados y reemplazados los árboles derribados son una fuente de materia prima para la obtención de madera aserrada, molduras, parquet, madera contrachapada [7].

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es preservar y caracterizar fisicoquímicamente el látex natural del caucho “*Hevea Brasilienses*”, extraído de los bosques concesionados a los productores artesanales del Distrito de *Chazuta* en la *Región San Martín-Perú*.

### PARTE EXPERIMENTAL

**Muestra y Recolección.** La recolección de muestra del látex natural se obtuvieron del sector *Bristol* distrito de *Chazuta Region San Martin*. Se extrajeron 4 litros de látex natural de caucho (*Hevea brasiliensis*), para luego ser distribuido en cuatro envases a diferentes concentración de preservante de amoníaco, y una muestra testigo.



La producción de látex está en función de la longitud de la pica, siendo la más recomendable la media espiral o semi espiral.

Figura 1. Técnica de recolección del látex [3].

Para el desarrollo de la recolección se tuvo en cuenta la metodología recomendada, por *Ficha Técnica 3/FiTe03–ElSira–GIZ* [3], quienes nos indican que una vez ubicados, se procede a organizar grupos de trabajo para realizar las actividades de mateo, limpieza, construcción de campamentos, señalización y preparación de los árboles, pica o corte, recolección de látex, tamizado, coagulación, laminado, secado, empaquetado y termina con la comercialización. En la Figura 1, se muestra los detalles técnicos para una buena recolección del látex. Por otro lado, En el Tabla 1, se observa la distribución de la muestra de látex a diferentes concentraciones de amoniaco, también se indica la cantidad del preservante.

**Metodología.** Para la realización del proyecto se realizó varios análisis que determinan la calidad del látex natural de caucho, siendo estos parámetros relevantes para la adquisición de dicha materia prima por la industria nacional e internacional. La metodología con la que se realizó el proyecto fue cuantitativa, experimental y comparativa, debido a que se observó y cuantifico en un tiempo de preservación, y cómo varían cada uno de los parámetros en el tiempo de preservación.

Tabla 1. Resumen de las cantidades del preservante que se adiciono a cada muestra.

Concentración NH <sub>3</sub>	Látex NH <sub>3</sub> mL	Adición del Preservante mL
0,60%	350	7
0,70%	350	8,2
1,00%	350	11,7
1,50%	350	17,5

**Análisis fisicoquímico.**– En primera instancia se caracterizó al látex natural sin preservante, luego estos resultados obtenidos sirvieron para hacer una comparación con los datos obtenidos en el tiempo de preservación y con el espectrofotómetro se determinó los grupos funcionales del látex natural con y sin preservante. Los análisis realizados son: Contenido de sólidos totales – TSC, contenido de caucho seco –DRC, materia volátil – MV, porcentaje de cenizas, pH e integración de los grupos funcionales por infrarrojo; todas estas metodologías realizadas están en la Tabla 2, las cuales se hicieron con algunas ligeras modificaciones según las condiciones que tenemos.

Para análisis de espectroscopia infrarroja del látex, las muestras se analizaron empleando el espectrofotómetro FTIR de la marca *Nicolet “Modelo Impact 410”* en la *UNMSM, Facultad de Química*, el equipo contiene un *Orbit Next* con cristal de diamante, las mediciones se realizó en un intervalo de número de onda entre 4.000 a 450 cm<sup>-1</sup>.

**Diseño experimental.** Para las variables de las características fisicoquímicas del látex

natural procedente del distrito de *Chazuta Región San Martín* se utilizó un *Diseño Completo al Azar* (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones, el cuadro 3 se muestra la nomenclatura de tratamientos. Las comparaciones entre medias de tratamientos fueron realizados mediante la prueba de *Turkey* con un nivel de significancia del orden 0,05 de probabilidad. Los tratamientos constituyen las interacciones entre los factores A y B, producto de la combinación de los niveles de ambos factores:  $a_1 \cdot b_1$ ,  $a_1 \cdot b_2$ ,  $a_1 \cdot b_3$ ,  $a_2 \cdot b_1$ ,  $a_2 \cdot b_2$ ,  $a_2 \cdot b_3$ ,  $a_3 \cdot b_1$ ,  $a_3 \cdot b_2$ ,  $a_3 \cdot b_3$ ,  $a_4 \cdot b_1$ ,  $a_4 \cdot b_2$ ,  $a_4 \cdot b_3$ , es decir  $4 \cdot 3 = 12$  tratamientos

Tabla 2. Análisis fisicoquímicos realizados a las muestras de diferentes concentraciones.

<i>ANÁLISIS</i>	<i>MÉTODO</i>	<i>REFERENCIA</i>
Contenido de Sólidos Totales – TSC	ASTM D1076–88 modificada	Cáceres, 2011
Contenido de Caucho Seco –DRC	ASTM D 1076–88 modificado	Marroquin, 2015
Materia Volátil – MV	ISO 249 modificado para látex de caucho	Camacho 2014
Cenizas	ISO 248 modificado para látex de caucho	Camacho 2014
pH	NTP–209.174–1999 modificado	Camacho 2014

Tabla 3. Nomenclatura de los tratamientos del experimento.

Concentración (A)	Tiempo (A)
0,6 % ( $a_1$ )	0 – 10 días (b1)
0,7% ( $a_2$ )	11– 29 días (b2)
1 % ( $a_3$ )	30– 50 días (b3)
1,5% ( $a_4$ )	–

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El método de preservación más extendido es la estabilización del látex por el amoníaco, por otro lado, el contenido de fracciones solubles y de gel obtenidas después la solubilización de las películas de látex se vio afectada por el tratamiento con amoníaco, por lo tanto, se observarán diferencias en sus propiedades físicas. Además, la estabilización del látex por amoníaco facilita la hidrólisis de proteínas y lípidos. Las reacciones de hidrólisis, dan como resultado polipéptidos, aniones fosfato y largas cadenas aniónicas de acilo (ácidos grasos). Los ácidos grasos libres son adsorbidos en la superficie de las partículas de caucho, todo ello contribuye a la formación de cargas negativas a su alrededor que conducen a un aumento de la estabilidad coloidal del látex [7]. También, podemos afirmar que el tiempo de almacenamiento del látex estabilizado con amoníaco se debería afectar tanto la composición del látex como las propiedades físicas. En este sentido, es

conveniente que el látex concentrado se puede clasificar en tres tipos según contenido de amoníaco en el látex, así tendríamos látex bajo, medio y alto amoníaco [7].

**Análisis fisicoquímicos.** se aplicó las metodologías mencionadas, así obtuvimos los resultados de las propiedades fisicoquímicas del látex natural sin preservantes son: Contenidos de Sólidos Totales 51,02%, y Contenido de Caucho Seco 47,23%. Mientras que en cenizas contiene 0,37%. En materia volátil tiene 0,162% y la densidad relativa es de 0,9763; esta información se muestra en la Figura 3, donde se observa que cada valor es comparado con la referencia bibliográfica de las investigaciones de *Camacho* [13], los cuales nos indican que esas variaciones podrían a ser principalmente debidas al origen de la planta.

Para el látex natural con preservante a diferentes concentraciones (0,6, 0,7, 1, y 1,5%), de  $\text{NH}_3$  se obtuvieron resultados como: preservado al 0,6 de  $\text{NH}_3$  el pH es de 10,10, mientras que el CST es de 49,9, para el DRC es 45,90 y la Materia volátil es de 0,19. Preservado al 0,7 de  $\text{NH}_3$  se obtuvo un pH de 10,15, el CST 49,50%, el DRC es de 45,73%, y un 0,25% de MV. Para látex preservado al 1% de  $\text{NH}_3$  el pH determinado es de 10,28, el CST es de 49,40%, el DRC es de 45,15% y 0,28% de MV. El látex preservado al 1,5% de  $\text{NH}_3$  dio como resultado 10,46 en pH, 48,80% en CST, 43,93% en DRC, y un 0,26 % para materia volátil. Toda esta información puede verse en la Figura 4.

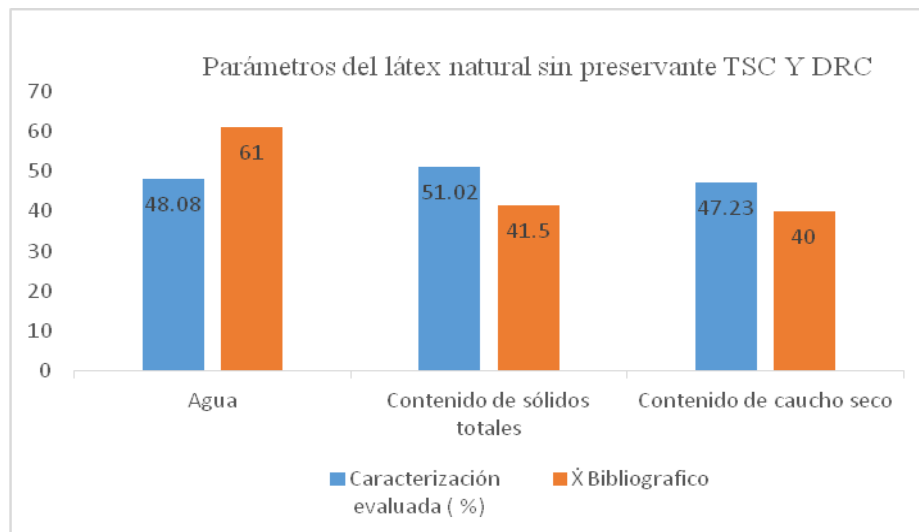


Figura 3. Resultado de los parámetros fisicoquímicos TSC y DRC, respectivamente, del látex natural sin preservante.

Podemos afirmar en base a los valores encontrados en la muestras sin preservante y con preservante, que un aumento en el porcentaje de agua en especial de minerales e impurezas (el tipo de regadío de esos árboles y las estaciones), modifica las propiedades del caucho, teniendo que hacerse tratamientos térmicos previos para eliminar y mitigar dicho aumento, antes de llevarse a cabo un uso específico, según lo señala la *Asociación Americana de Análisis y Materiales* (ASTM)

y Bottier en la página 22 [7]. Lo que permite deducir que la influencia de amoniaco a las distintas concentraciones no aumenta el porcentaje de material volátil y cenizas, ya que no supera los valores estipulados por las normas ISO.

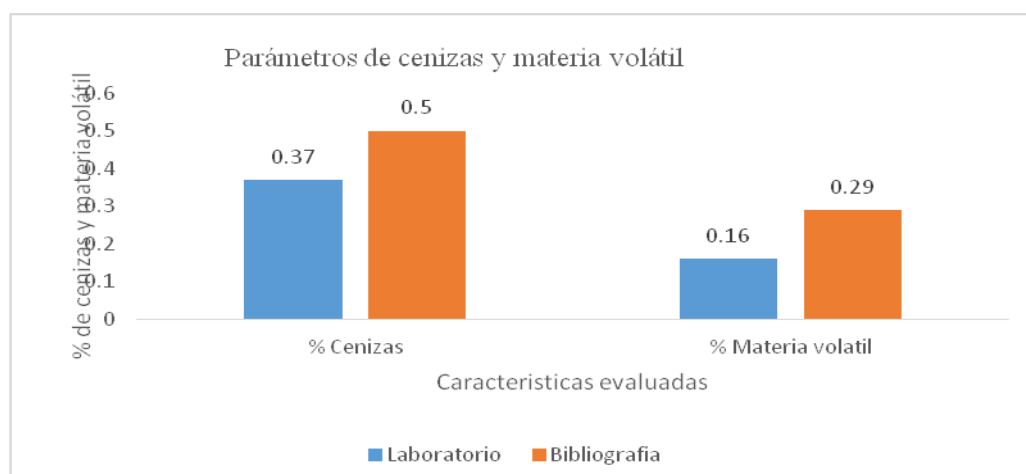


Figura 4. Resultado de los parámetros fisicoquímicos en porcentaje de cenizas y de materia volátil, respectivamente, para látex natural con preservante.

Con el análisis de espectroscopia FTIR se determinó los grupos funcionales del látex, predominando el polímero de isopreno (Pico 837 y 1.647) con estiramientos de doble y simple enlace perteneciente a los grupos funcionales alcanos y alquenos respectivamente (ver Figura 5), además en la Tabla 4, se muestra en forma resumida todas las señales las cuales nos indica (en forma cualitativa) que el látex contiene proteínas, ácidos grasos, lípidos, carbohidratos y todo esto se compara con los datos de otras investigaciones [7]. Además, un componente importante que contiene el látex es el poli(cis-1,4 isopreno), su estructura química está en la Figura 6, en la cual se puede ver las características del isopreno y estas características estructurales se logra identificar en el espectro como el doble enlace:  $C = C$  y  $C = C - H$ . Además, según referencias [7] el poli-isopreno es un componente mayoritario (entre el 93 a 95%) en el caucho seco.

Tabla 3. Asignación de alguna bandas observadas en el espectro IR

Frecuencia $cm^{-1}$ [7]	Asignación	Grupo funcional	Datos experimentales Frecuencia en $cm^{-1}$
3.283	Amina N-H	Proteínas	3.262
1.740	$R_1-(C=O)-O-R_2$	Lípidos esterificados	1.731
1.710	$R_1-(C=O)-O-R_2$	Ácidos grasos libres	1.705
1.660	$C=C$	Cis-1,4-isopreno	1.647
1.630	Amina I: $R_1-(C=O)-NH-R_2$	Proteínas	1.625
1.548	Amida II: $N-H, C=N$	Proteínas	1.538
836	$C=C-H$	cis-1,4-isopreno	837



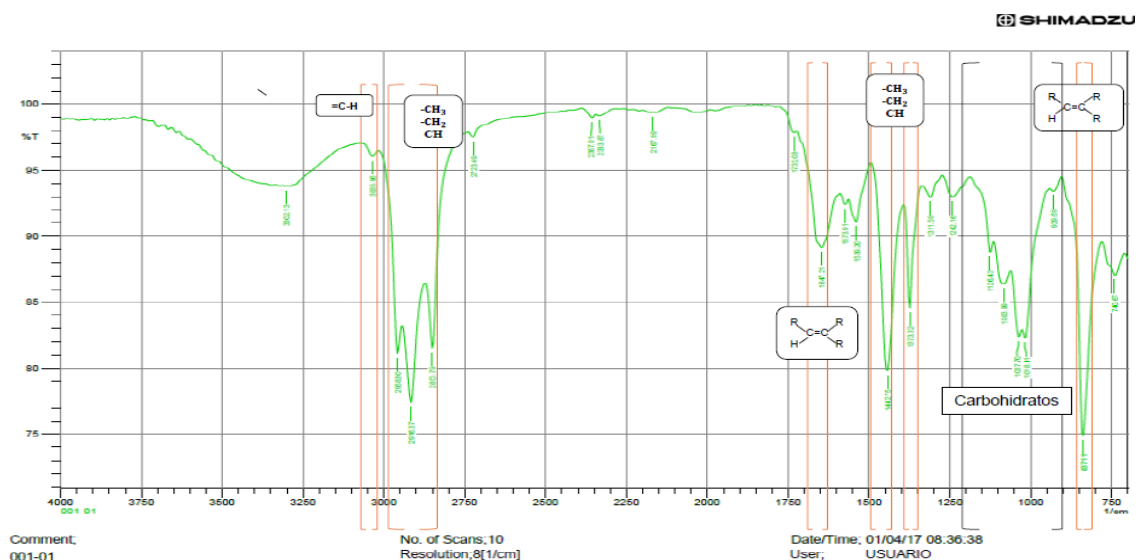


Figura 5. Espectro IR del látex natural sin preservante.

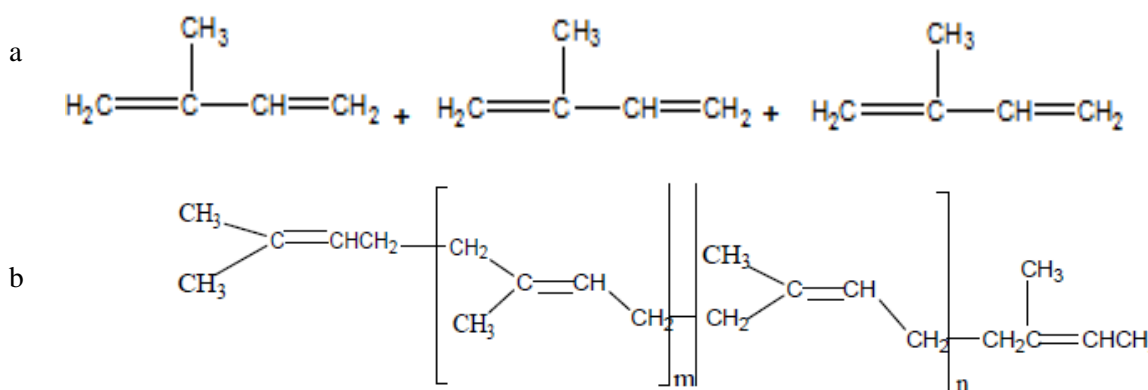


Figura 6. Estructura química ( a ) monómero isopreno ( b ) polímero (Caucho) poli cis 1,4-isopreno.

Analizando el espectro de infrarrojo de sustancias proteicas contienen varias bandas de absorción, llamadas “bandas amidas” características a estas longitudes de onda entre 3.300 y 3.100  $\text{cm}^{-1}$  como se observa en los espectros presentados en las Figuras 3 y 5 así como también las bandas en la regiones de 1.550 a 1.640  $\text{cm}^{-1}$ ; las regiones próximas a 2.850 y 2.920  $\text{cm}^{-1}$  corresponden a los estiramientos simétrico y asimétrico del radical metilo, en la región de 2.960  $\text{cm}^{-1}$  se encuentra el estiramiento simétrico y asimétrico del C–H en el radical metilo CH En la región de 1.660  $\text{cm}^{-1}$  y 1.544  $\text{cm}^{-1}$  se observa vibración de estiramiento asociado al doble enlace C = C, en 1.444 y 1.376  $\text{cm}^{-1}$  vibración de deformación asimétrica y simétrica del C–H en el radical metilo, en 1.126  $\text{cm}^{-1}$  vibraciones del esqueleto C–C, en 1.036  $\text{cm}^{-1}$  deformación del enlace C–CH<sub>2</sub> en el plano, en 840  $\text{cm}^{-1}$  una banda fuerte asociado a la flexión del C–H fuera del plano en el grupo funcional C = C

que se describe como típica cadena del cis-1,4 y en  $756\text{ cm}^{-1}$  una banda que corresponde a vibraciones del enlace C-C en el grupo funcional  $\text{CH}_2$  [7].

No obstante, las bandas en las regiones de  $3.284$  y  $3.332\text{ cm}^{-1}$  también pueden obedecer a los ácidos orgánicos usados para coagular las muestras, producto de la estabilización o neutralización que tienen los ácidos carboxílicos sobre la carga negativa presente en la capa periférica de proteínas y algunos grupos funcionales, que quedan por fuera de la interface caucho-agua. Sin embargo, no se presentan las bandas propias de los grupos carbonilos en las regiones de  $1.725$  y  $1.700\text{ cm}^{-1}$ , aunque cabe resaltar, que el látex de caucho es una suspensión coloidal de mezclas de sustancias como proteínas, lípidos, azúcares entre otros, los cuales pueden desplazar las bandas de los grupos carbonilos. [1,7].

El espectro A y B de la Figura 4, pertenecen al latex natural preservado con 0,6 y 0,7% de  $\text{NH}_3$  a 15 días de preservado, su estructura química funcional permanece estable en función a la Figuras 7-9. Sin embargo, y cumpliendo con el objetivo del trabajo, se puede deducir que independientemente de la concentración del amoníaco y las condiciones de trabajo, no se modifica la estructura química molecular principal del caucho (poli[cis-1,4-isopreno], ver Figuras 5 y 7-9), ya que se muestran las mismas bandas características, propias de ésta estructura elucidadas por IR, en trabajos e investigaciones realizados. Además, se podría incluso utilizar concentraciones más bajas para la coagulación del látex. [1,7].

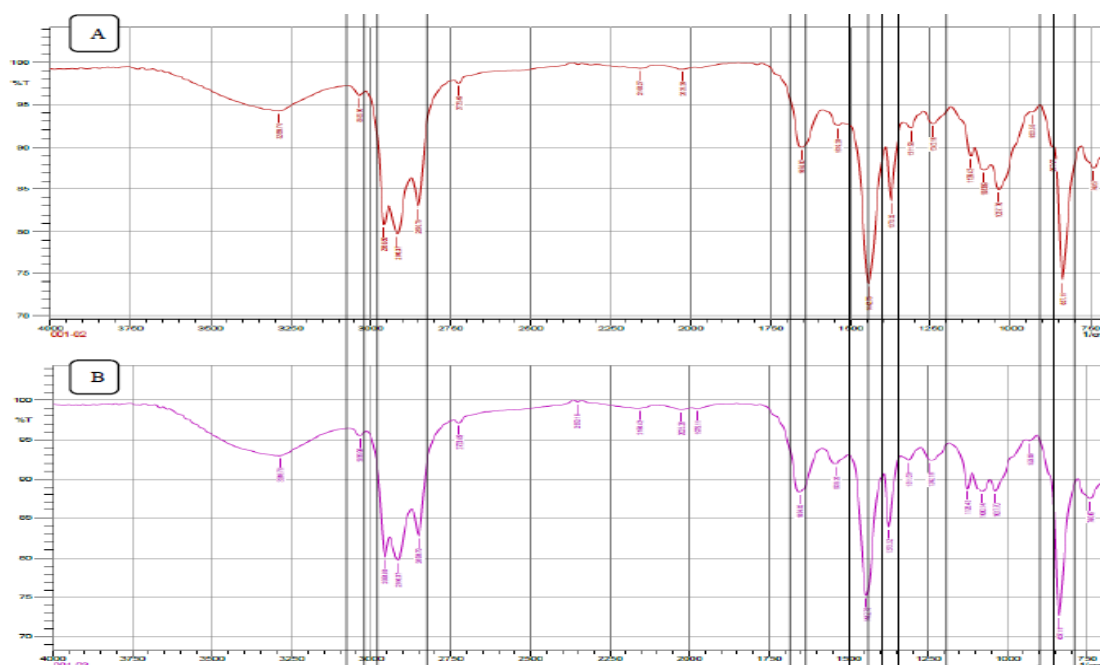


Figura 7. Espectro IR a 0,6 y 0,7% de  $\text{NH}_3$  después de 15 días de preservado.

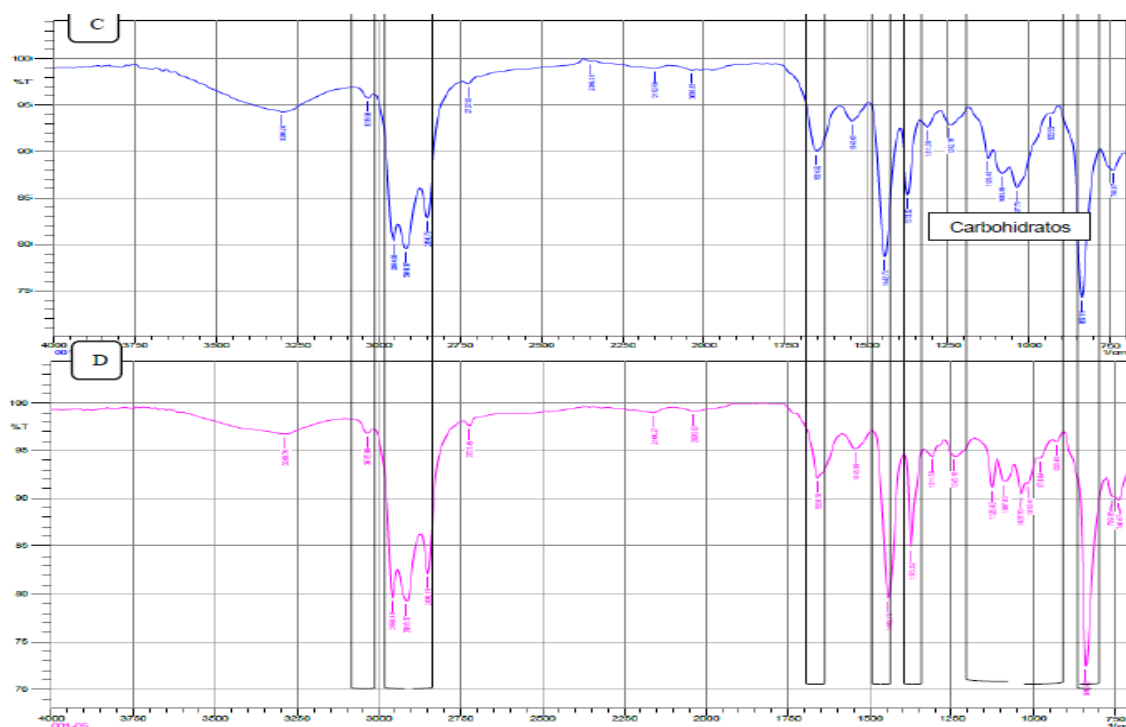


Figura 8. Espectro IR preservado a concentraciones de 1,0 y 1,5% de  $\text{NH}_3$  a 15 días de preservado.

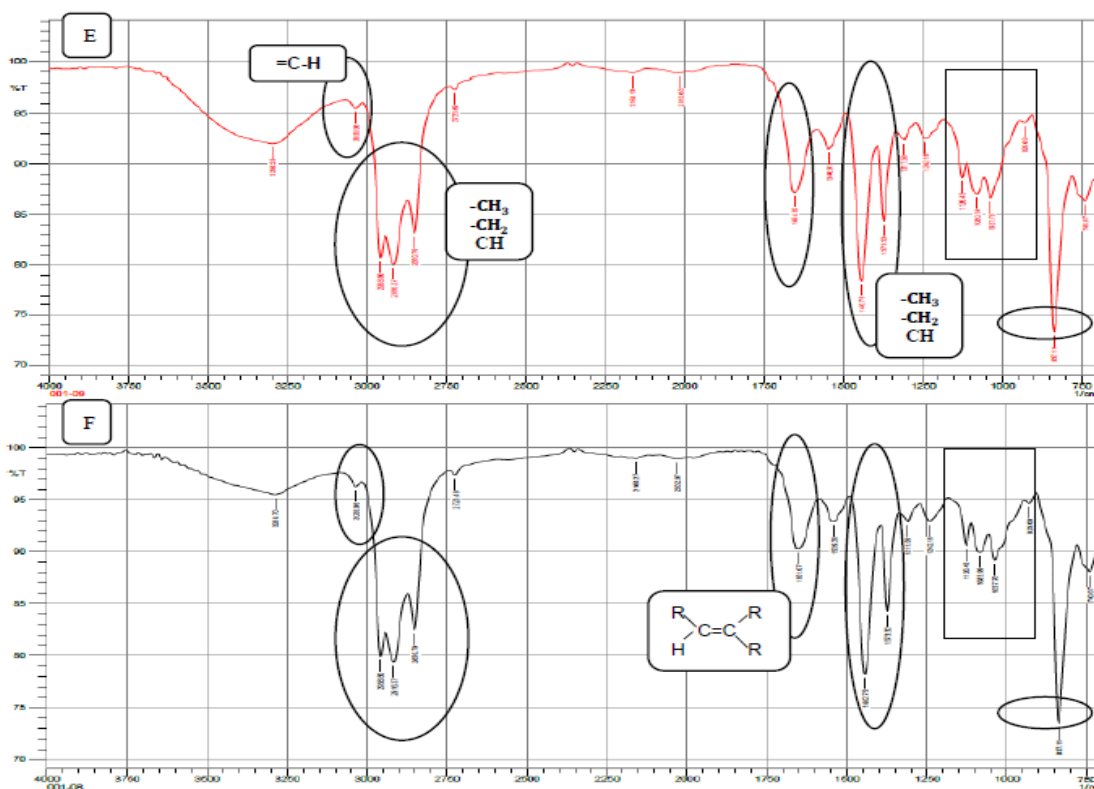


Figura 9. Espectro IR preservado a concentraciones de 0,6 y 0,7 % de  $\text{NH}_3$  a 30 días de preservado.

Los espectros C y D de la Figura 5, pertenecen al látex natural preservado a concentraciones

de 1,0 y 1,5% de  $\text{NH}_3$  después de 15 días de preservado, obteniendo los mismos piscos y estructura química idénticos a la muestra testigo. Los espectros E y D de la Figura 6, pertenecen al látex natural preservado con concentraciones 0,6 y 0,7% de  $\text{NH}_3$  después de 30 días de almacenamiento. Según su estructura química el preservante no influido en su estructura funcional. Los espectros G y H de la Figura 7, son resultados obtenidos a concentraciones 1,0 y 1,5% de  $\text{NH}_3$  después de 30 días de almacenamiento. La estructura química funcional permanece estable.

Los datos obtenidos en la caracterización del látex natural sin preservante, difieren de la bibliografía ya sea para el contenido de sólidos totales, contenido de caucho seco materia volátil y cenizas, esta diferencia en los resultados obtenidos, es debido a lo que dice *Marroquí* [12], los parámetros del látex van a depender mucho del tipo de clima, intensidad de picado, edad del árbol, condiciones del suelo, etc. La composición del látex natural de caucho es relativamente variable según el origen del clon y el método de coagulación.

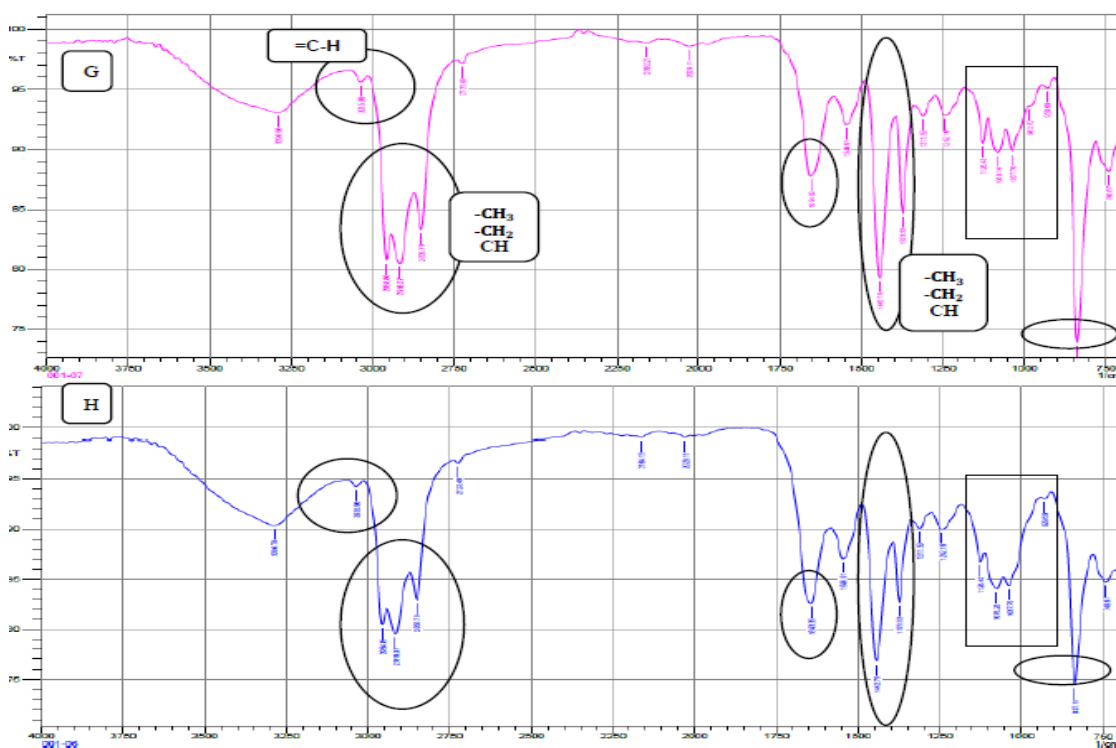


Figura 7. Espectro IR preservado a concentraciones de 1,0 y 1,5 % de  $\text{NH}_3$  después de 30 días de preservado.

La influencia del preservante con amoníaco en las características fisicoquímicas, tales como TSC, Materia volátil permanecen similares a las características encontradas en el látex sin preservante excepto, el pH que al momento de agregar el preservante a diferentes concentraciones tiende a subir aproximadamente a 10,3 tal como lo señala *Caballero* [14]. Pero a medida que pasa el tiempo tiende a disminuir por la exposición al aire [15].

La integridad de la estructura química del látex representada por los grupos funcionales se

mantiene estables ya sea con o sin preservante, este análisis realizado con el espectrofotómetro IR nos permitió confirmar que el látex se preserva con normalidad independientemente del tipo de concentración, además, se observa que los picos  $837$  y  $1.647\text{ cm}^{-1}$  pertenecen al polímero del isopreno componente mayoritario de la estructura del látex natural, este parámetro permanece igual en todos los espectros IR realizados [11].

Finalmente, para conservar el látex natural se recomienda utilizar la menor concentración 0,6% del preservante de  $\text{NH}_3$ , ya que sus propiedades fisicoquímicas (Integridad de grupos funcionales, Contenido de sólidos totales, Caucho seco, Materia volátil), permanecen estables, además de ser menos tóxico, tener bajo costo y causar menor impacto al ambiente. Se recomienda hacer análisis para determinar el número de ácidos grasos, estabilidad mecánica y cantidad de nitrógeno, durante la preservación, usando como preservante menor concentración de  $\text{NH}_3$  adicionado con óxido de cinc ( $\text{ZnO}$ ), para posible eliminación de olor no característico del látex después del mes de preservación. Además, se recomienda elaborar o semielaborar productos a partir del látex natural con las concentraciones realizadas en la investigación y hacer comparaciones de estudio.

## CONCLUSIONES

Se determinó que el Contenido de Sólidos Totales (TSC) es de 51.02, Contenido de Caucho Seco (DRC) de 47,23, Cenizas 0,37, Materia Volátil de 0,162 y densidad relativa de 0,9763.

Se determinó que la utilización de diferentes concentraciones del preservante  $\text{NH}_3$  (0,6, 0,7, 1,0, y 1,5%) no influyen de forma significativa en el Contenido de Sólidos Totales (TSC), Caucho Seco (DRC) y la Materia Volátil, ya que los resultados obtenidos en la investigación se mantienen constantes en el tiempo de preservación, excepto el pH que va descendiendo en milésimas, esto es debido a que el preservante es altamente volátil.

Se determinó con el Espectrofotómetro Infrarrojo FTIR, que la integridad de los grupos funcionales permanece similar en el tiempo de preservación, es decir las diferentes concentraciones del preservante no influyen en la estructura química del látex natural.

**Agradecimientos.** Se agradece al laboratorio de *Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto* por el desarrollo experimental de los análisis fisicoquímicos. También, se agradece al laboratorio de *Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bottier C, *Advances in Botanical Research*, **93**, ISSN 0065–2296 <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2019.11.003>
- [2] Gutiérrez L “*Evaluación económica del aprovechamiento del jebe silvestre, en Madre de Dios*”. Servicios generales “Imagen Amazonia”, IIAP Iquitos. (2009).
- [3] Ministerio del Ambiente Perú “*Aprovechamiento del caucho silvestre por la comunicades nativas en*

- la selva amazonica del Perú”, Ficha Técnica, FITE01–ElSira–GIZ, 2012
- [4] Bastidas J, Cruz C “Aprovechamiento del cultivo y beneficio del látex del caucho natural”. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – ASOHECA. Caquetá – Colombia, (1998).
- [5] Gutiérrez A, Nolasco O, Santa Cruz C, *Scientia Agropecuaria*, **8(1)**, 7 (2017)
- [6] Concha–Benavente F. *Rev Med Hered* 21, 146–156, 2010
- [7] Bottier C, Gross B, Wadeesirisak K, *Colloids and Surfaces A*, **570**, 487 (2019)
- [8] Krickl S, Touraud D, Kunz W, *Industrial Crops & Products*, **103**, 169 (2017)
- [9] Jawjit W, Pavasant P, Kroeze C, *J. Clean. Prod.*, **98, 84** (2015)
- [10] Monroy N “Productividad y caracterización tecnológica de *hevea brasiliensis* Muell. Arg”. Veracruz, México, 2005
- [11] Cáceres S. Tesis de maestría: “Estudio de caracterización fisicoquímica de látex natural proveniente de *hevea brasiliensis* por medio de termogravimetría”. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química –Bucaramanga. (2011).
- [12] Marroquin K. Tesis de maestría. “Estandarización de las variables fisicoquímicas del látex de campo previo al proceso de centrifugación para la obtención de látex concentrado con especificaciones técnicas internacionales”. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015
- [13] Camacho A, Reyes H, Lozano A, *Revista Tumbaga*, **1(9)**, 83 (2014)
- [14] Caballero A, Prada L. Tesis de maestría: “Diseño básico de una planta procesadora de látex de caucho natural para diferentes capacidades de producción”. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2005
- [15] Gonzales M “Látex: la guía”. Revisado mayo 2019, Disponible en: (<http://quimica.laguia2000.com/general/latex-2>), 2011