

Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Physico-chemical comparison between a biopolymer *aloe vera* and *Opuntia ficus-indica*

GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia*†, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando

Instituto Tecnológico de Sonora, Antonio Caso 2266, Frac Villa ITSON 85130, Ciudad Obregón, Sonora México

ID 1^{er} Autor: Rosario Alicia, Gálvez-Chan / ORC ID: 0000-0002-5069-4181, Researcher ID Thomson: S-5902-2018, CVU CONACYT ID: 895013

ID 1^{er} Coautor: Gabriel Omar, Silva-Encinas / ORC ID: 0000-0001-5518-1150, Researcher ID Thomson: S-4845-2018, CVU CONACYT ID: 946843

ID 2^{do} Coautor: Patricia Alejandra, Paredes-Gálvez / ORC ID: 0000-0002-2095-5205, Researcher ID Thomson: S-6522-2018, CVU CONACYT ID: 946866

ID 3^{er} Coautor: Luis Fernando, Cruz-Basilio / ORC ID: 0000-0002-4523-958X, Researcher ID Thomson: S- 6885-2018

Recibido Junio 20, 2018; Aceptado Septiembre 30, 2018

Resumen

En la actualidad es complicado prescindir del uso de los plásticos, tanto por su utilidad y la importancia en el aspecto económico que representan. Los plásticos son uno de los contaminantes más grandes a nivel mundial, se calcula que alrededor de 25 millones de toneladas de plásticos son generados cada año y su degradación dura entre 100 y 500 años. Es por ello que es importante el uso de nuevas alternativas que reemplacen el uso de plásticos derivados del petróleo. El objetivo del presente trabajo es caracterizar dos biopolímeros, uno derivado del nopal opuntia y otro de la sábila (*Aloe vera*) para hacer una comparación de sus propiedades físicas y químicas, y definir así posibles aplicaciones. Se emplearon diversas pruebas para la caracterización fisicoquímica de los biopolímeros. Los resultados obtenidos del comparativo de los biopolímeros concluyen con similitudes en sus propiedades por lo que son viables para su uso como sustituto de algunos polímeros a base de petróleo.

Biopolímero, Nopal, Sábila, Comparativo

Abstract

Nowadays it is difficult to dispense with the use of plastics, both because of their usefulness and the economic importance they represent. Plastics are one of the world's largest pollutants, with an estimated 25 million tonnes of plastics being generated each year and their degradation lasting between 100 and 500 years. That is why it is important to use new alternatives to the use of petroleum-based plastics. The objective of the present work is to characterize two biopolymers, one derived from nopal opuntia and the other from aloe vera, in order to make a comparison of their physical and chemical properties and thus define possible applications. Various tests were used for the physico-chemical characterisation of biopolymers. The results obtained from the comparison of the biopolymers conclude with similarities in their properties so that they are viable for use as a substitute for some petroleum-based polymers.

Biopolymer, Nopal, Aloe Vera, Comparative

Citación: GÁLVEZ-CHAN, Rosario Alicia, SILVA-ENCINAS, Gabriel Omar, PAREDES-GÁLVEZ, Patricia Alejandra y CRUZ-BASILIO, Luis Fernando. Comparación fisicoquímica entre un biopolímero de sábila (*aloe vera*) y de nopal (*Opuntia ficus-indica*). Revista de Sistemas Experimentales. 2018, 5-16: 20-25.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: Rosario.galvez@itson.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El petróleo se formó hace millones de años, a partir de organismos vivos que se mineralizaron, mezclándose con arenas y limos que cayeron al fondo del mar. En las cuencas estos sedimentos se fueron acumulando en las “rocas madres” o “arenas madres” fue entonces que en el año de 1859 el coronel Edwin L. Drake perforó el primer pozo petrolero del mundo, en Estados Unidos. (Jaimés N.. (2012)) Se investigaron sus diferentes aplicaciones, una de ellas fue en los polímeros, el 99% de la totalidad de polímeros se produce a partir del petróleo, lo que provoca un excesivo uso sobre las fuentes de energía no renovables.

En la actualidad es difícil no vivir de los plásticos, no sólo por su utilidad sino también por la importancia económica que tienen, por otra parte se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años debido a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares, ríos, sedimentos y suelos, entre otros. (Ortiz Hernández. (2013))

Hoy en día, buscar nuevas y mejores alternativas de obtención de diferentes polímeros que no solo beneficien a la humanidad sino también al medio ambiente es la mejor opción. El aumento de los precios internacionales del petróleo, la inestabilidad de la situación geopolítica de las regiones que poseen las grandes reservas mundiales y el consenso global sobre la necesidad de promover el desarrollo de tecnologías que disminuyan la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂, han impulsado la producción de productos petroquímicos a partir de materias primas basadas en fuentes renovables. (Valero Valdivieso et al. (2013))

El reciclado es y será una solución, pero se produce sobre el residuo ya generado y además no es una alternativa muy efectiva para todos los plásticos. Los biopolímeros son macromoléculas presentes en los seres vivos, suponen una solución desde el origen del problema ya que la gran mayoría de ellos su tiempo de biodegradación es mucho menor a la de un plástico común.

Los biopolímeros, que en su mayor parte proceden de recursos renovable por lo que se convierten en una interesante alternativa para la industria de los plásticos. (Ortiz Hernández. (2013)) Estos bioplásticos pueden procesarse mediante las mismas tecnologías que los materiales termoplásticos convencionales, tales como extrusión, inyección o soplado. Así, los polímeros basados en recursos renovables o biodegradables están generando un creciente interés, tanto en la sociedad en general como en la industria de los plásticos. (Valero Valdivieso et al. (2013))

Es por ello que en este proyecto se han caracterizado dos biopolímeros muy importantes a partir de la sábila “aloe vera” es una planta originaria de África, específicamente de la península de Arabia. Se ha utilizado durante siglos para la salud y la belleza destacándose sus propiedades dermatológicas. (Vega G. et al. (2005)) Así mismo el nopal es una planta de la familia de las cactáceas que presenta características adaptativas en su anatomía, morfología y fisiología, las que le permiten sobrevivir, crecer y reproducirse en ambientes áridos y semiáridos. (Gálvez Chan et al. (2017)) El objetivo del presente trabajo es caracterizar dos biopolímeros, uno derivado del nopal opuntia y otro de la sábila (Aloe vera) para hacer una comparación de sus propiedades físicas y químicas, y definir así posibles aplicaciones.

Metodología

La investigación se realizó en la ciudad de Obregón Sonora en el Instituto Tecnológico de Sonora Campus Nairari en los laboratorios LV500 Laboratorio de química y LV700 laboratorio de biotecnología y ciencias alimentarias LV800.

En la caracterización de las propiedades físicas de los biopolímeros de sábila y nopal, se realizaron:

Solubilidad

Parámetro físico que nos permite establecer cuantitativamente, la capacidad de la biopelícula de disolverse en agua.

Para determinar la solubilidad de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

- Para cada una de las muestras de biopolímeros obtenidos, se obtuvieron 2 gramos de la muestra.
- En un recipiente, previamente identificado, con el tipo de muestra a contener, volumen de agua y fecha de inicio, se agregaron los 2 gramos de muestra en 30 ml de agua.
- Se dejó la muestra de la biopelícula en la cantidad de agua indicada, agitándose cada día. El tiempo total en que se realizó la muestra, fue de 5 días.
- Concluido el periodo de prueba, se obtuvo la cantidad de biopelícula disuelta en el agua.

Permeabilidad

Característica física de las biopelículas para analizar y establecer, la capacidad de retención o transferencia de agua hacia el exterior. Para determinar la permeabilidad de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

- Se recortó el biopolímero del tamaño de la superficie a emplear como tapa (medio aislante).
- Se identificaron los envases con la fecha y tipo de muestra de biopolímero a emplear.
- Se procedió a medir las temperaturas de bulbo húmedo y seco.
- A cada recipiente, se agregó la misma cantidad de agua, a fin de verificar la pérdida de agua para cada una de las muestras.
- Se pesaron los envases con la cantidad de agua, envase y masa del biopolímero, para monitorear la pérdida de agua en cada día de medición.
- Se taparon adecuadamente los envases que contienen el agua, con el biopolímero.
- Se depositaron en un desecador.
- La duración de la prueba, fue de 5 días, registrando en cada día: temperaturas de bulbo seco, húmedo y pesos.
- Concluido el experimento, se procedió al cálculo de los valores de permeabilidad.

Prueba de gota

Indica de acuerdo con el ángulo de contacto, que tan hidrofóbico o hidrofílico es un biopolímero. Para determinar la prueba de gota de ambos biopolímeros se procedió de la siguiente manera:

Se determinó el índice de gota por medio del equipo OAD (Óptica Analysis Drop), el cual indica de acuerdo con el ángulo de contacto, que tan hidrofóbico o hidrofílico es el biopolímero.

Grosor

Para determinar el grosor de los biopolímeros se realizó la medición de las muestras de biopolímero, a través de un vernier starret. Para cada muestra, se tomaron 3 puntos distintos y se efectuó un promedio.

Espectroscopia de infrarrojo

Identifica los grupos funcionales presentes en una biopelícula.

Para determinar esta característica de los biopolímeros se necesitó la ayuda un espectrofotómetro el cual nos sirve para identificar los grupos funcionales presentes en el biopolímero.

Resultados

Para cada uno de los biopolímeros se efectuaron seis pruebas diferentes las cuales son: solubilidad, permeabilidad, prueba de gota, grosor y espectroscopia de infrarrojo.

Solubilidad

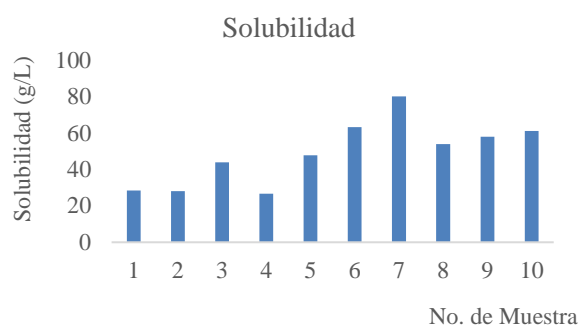
En esta prueba los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas y gráficos:

Muestra De Sábila	Solubilidad (g/l)
1	28.327
2	28.057
3	43.893
4	26.627
5	47.750
6	63.210
7	79.983
8	53.813
9	57.987
10	60.993

Tabla 1 Solubilidades de 10 muestras de biopolímeros de sábila

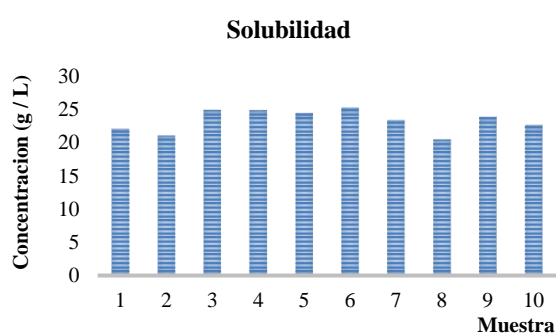
En la tabla 1 se observa que la muestra que tiene mayor nivel de solubilidad es la muestra No 7, mientras que la muestra 4 es la que tiene menor nivel de solubilidad. Las muestras 8, 9 y 10, tienen una solubilidad intermedia.

La diferencia de solubilidades entre el valor mayor y el menor es de 53.357 g/l, con una varianza de 311.53.



Grafica 1 Solubilidad de Biopolímero de Sábila

En la gráfica 1 se observa la distribución de las solubilidades como una distribución normal, una desviación estándar elevada entre las muestras, con sesgo hacia la derecha.



Grafica 2 Solubilidad de Biopolímero de Nopal

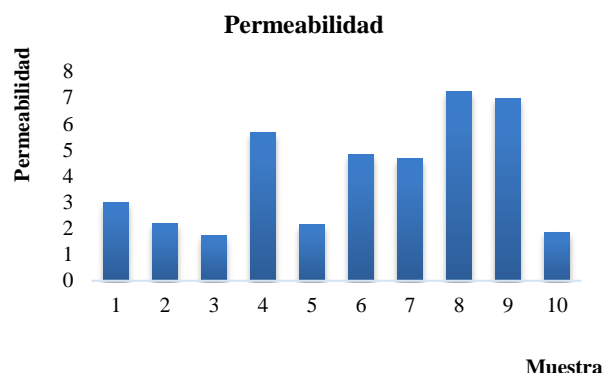
En la gráfica 2 se aprecia que la muestra 6, es la que presenta mayor solubilidad (25.26 g/L), seguida de la muestra 3 (24.93 g/L). La muestra que presento menor solubilidad fue la muestra 8 (20.48 g/L). Al momento de interpretar los resultados de ambos biopolímeros, en general nos damos cuenta de que, aunque los dos son muy parecidos el biopolímero de sábila contiene mayor solubilidad que el de nopal.

Permeabilidad

Muestra	Permeabilidad
1	2.99222
2	2.18829
3	1.74368
4	5.67495
5	2.15490
6	4.81658
7	4.66075
8	7.22537
9	6.96119
10	1.86149

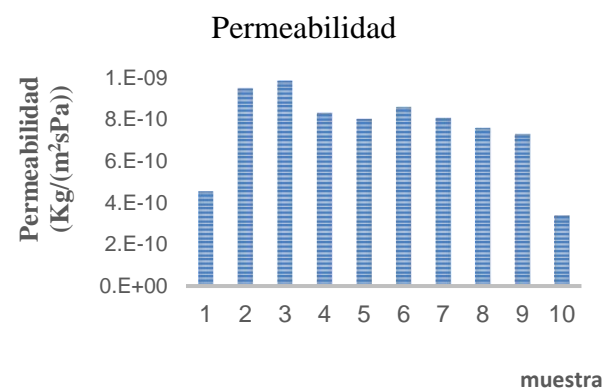
Tabla 2 Permeabilidad de 10 muestras de biopolímeros de sábila

En la tabla 2 se observa que la muestra 8 es la que presenta un mayor valor de permeabilidad, y la muestra que tiene menor permeabilidad, es la muestra 3.



Grafica 3 Permeabilidad del Biopolímero de Sábila

En la gráfica 3 se muestra la distribución normal de la permeabilidad en función de su desviación estándar, que es de 2.12, y una media aritmética de 4.028. lo que indica que, se la biopelícula de sábila está permitiendo el paso del agua de manera moderada.



Grafica 4 Permeabilidad del Biopolímero de Nopal

En la gráfica 4 se observa que la permeabilidad de la muestra 3, es mayor, en tanto que la Permeabilidad de las muestras 1 y 10, son menores y parecidas. La permeabilidad de las demás muestras no tiene variabilidad significativa.

Con esto se puede saber que el Biopolímero de Sábila es menos permeable que el de nopal, es decir que nos permite menor paso de cantidad de agua por lo que si se quiere usar en un ambiente húmedo estos dos permiten el mínimo paso de humedad, pero es más efectivo el Biopolímero de Sábila, tomando en cuenta que el biopolímero de sábila contiene el doble de proporción que el de nopal.

Prueba de gota

Para el Biopolímero de Sábila en este caso se realizó un gráfico de caja y bigote.



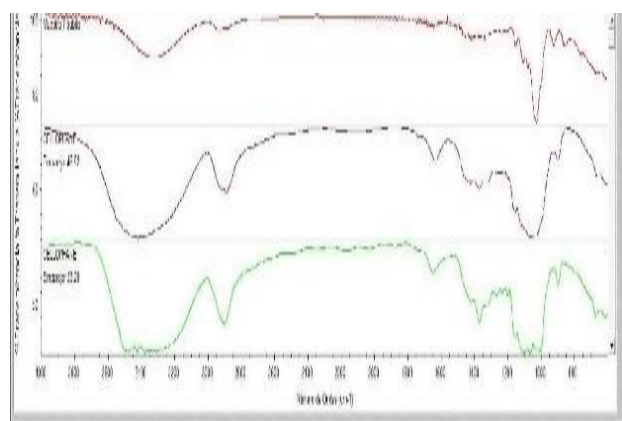
Grafica 5 Prueba de ángulo de contacto del biopolímero de sábila

En la gráfica 5 se observa que las muestras que tienen una relación similar entre sí son las muestras 4, 6, 8, 9 y 10, el resto, tienen una variabilidad significativa. Además, se observa que las muestras 3 y 5, tienen un ángulo de contacto demasiado elevado, indicando son menos afines al agua. La muestra 7, tiene un valor intermedio de solubilidad, mientras que las muestras 1, 2 y 4, tienen ángulos de contacto menores, lo que indica, son mucho más afines al agua.

En el caso del Biopolímero de Nopal el resultado de la muestra 1 fue de un ángulo de la superficie de 30.8° tanto del lado izquierdo y derecho, lo que indica, que la muestra presenta características hidrofílicas como hidrofóbicas.

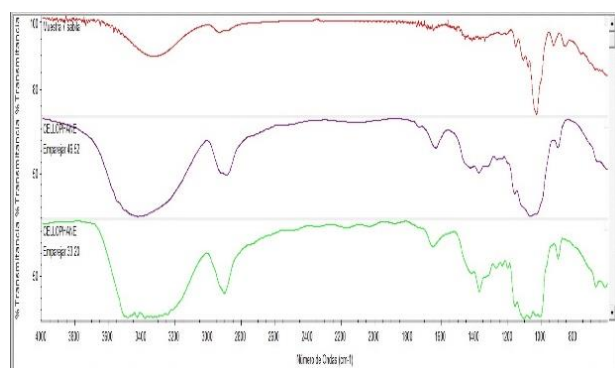
Espectroscopia de infrarrojo

Se realizó un análisis de espectroscopia infrarrojo (EIR) para identificar los grupos funcionales presentes en los Biopolímeros.



Grafica 6 Espectroscopia de infrarrojo del Biopolímero de Sábila

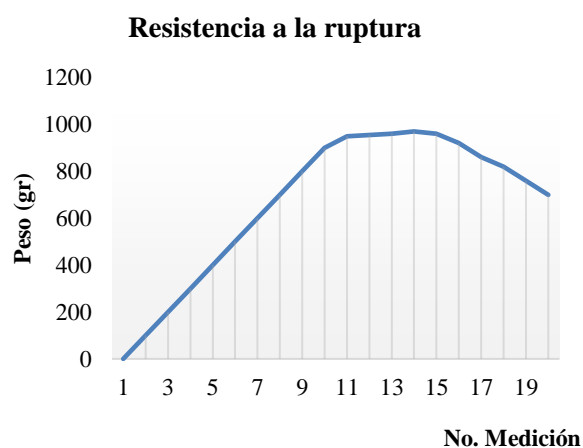
En la gráfica 6 se observa la presencia del grupo carbonilo ($C=O$), alcohol ($R-OH$), y composición similar a la celulosa.



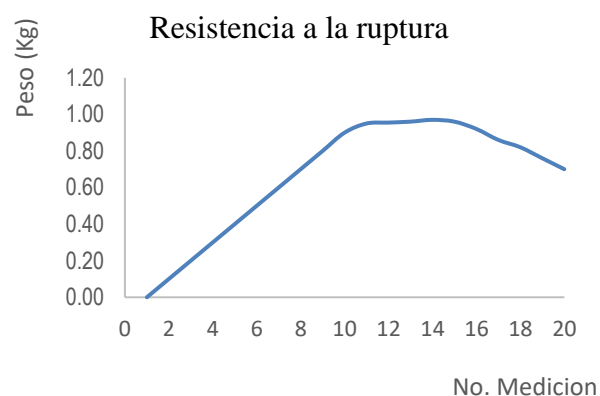
Grafica 7 Espectroscopia de infrarrojo del Biopolímero de Nopal

En la gráfica 7 se observa la presencia del grupo OH y Carbonilo siendo estos los más característicos.

Resistencia a la ruptura



Grafica 8 Resistencia a la Ruptura del Biopolímero de Sábila



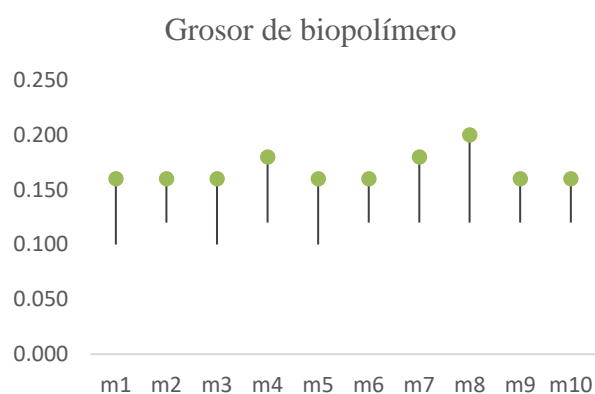
Grafica 9 Resistencia a la Ruptura del Biopolímero de Nopal

En las gráficas 8 y 9 se observa que la resistencia del material a la ruptura es constante hasta el límite proporcional a los 900 gramos. Posterior a esta medición, se observa que la resistencia del material se reduce significativamente, lo que ocasiona la ruptura de este.

Se sabe que el biopolímero más resistente sería el nopal ya que el biopolímero de sábila es 2 veces la cantidad que el de nopal y aun así son exactamente iguales de resistentes a la ruptura.

Grosor

Se realizó la medición de las muestras de biopolímero, a través de un vernier starret. Para cada muestra, se tomaron 3 puntos distintos. Se efectuó un promedio. (MEC. Rogelio G. Garza Rivera, 2017)



Grafica 10 Grosor de Biopolímero de Sábila

En la gráfica 10 se muestra el comportamiento de los calibres obtenidos del biopolímero de sábila. Se puede observar que la muestra No 9, tiene un tamaño significativamente diferente a las demás muestras dado que se encuentra por encima de los calibres obtenidos en las demás muestras.

Conclusión

Con los resultados obtenidos se concluye que el biopolímero de sábila y el biopolímero de nopal presentan características similares, pero aun así se debe tomar en cuenta el uso se le desea dar ya que si se desea en algún medio húmedo o donde se requiera resistencia a la ruptura sería de mayor efectividad el biopolímero de nopal, aun siendo el doble en cantidad el biopolímero de sábila, presentan exactamente la misma resistencia a la ruptura y muy poca diferencia en permeabilidad, pero esto varía de acuerdo a las cantidades de nopal y sábila, por lo tanto

Referencia

Gálvez Chan Rosario Alicia, Silva Encinas Gabriel Omar, López Cuero Iván, Álvarez Sánchez Jesús y Paredes Gálvez Patricia Alejandra. (2017). Obtención y caracterización de una biopelícula a base de nopal (*Opuntia ficus-indica*). En química e ingeniería verde para la sustentabilidad (473). Monterrey, México: Monterrey, México.

Jaimes N., Miguel A., Petróleo: historia y perspectivas geopolíticas. Aldea Mundo [en línea] 2012, 17 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 27 de junio de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54335426006>> ISSN 1316-6727

Ortiz Hernández María Laura. (2013). El impacto de los plásticos en el ambiente. 27 de mayo de 2013, de Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) Sitio web: <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>

VALERO-VALDIVIESO, MANUEL FERNANDO; ORTEGÓN, YAMILETH; USCATEGUI, YOMAIRA. BIOPOLÍMEROS: AVANCES Y PERSPECTIVAS. DYNA, [S.l.], v. 80, n. 181, p. 171-180, sep. 2013. ISSN 2346-2183. Disponible en: <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/20642/45329>>. Fecha de acceso: 10 jul. 2018

Vega G, Antonio, Ampuero C, Nevenka, Díaz N, Luis, & Lemus M, Roberto. (2005). EL ALOE VERA (*ALOE BARBADENSIS MILLER*) COMO COMPONENTE DE ALIMENTOS FUNCIONALES. *Revista chilena de nutrición*, 32(3), 208-214. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>