

COBERTURAS DE QUITOSANA CON EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE CÚRCUMA EN LA CONSERVACIÓN DE PIÑA CORTADA

Pedro A. Badillo¹, Daliannis Rodríguez², Alicia Casariego², Pedro Borges³ y Mario A. García²*

¹*Escuela de Gastronomía, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.*

²*Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.*

³*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba.*

E-mail: pedroabadilloa79@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la influencia de coberturas de quitosana con extracto hidroalcohólico de cúrcuma (EHC) con 5,5 µg/µL de polifenoles totales, en la estabilidad de piña var. Española Roja mínimamente procesada durante su almacenamiento entre 4 y 6 °C. Las coberturas no influyeron, desde un punto de vista práctico, en las variaciones experimentadas en los valores de pH, acidez valorable, sólidos solubles y contenido de humedad, a la vez que retardó la pérdida de firmeza de los trozos de piña. Las coberturas no inhibieron el desarrollo de microorganismos aerobios mesófilos ni de hongos filamentosos, aunque la de quitosana con EHC redujo el deterioro fúngico visible.

Palabras clave: piña, coberturas de quitosana, extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

ABSTRACT

Chitosan coatings with turmeric hydroalcoholic extract in the preservation of cut pineapple

The influence of chitosan coating with turmeric hydroalcoholic extract (THE) with 5.5 µg/µL of total polyphenols, on the stability of pineapple var. Red Spanish minimally processed during its storage between 4 and 6 °C was evaluated. Coating application did not influenced, from a practical standpoint, in the variations in the pH values, titratable acidity, soluble solids and moisture content, while slowed the loss of firmness of the pineapple pieces. Coatings did not inhibit the development of mesophilic aerobic microorganisms and filamentous fungi, although the chitosan with THE reduced the visible fungal spoilage.

Keywords: pineapple, chitosan coating, turmeric hydroalcoholic extract.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han sucedido una serie de cambios en las preferencias de los consumidores, los que exigen productos alimenticios frescos y naturales, saludables, mínimamente procesados y convenientes, tanto desde un punto de vista nutricional como de su facilidad de preparación, así como mayor calidad, seguridad e información. En respuesta a estos requerimientos y a la búsqueda de una producción sustentable donde los envases impacten lo menor posible al medio ambiente, surgieron los materiales biodegradables como nueva tendencia de empaque, entre los que se destacan las películas y coberturas de quitosana.

**Pedro Arturo Badillo Arévalo: Licenciado en Gestión Gastronómica (2009), Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (Espoch). Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (2016), Universidad de La Habana. Actualmente se encuentra cursando el Doctorado Curricular Colaborativo en Ciencias de los Alimentos en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. Se desempeña como docente en la Escuela de Gastronomía de la Espoch.*

Por otra parte, varios estudios han demostrado la baja o ninguna capacidad antioxidante de la quitosana nativa (1), por lo que la incorporación de extracto hidroalcohólico de cúrcuma (EHC) en la formulación de las películas y coberturas potenciaría su carácter antioxidante y antimicrobiano (2), debido a que el EHC posee un elevado contenido de compuestos fenólicos, por encima de otras plantas aromáticas. Considerando lo anterior, en el presente trabajo se evaluó la influencia de coberturas de quitosana con EHC en la estabilidad de piña mínimamente procesada durante su almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron a escala de laboratorio con 10 kg de piñas frescas var. Española Roja adquiridas en una plantación ubicada en Los Arabos (Cuba). Las frutas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que todas presentarían, de manera general, las mismas características de tamaño, ausencia de defectos visibles y estado de madurez uniforme.

Las frutas fueron lavadas e higienizadas con una disolución de hipoclorito de sodio (80 mg/L). Luego se pelaron, cortaron en cuartos de rodajas de 1 cm de espesor y escaldaron en una disolución de cloruro de calcio al 1 % a 70 °C durante 5 min con una relación disolución:fruta de 1:5. Seguidamente, se secaron a temperatura y humedad relativa ambientales y se dividieron al azar según los recubrimientos a aplicar (Tabla 1).

Se utilizó una quitosana de 275 kDa de masa molecular y grado de desacetilación de 75 %, producida en el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (La Habana, Cuba), por N-desacetilación de la quitina de langosta común (*Panulirus argus*). Para preparar las disoluciones formadoras de coberturas (DFC) se emplearon además Tween 80 (Acros Organics, Bélgica), ácido láctico 90 % (Merck, Alemania), EHC con

una concentración de polifenoles totales de 5,5 µg/µL suministrado por el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia y agua destilada.

Las coberturas se aplicaron por doble inmersión de los trozos de piña en las DFC durante un minuto; luego se escurrieron y secaron en parrillas de acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales (22 °C y 80 % de HR). Se tuvo un lote control (PP), al cual se le realizó la inmersión en agua destilada y se mantuvo bajo las mismas condiciones para comparar las variaciones de los indicadores físicos, químicos y microbiológicos durante el almacenamiento. Una vez concluido el secado, los trozos de piña se envasaron en bandejas de plástico recubiertas con una película estirable de polietileno de baja densidad (LDPE) de 10 µm de espesor y se almacenaron entre 4 y 6 °C durante 23 días.

Las evaluaciones de los indicadores físicos y químicos se realizaron, por triplicado, al inicio y a los 5, 9, 12, 14, 16, 19, 21 y 23 días. Se determinaron el contenido de sólidos solubles (3), pH (4), acidez valorable (% m/m de ácido cítrico) (5), contenido de humedad (6) y distancia de penetración (7). Al inicio, 8 y 15 días de almacenamiento, se realizaron análisis microbiológicos de enumeración de microorganismos aerobios a 30 °C (8), enumeración de coliformes totales (9) y enumeración de mohos y levaduras totales (10).

Se realizó un análisis de varianza mediante el programa Statistics (ver. 7, StatSoft. Inc., Tulsa, EE.UU.) y la prueba de los rangos múltiples de Duncan para comparar las diferencias entre las muestras. El nivel de significación utilizado fue de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento gradual de la distancia de penetración (Fig. 1) pudo estar relacionado con la difusión de las enzimas pectinolíticas y proteolíticas al interior del

Tabla 1. Tratamientos aplicados a los trozos de piña

Tratamiento	Disolución formadora de cobertura	
	Concentración de quitosana (% m/v)	Concentración de cúrcuma (% m/v)
PP	0,0	0,0
PQ	1,5	0,0
PQC	1,5	0,4

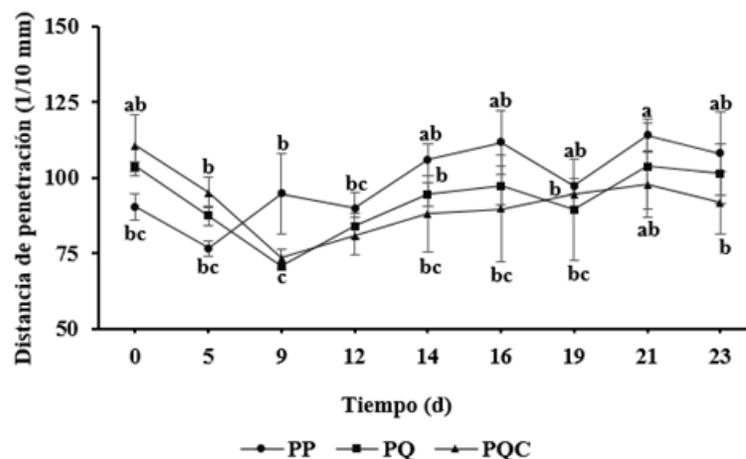


Fig. 1. Comportamiento de la distancia de penetración durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

tejido como consecuencia de la ruptura celular provocada por el troceado de las piñas y que al reaccionar con los sustratos, provocan su ablandamiento y le confieren una apariencia cristalina a la fruta (11).

Por otra parte, la disminución en la distancia de penetración durante los primeros días de almacenamiento, pudo estar relacionada con la diferencia que presentarían los trozos de piña en relación a su estado de madurez y parte de la fruta de la que fueron obtenidos. Transcurrido ese tiempo, la distancia de penetración se

incrementó gradualmente, mostrando los tratamientos PQ y PQC los mejores resultados en cuanto al mantenimiento de la pérdida de firmeza.

Se observó una influencia ($p \leq 0,05$) de los tratamientos y tiempo en el comportamiento del contenido de sólidos solubles de las piñas mínimamente procesadas (Fig. 2), aunque al ser la piña una fruta no climatérica, una vez cosechada, sus contenidos de azúcares y ácidos no varían ampliamente durante el almacenamiento.

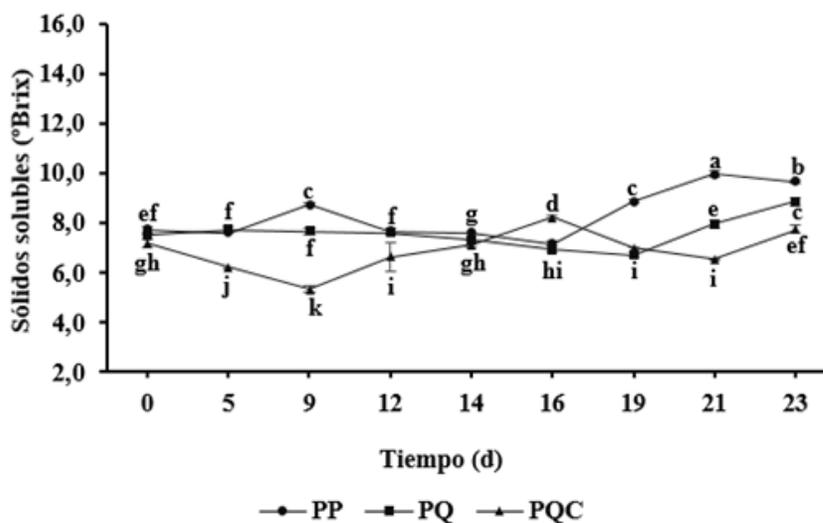


Fig. 2. Comportamiento del contenido de sólidos solubles durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

El incremento en el contenido de sólidos solubles resultó más evidente en las muestras del tratamiento PP después de los 16 d de almacenamiento, lo cual coincidió con lo informado para piña cortada escaldada con cloruro de calcio (11). Este comportamiento pudo deberse a la despolimerización de los polisacáridos que constituyen la estructura celular y le confieren rigidez a los tejidos y los que representan la reserva energética. Así, la disolución de los componentes de la pared celular, sobre todo de las pectinas, se ha relacionado con el ablandamiento de productos hortofrutícolas (12). No obstante, algunos trabajos han reportado una tendencia a la disminución del contenido de sólidos solubles (13, 14) y un incremento de la acidez en piñas mínimamente procesadas después del octavo día de almacenamiento a 5 °C (15).

La diferencia inicial entre los valores de pH de cada uno de los tratamientos, sin importancia desde un punto de vista práctico, pudo deberse a que las muestras provenían de diferentes partes de las piñas con una

diferencia en la maduración de sus zonas basal y apical (16). La región basal generalmente muestra mayores valores que las zonas media y apical (11).

Durante los primeros 12 d se observó una tendencia al incremento de los valores de pH, más evidente en los primeros 5 días, seguido de un período de cierta estabilidad, con valores que oscilaron entre 3,7 y 3,9 (Fig. 3). Esto pudo deberse a una aceleración del metabolismo de los ácidos durante la respiración, conducente a un incremento del pH. Así, se informó que el pH de piña mínimamente procesada a partir del sexto día de almacenamiento a 4 °C fue significativamente menor que al inicio del experimento, presentando un valor de 3,96 a los 12 d (17). También se reportó una disminución de los valores de pH de piña mínimamente procesada, desde 3,50 al inicio, hasta 2,99 a los 16 d (13).

De forma general, los valores de acidez oscilaron entre 0,3 y 0,45 % para todos los tratamientos (Fig. 4), siendo el tratamiento PQC el que mostró menos

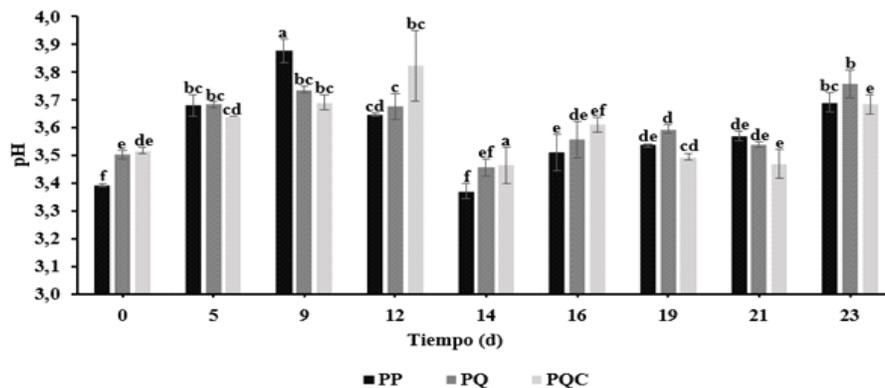


Fig. 3. Comportamiento del pH durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

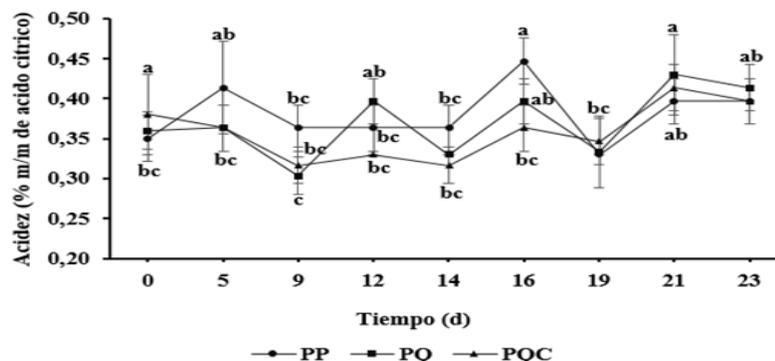


Fig. 4. Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

variación durante el almacenamiento, a la vez que presentó, de forma general, los valores más bajos de este indicador. Las diferencias entre los valores pudieron deberse al estado de madurez de las frutas al momento de la cosecha y diferencia entre las regiones basal, media y apical de la piña (11). Se han informado valores de acidez para piñas frescas cortadas recubiertas con almidón modificado (18), superiores a los encontrados en este trabajo, lo que pudo deberse a la diferencia de variedades y prácticas culturales.

Los contenidos de humedad resultaron similares al reportado para piñas con coberturas de almidón de yuca (18), aunque no existió una influencia significativa ($p > 0,05$) ni de los tratamientos ni tiempo de almacenamiento en relación al contenido de humedad (Tabla 2),

lo que pudo estar relacionado con el hecho de que el agua perdida por la transpiración, se condensó en el interior del envase y se reabsorbió por los trozos de fruta. En este proceso influyeron factores como la baja permeabilidad al vapor de agua de la película estirable de LDPE utilizada (19) y la alta humedad relativa de la cámara de almacenamiento. Resultados similares fueron obtenidos para piña mínimamente procesada recubierta con sales ácidas de quitosana y envasada y almacenada en condiciones similares (20).

La Tabla 3 muestra el comportamiento de la microbiota de las piñas mínimamente procesadas durante su almacenamiento. Los valores iniciales resultaron inferiores a los reportados para piña (17), lo cual pudo estar relacionado con el escaldado realizado a los trozos

Tabla 2. Comportamiento del contenido de humedad durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C

Tiempo (d)	Contenido de humedad (% m/m)		
	PP	PQ	PQC
0	85 (2) bc	90 (5) a	88 (3) ab
5	83 (1) c	83,0 (0,5) c	84 (2) bc
9	81,7 (0,5) c	85,4 (0,4) bc	86,7 (0,8) b
12	86,0 (0,6) bc	85,8 (0,4) bc	85 (1) bc
14	85,1 (0,0) bc	86 (1) bc	85 (1) bc
16	84,6 (0,8) bc	85 (1) bc	85 (1) bc
19	84,5 (0,8) bc	86,4 (0,7) b	85,7 (0,4) bc
21	84,9 (0,8) bc	85 (1) bc	84,6 (0,7) bc
23	82,1 (0,0) c	85,5 (0,4) bc	87,8 (0,7) ab

PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma. Media (desviación estándar); n= 3. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Tabla 3. Cambios en la microbiota (ufc g⁻¹) durante el almacenamiento entre 4 y 6 °C

Tratamientos	Tiempo (d)	Microorganismos aerobios a 30 °C	Microorganismos coliformes totales	Hongos filamentosos	Levaduras
PP	0	3×10^1	<10	$1,5 \times 10^1$	<10
	23	5×10^2	<10	3×10^2	<10
PQ	0	4×10^1	<10	$1,5 \times 10^1$	<10
	23	4×10^2	<10	$2,6 \times 10^2$	<10
PQC	0	3×10^1	<10	2×10^1	<10
	23	$5,8 \times 10^2$	<10	$3,7 \times 10^2$	<10

PP: tratamiento patrón; PQ: cobertura de quitosana; PQC: cobertura de quitosana y extracto hidroalcohólico de cúrcuma.

de fruta. El empleo de las coberturas no inhibió el desarrollo de los microorganismos aerobios mesófilos ni de hongos filamentosos, mientras que no se detectó la presencia de bacterias coliformes, lo cual se asocia a las adecuadas condiciones de lavado y desinfección de las frutas y a las condiciones de higiene mantenidas durante el procesamiento. En este sentido, se ha informado el efecto positivo de la aplicación de recubrimientos de quitosana/metilcelulosa con y sin la incorporación de vainillina en melones y piñas frescos cortados almacenados a 10 °C por 8 d, en cuanto a la disminución a lo largo del almacenamiento, de los niveles de *Escherichia coli* y *Saccharomyces cerevisiae* inoculados (21).

Los recuentos de mohos y levaduras se mantuvieron, para todos los tratamientos, dentro del límite prescrito entre 10² y 10⁶ ufc/g (22) y en correspondencia con que las frutas mínimamente procesadas poseen una carga microbiana natural entre 10⁴ y 10⁵ ufc/g (23). El deterioro fúngico visible de las muestras no se detectó hasta después de los 14 y 19 d de almacenamiento, para las muestras sin y con coberturas, respectivamente, aun-

que las muestras recubiertas lo presentaron en menor intensidad. Este resultado pudo estar relacionado con la actividad antifúngica de los recubrimientos aplicados (22). Estos resultados pueden considerarse positivos si se considera que la vida útil de las piñas maduras está limitada de 4 a 6 d (24). Además, se observó crecimiento de *Penicillium digitatum* y *Fusarium* sp. evidenciado por el desarrollo de colonias verdes y naranjas, respectivamente.

CONCLUSIONES

La aplicación de las coberturas no influyó en las variaciones de los valores de los indicadores físicos y químicos de las piñas mínimamente procesadas, aunque retardó su pérdida de firmeza durante su almacenamiento entre 4 y 6 °C. Además, no inhibió el desarrollo de los microorganismos aerobios mesófilos ni de hongos filamentosos, aunque la cobertura de quitosana con EHC redujo el deterioro fúngico visible.

REFERENCIAS

1. Casettari, L.; Gennari, L.; Angelino, D.; Ninfali, P. y Castagnino, E. Food Hydrocolloid 28:243-247, 2012.
2. Rodríguez, J.; Valdez, O. y Alemán, A. Cienc. Tecnol. Alim. 1 (16):30-36, 2006.
3. NC-ISO 2173. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico*. Cuba, 2001.
4. NC-ISO 1842. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH*. Cuba, 2001.
5. NC-ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable*. Cuba, 2001.
6. NC 77-22-8. *Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad*. Cuba, 1982.
7. Díaz, R.; Casariego, A.; Rodríguez, J.; Martínez, A. y García, M. Cienc. Tecnol. Alim. 20(2):31-36, 2010.
8. NC-ISO 4833. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos: técnica de placa vertida*. Cuba, 2003.
9. NC-ISO 4832. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes: técnica de placa vertida*. Cuba, 2002.
10. NC-ISO 7954. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos: técnica de placa vertida a 25 °C*. Cuba, 2002.
11. Antonioli, L.; Benedito, B. y Souza, M. S. M. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38(9):1105-1110, 2011.
12. Badui, S. *Química de los alimentos* (4ta ed.). Ed. Quintanar, E. México, Pearson Education, 2006, 736 p.
13. Dussán-Sarria, S.; Reyes-Calvache, P. M. y Hleap-Zapata, J. I. Información Tecnológica 25(5):41-46, 2014.
14. Chirino, M. y Ramírez, A. Rev. Fac. Agron. 25(2):95-103, 1999.
15. Bueno, J. C.; de Barros, E. V.; Torres, M. E. y Marques, A. C. Cienc. Agrotecnol. 29(2):353-361, 2005.
16. Torri, L.; Sinelli, N. y Limbo, S. Postharvest Biol. Technol. 56(3):239-245, 2010.
17. Antonioli, L. R.; Benedetti, B. C.; Souza, M.; Garruti, D. y Borges, M. F. Bragantia 71(3):447-453, 2012.
18. Bierhals, V. S.; Chiumarelli, M. y Hubinger, M. D. Food Sci. 76(1):E62-E72, 2011.
19. Basantia, N. C.; Arora, S.; Seth, R. y Singh, A. Indian Food Industry 19:36-47, 2000.
20. García, M. A.; Pérez, L.; de la Paz, N.; González, J.; Rapado, M. y Casariego, A. Mat. Sci. Eng. C 55:174-180, 2015.
21. Sangsuwan, A.; Jurmkwan; Rattanapanone, B. y Nithiya, R. Postharvest Biol. Technol. 49:403-410, 2008.
22. Di Cagno, R.; Cardinali, G.; Minervini, G.; Antonielli, L.; Rizzello, C.G.; Ricciuti, P. y Gobbetti, M. Food Microbiol. 27(3):381-389, 2010.
23. Martínez-Ferrer, M. y Harper, C. J. Food Qual. 28:3-12, 2005.
24. Hajare, S. N.; Dhokane, V. S.; Shashidhar, R.; Sharma, A. y Bandekar, J. R. Food Sci. 71:198-203, 2006.