

RECUBRIMIENTOS A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ CON LECITINA, ACEITE DE PALMA Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN DE ZAPALLO (*CUCURBITA MAXIMA DUSH.*) MÍNIMAMENTE PROCESADO

Augusta Jiménez-Sánchez^{1}, Linet Hernández-Gil¹, Radium Avilés¹ y Mario A. García²*

¹*Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Ciudadela Universitaria Salvador Allende. Av. Delta y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador.*

²*Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.*

E-mail: dolores.jimenez@ug.edu.ec

Recibido: 30-03-2020 / Revisado: 14-04-2020 / Aceptado: 22-04-2020 / Publicado: 05-05-2020

RESUMEN

Se evaluó el efecto de recubrimientos a base de almidón de maíz con una emulsión de lecitina, aceite de palma y aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la conservación de zapallo (*Curcubita maxima* Dush.) mínimamente procesado durante su almacenamiento entre 4 y 8 °C. Las cuatro emulsiones formadoras de cobertura se prepararon con almidón de maíz al 2 % (m/v) con adición de 5 y 15 % de una mezcla de lecitina, aceite de palma y aceite esencial de orégano (7:14:1) y 35 % de glicerina (en relación con la masa de almidón) y sorbato de potasio a 200 y 800 mg/kg. El tratamiento control presentó las mayores ($p \leq 0,05$) pérdidas de peso, sin que existieran diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos con cobertura. En todos los tratamientos se observó un incremento de la acidez, aunque el tratamiento control exhibió el mayor ($p \leq 0,05$) valor.

Palabras clave: *Cucurbita maxima*, zapallo, recubrimiento biodegradable, almidón de maíz, lecitina, aceite esencial de orégano.

***Dolores A. Jiménez-Sánchez:** *Ingeniera en Industrias Agropecuarias (UTPL, 1991). Especialista en Gestión de la calidad (UG, 2008). Magíster en Manejo Integral de Laboratorios de Desarrollo (ESPOL, 2013). Docente Investigador. Sus principales líneas de trabajo han sido: auditor líder en BPM, ISO 9000, ISO 22000, validación de técnicas de análisis, análisis de alimentos, empaques, celulosa e hidrocoloides.*

ABSTRACT

Coatings based on cornstarch with lecithin, palm oil and oregano essential oil in the preservation of minimally processed pumpkin (*Cucurbita Maxima Dush.*)

The effect of cornstarch based coatings with an emulsion of lecithin, palm oil and oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) on the preservation of minimally processed pumpkin (*Curcubita maxima* Dush.) during storage between 4 and 8 °C was evaluated. The four coating-forming emulsions were prepared with 2% (w/v) cornstarch with the addition of 5 and 15% of a mixture of lecithin, palm oil and oregano essential oil (7:14:1) and 35% of glycerin (in relation to the mass of starch) and potassium sorbate at 200 and 800 mg/kg. The control treatment presented the greatest ($p \leq 0.05$) weight losses, without any differences ($p > 0.05$) between the coated treatments. An increase in acidity was observed in all treatments, although the control treatment exhibited the highest value ($p \leq 0.05$).

Keywords: *Cucurbita maxima*, pumpkin, biodegradable coating, cornstarch, lecithin, oregano essential oil.

INTRODUCCIÓN

La conservación de hortalizas mínimamente procesadas es más delicada que la de los productos enteros, debido al riesgo de contaminación, deterioro y pérdida

de materia seca y nutrientes durante su procesamiento (1). La aplicación de metodologías de conservación involucra el empleo de recubrimientos biodegradables para ralentizar la velocidad de senescencia de los alimentos (2). Polisacáridos, proteínas, lípidos y materiales de relleno se emplean para mejorar la respuesta de los recubrimientos frente a los requerimientos de los diversos alimentos (3). Mediante la combinación de estas matrices se modifican las propiedades como barrera al vapor de agua y gases, antioxidantes, antimicrobianas y otras (4) en relación a las características de cada producto en las que se desee aplicar.

El almidón obtenido de diferentes fuentes como maíz, yuca, achira y malanga, es uno de los polisacáridos más empleados para elaborar recubrimientos (5). Los lípidos, aunque no forman películas, se usan debido a las buenas propiedades de barrera contra la pérdida de humedad en productos hortofrutícolas. Entre estos están los aceites y ceras que se combinan con almidones y proteínas para formar las películas (6). Uno de los aceites usados en la formulación de recubrimientos es el aceite de palma, del que Ecuador es el segundo productor en Latinoamérica y noveno en el mundo (7).

Para mejorar la efectividad antioxidante y antimicrobiana de los recubrimientos biodegradables, se añaden aditivos alimentarios como el sorbato de potasio (E202) (8) y aceites esenciales que permiten incrementar la durabilidad de los alimentos. Uno de los aceites con respuestas positivas, tanto en su actividad antioxidante como antifúngica, es el aceite esencial de orégano (9). Adicional a estos, el empleo de lecitina forma superficies hidrofóbicas para minimizar la permeabilidad al vapor de agua y, por ende, la incidencia de las pérdidas de masa que generan cambios en la firmeza y causan arrugamiento superficial de frutas y hortalizas (10).

En este contexto, en el presente trabajo se evaluó el efecto de recubrimientos a base de almidón de maíz con una emulsión de lecitina, aceite de palma y aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la conservación de zapallo (*Curcubita maxima* Dush.) mínimamente procesado durante su almacenamiento entre 4 y 8 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron emulsiones formadoras de cobertura (EFC) a base de almidón de maíz (Royal, Mondelez Ecuador Cía. Ltda., Quito) con aceite de palma (Criollo, La Fabril S.A., Monterrey, Ecuador), lecitina de soya (Meridional TCS, Londrina), aceite esencial de orégano (Young Living Essential Oils, Chongón) y glicerina (Merck KGaA, Darmstadt) como plastificante.

La mezcla preparada a partir de siete partes de lecitina, 14 partes de aceite de palma y una parte de aceite esencial de orégano se homogenizó a 30 °C. Por otra parte, la disolución al 2 % (m/v) de almidón se obtuvo por cocción a ebullición durante 3 min. Una vez alcanzados 40 °C, se agregó la glicerina (35 % en relación con la masa de almidón); cuando se enfrió hasta 30 °C, se adicionó el sorbato de potasio (200 y 800 mg/kg) y la mezcla de aceites (5 y 15 %) según los tratamientos a aplicar. Por último, estas mezclas se emulsionaron a 12 000 min⁻¹ durante 2 min para obtener las cuatro EFC.

Los tratamientos se identificaron como T1 (5 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio), T2 (5 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio), T3 (15 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio) y T4 (15 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio).

Los zapallos se adquirieron en un mercado local (Pascuales, Guayaquil) considerando que presentarían un estado de desarrollo uniforme y ausencia de daños mecánicos. Las hortalizas se lavaron con agua potable y secaron con papel absorbente. Se pelaron, cortaron en cubos de aproximadamente 2 x 2 cm de arista e higienizaron con una disolución de hipoclorito de sodio (80 mg/L) durante 1 min. El exceso de agua se retiró al poner los cubos sobre rejillas de acero inoxidable desinfectadas. Los cubos de zapallo, según los tratamientos a aplicar, se sumergieron en las EFC durante 1 min, se secaron sobre rejillas de acero inoxidable desinfectadas durante 2 h entre 24 y 25 °C y 50 % de humedad relativa, cuidando las condiciones de higiene para prevenir la contaminación de los productos. Después del secado, los cubos (185,9 ± 2,8 g) se envasaron en bolsas de polietileno de baja densidad y se almacenaron entre 4 y 8 °C. Además, se mantuvo a un

tratamiento control (TC) para comparar los cambios de los diferentes indicadores físicos y químicos durante el almacenamiento.

Durante el almacenamiento se determinaron las pérdidas de peso, expresadas como porcentaje con respecto a la masa inicial de las bolsas del producto, acidez valorable (11), pH (12) y sólidos solubles refractométricos (13).

El análisis estadístico de los resultados obtenidos a partir de un diseño de varianza factorial se realizó con el programa Statistics (v. 7, 2004, StatSoft. Inc., Tulsa). La prueba de rangos múltiples de Duncan se usó para determinar las diferencias entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 1 presenta las pérdidas de masa de zapallo mínimamente procesado almacenado durante 12 días entre 4 y 8 °C. Se observa que las muestras de TC presentaron las mayores ($p \leq 0,05$) pérdidas de peso desde los primeros días de almacenamiento y alcanzaron 1,7 % al final del estudio, mientras que las muestras recubiertas mostraron hasta 1,2 % (T4), sin que existieran diferencias ($p > 0,05$) entre las pérdidas de peso de las muestras recubiertas al final del almacenamiento. Estas pérdidas de peso fueron inferiores a las

de zapallos mínimamente procesados recubiertos con goma guar y almacenados a 4 °C, con valores de 1,95 y 3,93 % para muestras recubiertas y controles, respectivamente (14).

Esto evidencia el efecto de los recubrimientos con características hidrofóbicas para minimizar las pérdidas de masa por transpiración en los productos hortofrutícolas, sobre todo en los cortados, en los que el área efectiva para la transferencia de vapor de agua se incrementa. En este sentido, se informó para zapallo mínimamente procesado, que las pérdidas de masa dependieron del tipo de corte. De esta forma, el producto cortado a la mitad tuvo una pérdida de masa del 0,87 %; para cubos de 1,58 % y 2,66 % para láminas finas (15).

La variación del contenido de sólidos solubles durante el almacenamiento mostró, de forma general, una tendencia similar, independientemente del tratamiento (Fig. 2). En un estudio relacionado con el almacenamiento de zapallo mínimamente procesado con recubrimientos a base de goma de xantana, se informaron valores de este indicador entre 5,2 y 6,9 °Brix (14). En algunos casos se observó una tendencia a la disminución en el contenido de sólidos solubles durante los primeros siete días de almacenamiento, lo cual pudo deberse a una disminución del contenido de azúcares y un posible aumento en la actividad respiratoria (16).

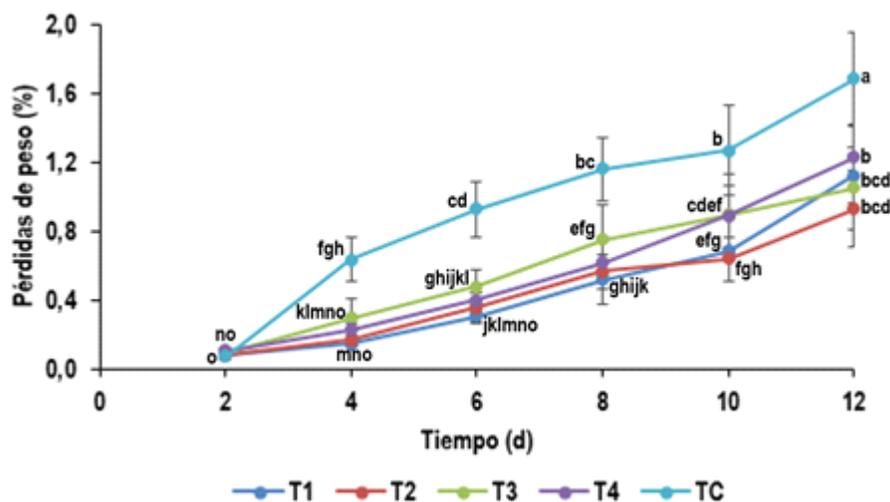


Fig. 1. Variación de las pérdidas de peso del zapallo mínimamente procesado durante su almacenamiento entre 4 y 8 °C. Las barras de error corresponden a la desviación estándar ($n = 3$). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). T1: 5 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; T2: 5 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T3: 15 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T4: 15 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; TC: tratamiento control.

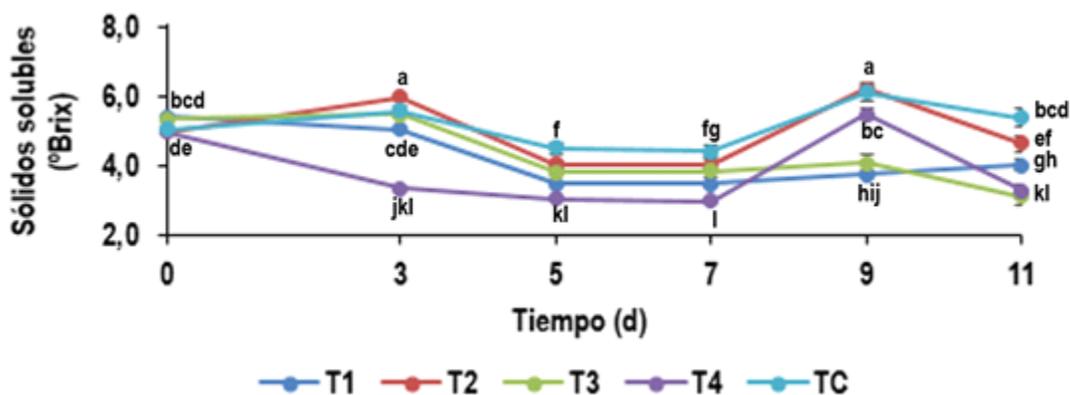


Fig. 2. Comportamiento del contenido de sólidos solubles del zapallo mínimamente procesado durante su almacenamiento entre 4 y 8 °C. Las barras de error corresponden a la desviación estándar (n = 3). Letras diferentes indican diferencias significativas (p ≤ 0,05). T1: 5 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; T2: 5 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T3: 15 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T4: 15 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; TC: tratamiento control.

También en otro trabajo (15) se encontró una disminución del contenido de sólidos solubles desde 5,48 °Brix hasta 5,00; 4,93 y 4,65 cuando se almacenaron a 1; 5 y 10 °C, respectivamente. La disminución de los sólidos solubles podría deberse a la descomposición oxidativa de polisacáridos, azúcares simples, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos en moléculas simples como dióxido de carbono, agua y energía (14, 17).

La Tabla 1 muestra que no existió una tendencia en el comportamiento de los valores de pH de zapallo mínimamente procesado durante su almacenamiento, con una variación entre 5,2 y 7,4. Estos valores de pH

fueron menores que los reportados (pH = 7,0 a 7,1) en otro trabajo con zapallo mínimamente procesado (18) y similares al de otros estudios de 6,2 a 6,7 y de 6,1 a 6,6; respectivamente (19, 20).

En una investigación sobre zapallo mínimamente procesado y almacenado en diferentes materiales de empaque y a diferentes temperaturas se indicó que existió una reducción de pH en algunos tratamientos, mientras que en otros se produjo un incremento, lo cual no permitió establecer una relación por el efecto de los recubrimientos (14, 21).

Tabla 1. Comportamiento del pH durante el almacenamiento del zapallo mínimamente procesado

Tiempo (d)	Tratamiento				
	T1	T2	T3	T4	TC
0	6,6 (0,4) cde	6,3 (0,1) defg	6,5 (0,2) cdef	6,8 (0,3) bcd	6,4 (0,2) cdef
3	6,8 (0,1) bcd	6,3 (0,1) cdefg	6,8 (0,1) bcd	6,0 (0,0) fghi	6,4 (0,4) cdefg
5	5,2 (0,9) jk	5,7 (0,1) hijk	5,2 (0,3) k	5,5 (0,2) ijk	5,7 (0,2) hij
7	6,2 (0,1) efgh	6,0 (0,2) fgh	6,5 (0,2) cdef	6,2 (0,2) efgh	6,7 (0,1) cde
9	6,9 (0,1) abc	7,3 (0,1) ab	7,3 (0,1) ab	6,8 (0,2) bcde	7,4 (0,2) a
11	5,8 (0,3) ghi	6,5 (0,2) cdef	5,7 (0,6) hijk	6,4 (0,1) cdef	6,4 (0,1) cdef

Media (desviación estándar); n = 3.

Letras diferentes indican diferencias significativas (p ≤ 0,05).

T1: 5 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; T2: 5 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T3: 15 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T4: 15 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; TC: tratamiento control.

En las muestras de todos los tratamientos se observó un incremento ($p \leq 0,05$) de la acidez del zapallo mínimamente procesado durante su almacenamiento (Tabla 2). La acidez inicial no presentó diferencia ($p > 0,05$) entre los tratamientos. A los 11 días, los tratamientos T1 y T2 presentaron la menor acidez ($p \leq 0,05$), mientras que el tratamiento control exhibió el mayor ($p \leq 0,05$) valor de este indicador. Estos comportamientos pudieron deberse al efecto de los recubrimientos relacionados con la ralentización de los procesos metabólicos del producto. Estos resultados fueron similares a los obtenidos durante el almacenamiento a 4 °C de zapallos mínimamente procesados recubiertos con glicerina y goma xantana (14).

CONCLUSIONES

El tratamiento control presentó las mayores ($p \leq 0,05$) pérdidas de peso, sin que existieran diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos con cobertura al final del almacenamiento. No existió una tendencia en los comportamientos del contenido de sólidos solubles y pH, mientras que en todos los tratamientos se observó un incremento ($p \leq 0,05$) de la acidez. A los 11 días, los tratamientos T1 y T2 presentaron la menor acidez ($p \leq 0,05$) y el tratamiento control exhibió el mayor ($p \leq 0,05$) valor de este indicador.

Tabla 2. Variación de la acidez valorable durante el almacenamiento del zapallo mínimamente procesado

Tiempo (d)	Tratamiento				
	T1	T2	T3	T4	TC
0	0,049 (0,001) k	0,051 (0,002) jk	0,056 (0,007) jk	0,065 (0,005) hijk	0,058 (0,001) ijk
3	0,15 (0,01) e	0,104 (0,002) fghijk	0,103 (0,002) fghijk	0,12 (0,01) fgh	0,106 (0,005) fghij
5	0,058 (0,009) ijk	0,05 (0,01) jk	0,072 (0,002) ghijk	0,10 (0,01) fghijk	0,11 (0,01) fghi
7	0,070 (0,002) ghijk	0,064 (0,005) hijk	0,072 (0,002) ghijk	0,146 (0,005) e	0,061 (0,002) ijk
9	0,10 (0,01) fghij	0,12 (0,03) fg	0,218 (0,005) d	0,19 (0,01) d	0,135 (0,004) ef
11	0,2 (0,1) d	0,23 (0,02) d	0,41 (0,03) c	0,55 (0,06) a	0,457 (0,005) b

Media (desviación estándar); n = 3.

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

T1: 5 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; T2: 5 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T3: 15 % de mezcla de aceites con 800 mg/kg de sorbato de potasio; T4: 15 % de mezcla de aceites con 200 mg/kg de sorbato de potasio; TC: tratamiento control.

REFERENCIAS

1. Aguirre EB. Aplicación de revestimientos comestibles en papaya (*Carica papaya*) mínimamente procesada. Ciencia, Tecnología e Innovación 2015; 2(1):15-21.
2. Guerreiro AC, Gago CML, Faleiro ML, Miguel MGC, Antunes MDC. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. Postharvest Biol Tec 2015; 100:226-33.
3. Chen C-H, Lai L. Mechanical and water vapor barrier properties of tapioca starch / decolorized hsian-tso leaf gum films in the presence of plasticizer. Food Hydrocolloid 2008; 22:1584-95.
4. Rojas-Graü MA, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh cut fruits: a review. Trends Food Sci Tech 2009; 20:438-47.
5. Dufresne A. Polysaccharide nanomaterial reinforced starch nanocomposites/ : A review. Starch-Stärke 2016; 68:1-19.
6. De Ancos B, González-Peña D, Colina-Coca C, Sánchez-Moreno C. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. Rev Iberoam Tecnol Postcos 2015; 16(1):8-17.
7. Potter L. La industria del aceite de palma en Ecuador: ¿un buen negocio para los pequeños agricultores? Eutopía 2011; 2:39-54.
8. Costa L, Mendes L, Sarantópoulos CIGDL, Dupas M. Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. Food Bioprocess Tech 2010; 3(6):834-42.
9. Sarkhosh A, Vargas AI, Schaffer B, Palmateer AJ, Lopez P, Soleymani A, et al. Postharvest management of anthracnose in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit with plant-extracted oils. Food Packag Shelf Life 2017; 12:16-22.

10. Pérez AF, Ibargüen AO, Pinzón MI. Evaluación de transparencia y resistencia al vapor de agua en recubrimientos comestibles a base de gel de *Aloe barbadensis* Miller. *Vitae* 2012; 19(1): 126-8.
11. NTE INEN ISO 750. Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable. Ecuador; 2013.
12. NTE INEN ISO 1842. Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH. Ecuador; 2013.
13. NTE INEN ISO 2173. Productos vegetales y de frutas. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico. Ecuador; 2013.
14. Cortez-Vega WR, Brose IB, Prentice C, Borges CD. Influence of different edible coatings in minimally processed pumpkin (*Cucurbita moschata* Dush.). *Int Food Res J* 2014; 21(5):2017-23.
15. Sasaki FF, Aguila JS, Gallo CR, Marcos EM, Jacomino AP, Kluge RA. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. *Hort Bras* 2006; 24:170-74.
16. Ayala-Zavala J, Wang S, Wang C, González-Aguilar G. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT-Food Sci Technol* 2004; 37(7):687-95.
17. Saltveit ME. Respiratory Metabolism. En: Yahia EM, Ed. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Londres: Elsevier; 2019. pp. 73-91.
18. Sgroppo SC, Sosa CA. Zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) fresco cortado tratado con luz UV-C. *FACENA* 2009; 25:7-19.
19. Boas BM, Alves JA, Boas EV. Efeito do tipo de corte na qualidade de abobrinha 'Menina Brasileira' minimamente processada. *Ciênc Agrotecnol* 2011; 35(6):1178-85.
20. Alves JA, Boas EV, Boas BM, Souza EC. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. *Ciênc Tecnol Aliment* 2010; 30:625-34.
21. Silva AVC, Oliveira DSN, Yagui P, Carnelossi MAG, Muniz EN, Narain N. Temperatura e embalagem para abóbora minimamente processada. 2009; 29(2):391-94.