

Efecto del proceso agroindustrial en los atributos físico-químicos de piña mínimamente procesada

Saúl Dussán-Sarria¹; Pedro M. Reyes-Calvache¹, Cristian Torres-León¹

¹Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración, carrera 32 # 12-00, Palmira, Valle, Colombia. sdussan@unal.edu.co, pmreyesc@unal.edu.co, ctorresl@unal.edu.co

RESUMEN

Se evaluó el efecto de ácido cítrico, ácido ascórbico, cloruro de calcio y recubrimiento comestible a partir de almidón de yuca, glicerol, cera de carnauba y aceite de canola, y el efecto de cuatro empaques: Bandeja de poliestireno expandido más PVC, Cajas PET, Bolsas de PEBD para vacío y Bolsa de PEBD, sobre cubos de piña mínimamente procesada almacenada a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $90\pm 2\%$ de HR. El diseño experimental fue en bloques completamente al azar y el análisis estadístico se realizó en S.A.S. 9.3. Se efectuó un seguimiento de los atributos de calidad físico-químicos como pH, AT, y SS (°Brix), cada 4 días hasta el día 24. El recubrimiento comestible no tuvo efecto significativo en los valores de SS pero si en los valores de la AT y del pH. El manejo agroindustrial más adecuado para los cubos de piña mínimamente procesada fue el envase de PEAD al vacío sin recubrimiento comestible.

Palabras-Clave: *Ananas comosus*, maduración, fresh-cut, recubrimiento comestible, empaque.

ABSTRACT

Agroindustrial effect in the physical-chemical attributes of fresh-cut pineapple

The effect of citric acid, ascorbic acid, calcium chloride and an edible coating from cassava starch, glycerol, and carnauba wax was evaluated canola oil, and the effect of four packages: more expanded polystyrene tray PVC, boxes PET, LDPE bags for vacuum and LDPE bag on minimally processed pineapple cubes stored at $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90 \pm 2\%$ RH. The experimental design was a randomized complete block design and the SAS 9.3 was used. Monitor the physical and chemical attributes of quality as pH, AT, and SS (Brix), every 4 days until day 24. The edible coating had no significant effect on the values of SS was made, but if values TA and pH. The agroindustrial condition best suited for fresh-cut pineapple was in vacuum container without edible coating.

Keywords: *Ananas comosus*, ripening, fresh-cut, edible coating, packaging.

33 MATERIALES Y MÉTODOS

34 El análisis experimental se llevó a cabo en Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la
35 Universidad Nacional de Colombia (Palmira, Valle del Cauca, Colombia, a 1000msnm).
36 La piña (ananas comosus) variedad Manzana, se obtuvo en la Ciudad de Palmira, luego
37 se transportó a las instalaciones del Laboratorio y se mantuvo refrigerado a 10°C
38 durante 24 horas, se seleccionaron y clasificaron de acuerdo a la uniformidad en su
39 tamaño y en su estado de madurez, con un 50% de coloración amarilla.

40 Las Piñas enteras fueron lavadas con agua clorada (100ppm de hipoclorito de sodio)
41 durante 10 min (Djioua *et al.*, 2009). Fueron realizados cortes en cubos de 1,5cm de
42 arista, posteriormente se sumergieron en hipoclorito de sodio (10 ppm) durante 1
43 minuto y por gravedad se eliminó el exceso de agua durante 2 min. Seguido a esto los
44 cubos de piña se sumergieron durante 3 minutos en una solución a base de: Cloruro de
45 Calcio CaCl_2 al 1%, Ácido Cítrico al 1%, Ácido Ascórbico al 1% (Robles-sánchez *et*
46 *al.*, 2007)(Kader, 2008).

47 Para realizar 1000g del recubrimiento comestible se siguió el siguiente procedimiento:
48 Se solubilizaron 20g de almidón de yuca en 475 ml de agua con agitación constante y
49 luego se llevó a 75°C hasta conseguir una textura gelificada. En otro beaker con 475 ml
50 de agua se adicionaron 15g de glicerina, esta mezcla se incorporó gota a gota al gel de
51 almidón ya formado y se mantuvo en agitación constante durante 10 minutos.
52 Seguidamente se adicionó gota a gota una emulsión de aceite de canola (4g), cera de
53 carnauba (2g) y ácido esteárico (8g), que se diluyeron previamente a 85°C hasta formar
54 la textura deseada, por último se deja en agitación constante por 3 minutos a 85°C y se
55 lleva a temperatura ambiente. Una vez la emulsión obtuvo una temperatura optima
56 (Ambiente 25°C), se sumergieron los cubos de piña durante 2 minutos.

57 Los cubos de piña se empacaron en cantidades de 150g, dispuestos en cuatro (4)
58 envases diferentes: Bandeja de PES (10x10 cm) envuelta con Poli-PVC, Cajas PET
59 (12x8x4cm), Bolsas de PEBD. (19x14 cm) calibre 70 μm para vacío, PEBD (15x15cm)
60 calibre 40 μm para Atmosfera Modificada Pasiva. Una vez empacada la fruta cortada se
61 almacenó a $5\pm 1^\circ\text{C}$ y 85% a 90% de HR de según recomienda Sothornvit y Rodsamran
62 (2008) y Kader (2008).

63

64

65 Se realizaron análisis Físicoquímicos a los 0, 4, 8, 12, 16, 20 y 24 días de
66 almacenamiento refrigerado.

67 **Parámetros físicoquímicos**

68 Se extrajo jugo de las muestras de piña, usando una licuadora manual y un filtro de tela
69 y se procedió a cuantificar los siguientes análisis. El pH se determinó según la NTC
70 4592 (ICONTEC, 1999a) con un pH-metro digital. La acidez del jugo se determinó por
71 titulación con una solución de NaOH al 0,1M hasta pH 8,1 con un pH-metro. De
72 acuerdo a la NTC 4623 (ICONTEC, 1999b) la acidez se expresa como porcentaje de
73 ácido cítrico. Los sólidos solubles con un refractómetro digital y la medida se expresó
74 en porcentaje de sólidos solubles (grados °Brix) de acuerdo a la norma NTC 4624
75 (ICONTEC, 1999c).. El Índice de madurez según la relación SS/AT.

76 **Análisis estadístico**

77 Se usó un diseño experimental con bloques al azar de ocho tratamientos, generados de
78 cuatro condiciones de envase, con y sin la aplicación de recubrimiento comestible,
79 mediante el software SAS 9.3 con un nivel de significancia $p < 0,05$. El modelo
80 estadístico se expresa mediante la siguiente expresión: $Y_{ijk} = R_i + E_j + T_k + ET_{ijk} +$
81 RT_{ijk} Dónde: R = Repetición, E = Empaque y T = Recubrimiento.

82 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

83 En la Figura 1, se observó que los valores del pH de la piña mínimamente procesada
84 almacenada durante 24 días bajo refrigeración, presentó un descenso para todos los
85 tipos de envases, tanto con recubrimiento como sin recubrimiento. El empaque al vacío
86 con y sin recubrimiento permitió mantener más estable los valores de pH. El
87 recubrimiento comestible en piña MP envasada al vacío permitió mantener
88 significativamente más estables los valores de pH.

89 En la Figura 2, se observó un descenso en el índice de maduración de piña MP en cada
90 uno de los tratamientos. El envase al vacío permitió sostener a través del tiempo de
91 almacenamiento valores del índice de madurez más altos que los demás tratamientos,
92 logrando valores promedio de 16,07 con recubrimiento y 15,04 sin recubrimiento,
93 (Figura 10a y 10b respectivamente), lo que sugiere que la piña PM con recubrimiento
94 comestible acondicionada al VACIO impidió el desarrollo de la senescencia, de forma
95 más efectiva. En datos no mostrados sobre SS y AT, muestran que el uso del
96 recubrimiento no presentó ningún efecto en el primero pero si en el segundo.

97 Según Antonioli *et al.*, (2012) una de las razones por las que el pH baja es por la
98 aplicación de los ácidos orgánicos. Antonioli *et al.*(2003) afirman que la región basal
99 de la piña siempre muestra valores más altos que la zona media y apical, y que una
100 causa de la reducción del pH es la aplicación del calcio. Gioppo *et al.*, (2012) afirman
101 que la reducción de los sólidos solubles es debida a un mayor consumo de sustrato
102 orgánico en el proceso respiratorio.

103 Una de las razones por las que el vacío fue más efectivo es porque el gas que se
104 encuentra en la microestructura porosa, es reemplazado por solutos agregados (Cloruro
105 de Calcio, AC y AA), y los contenidos en líquidos del mismo alimento, de manera
106 forzada por el gradiente de presión y por capilaridad, esto limitó la exudación de
107 líquido. El vacío también limitó el proceso de respiración y senescencia por el déficit de
108 oxígeno interno inicial, y porque limitó su entrada desde el entorno debido a su
109 permeabilidad (Permeabilidad al CO₂, O₂ y vapor de agua a 5°C es: 6264,89cm³.m⁻².dia⁻¹
110 ², 1163,48 cm³.m⁻².dia⁻² y 2,98g.m⁻².dia⁻² respectivamente) por consiguiente limita el
111 consumo de sacarosa y fructosa en las reacciones de degradación (Ostos, 2012).

112 **CONCLUSIONES**

113 La piña mínimamente procesada sin recubrimiento comestible y tratada con ácido
114 ascórbico (1% v/v), ácido cítrico (1% v/v) y CaCl₂ (1% v/v) acondicionada al vacío en
115 bolsa PEAD 70 µm logró conservar el producto durante 16 días a 5°C y 90% de HR

116 El tratamiento con los ácidos orgánicos y el calcio sumado al empaque y el
117 recubrimiento comestibles a base de almidón de yuca, cera de carnauba, glicerol y
118 aceite de canola durante el almacenamiento refrigerado hicieron que los valores de pH y
119 de SS en la piña MP descendieran y que los valores de AT aumentaran.

120 La piña mínimamente procesada con recubrimiento comestible, aplicación de
121 antioxidantes, aplicación de calcio, acondicionada al vacío y refrigerada (5°C y 90% de
122 HR) le proporcionó una vida útil estimada de 12 días.

123 **REFERENCIAS**

124 Antonioli, L., Benedito, B., & Moreira de Sousa Filho e Men de S. Efeito do cloreto de
125 cálcio na qualidade de abacaxi “ Pérola ”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (en línea)
126 38(1), 1105–1110 (2003). <http://www.scielo.br>. 12 de marzo (2013).

Dussán-Sarria, S., Reyes-Calvache, P. M., Torres-Leon, C. 2015. Efecto del proceso agroindustrial en los atributos físico-químicos de piña mínimamente procesada. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

127 Antonioli, L. R., Benedetti, B. C., Sá, M. De, & Souza, M. De. Shelf life of minimally
128 processed pineapples treated with ascorbic and citric acids. *Pesquisa Agropecuária*
129 *Brasileira*, (en línea) 447–453 (2012). <http://www.scielo.br>. 15 de marzo (2013).

130 Gioppo, M., Souza, A. M. De, Gonçalves, J., & Ayub, R. A. Vida útil pós-colheita do
131 repolho roxo mínimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. *Revista*
132 *Ceres*, (en línea) 59(4), 560–564 (2012). <http://www.scielo.br>. 23 de marzo (2013).

133 ICONTEC NTC 4592. Productos frutas y verduras determinación de pH. pp 12. Bogota-
134 Colombia (1999a).

135 ICONTEC NTC 4623. Productos frutas y verduras determinación de la acidez titulable.
136 pp 13. Bogota-Colombia (1999b).

137 ICONTEC NTC 4624. Jugo de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de
138 sólidos solubles. Método refractimétrico. pp 11. Bogota-Colombia (1999c).

139 Kader, A. A. Fresh-cut mangos as a value-added product (Literature review).
140 *Postharvest Biology and Technology*, (en línea) 12 (2008).
141 <http://www.sciencedirect.com>. 10 de marzo (2013).

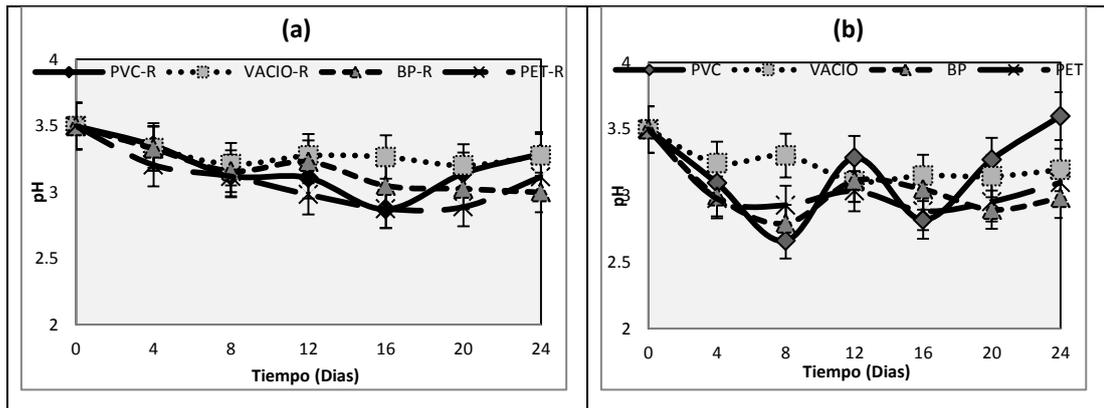
142 Ostos, S. L., Diaz, A. C., & Suarez M, H. Evaluación de diferentes condiciones de
143 proceso en la fortificación de mango (Tommy Atkins) con calcio mediante
144 impregnación a vacío. *Revista Chilena de Nutricion*, (en línea) 39(3), 181–190 (2012).
145 <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=469351002>. 10 de marzo
146 (2013).

147 Robles-sánchez, M., Gorinstein, S., Martín-belloso, O., Astiazarán-garcía, H., & Cruz-
148 valenzuela, G. G. R. Frutos tropicales mínimamente procesados : potencial antioxidante
149 y su impacto en la salud. *inverciencia*, (en línea) 32(83000), 227–232 (2007).
150 <http://www.scielo.br>. 15 de marzo (2013).

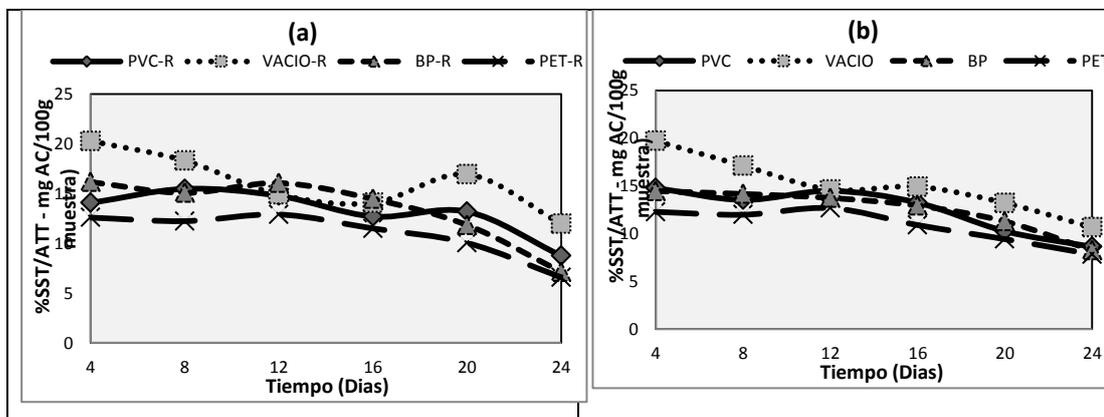
151 Sothornvit, R., & Rodsamran, P. Effect of a mango film on quality of whole and
152 minimally processed mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, (en línea) 47(3),
153 407–415 (2008). <http://www.sciencedirect.com>. 6 de marzo (2013).

154

155



156 Figura 1: Valores de pH durante 24 días de almacenamiento bajo refrigeración de piña
 157 mínimamente procesada a) con recubrimiento, b) y sin recubrimiento a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ y $90 \pm 2\%$
 158 de HR. (PH values during 24 days of refrigerated storage of fresh-cut pineapple) coated,
 159 b) and uncoated $5 \pm 1^\circ\text{C}$ and $90 \pm 2\%$ RH).
 160



161 Figura 2: Cambio del índice de madurez (SS/AT), de la piña MP almacenada en 4 tipos
 162 de envase: PVC, VACIO, AMP y PET, con recubrimiento a) y sin recubrimiento b)
 163 almacenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ y $90 \pm 2\%$ de HR. (Changing the maturity index (SS/TA), the
 164 fresh-cut pineapple stored in 4 types of packaging: PVC, vacuum, MAP and PET,
 165 coated a) and uncoated b) stored at $5 \pm 1^\circ\text{C}$ and $90 \pm 2\%$ RH).
 166