

## **Efecto de la aplicación de quitosano como recubrimiento comestible sobre la conservación de la calidad de piña mínimamente procesada**

### **Effect of the application of chitosan as edible coating on the keeping quality of minimally processed pineapple**

W. Materano, J. Zambrano, A. Valera, C. Torres, M. Maffei, I. Quintero

Grupo de Fisiología de Poscosecha, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela.

### **Resumen**

La piña (*Ananas comosus* L.) es muy perecedera debido al rápido crecimiento de microorganismos que deterioran su calidad. El objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto del quitosano como recubrimiento comestible conservador de la calidad de frutos de piña mínimamente procesada. Trozos de piña en cuñas de aproximadamente 8 g se sumergieron en soluciones de quitosano (2, 1, 0 y 0,5% m/v) y se almacenaron a 8°C, evaluándose posteriormente la cuenta microbiana, vida útil y aceptación sensorial a través de un diseño unifactorial, durante los 0, 3, 6 y 9 días de almacenamiento. Se observó que los trozos tratados con el recubrimiento fueron más aceptables comparados con el control. El empleo de quitosano al 2% en las cuñas retardó considerablemente el crecimiento de los microorganismos y los trozos se mantuvieron en buenas condiciones por 6 días. Con base en los resultados observados se puede concluir que el quitosano puede conservar las características de sabor, ampliar la vida útil, y evitar la proliferación de especies microbianas.

**Palabras clave:** quitosano, análisis sensorial, microbiología de alimentos, piña.

### **Abstract**

Pineapple (*Ananas comosus* L.) is highly perishable due to the rapid growth of microorganisms that degrade its quality. The objective of this study was to evaluate the effect of chitosan as a preservative edible coating on the quality of minimally processed pineapple fruits. Chunks of pineapple wedges about 8 grams

were dipped in chitosan solutions 2, 1, 0 and 0.5 % m/v and stored at 8°C, subsequently evaluating the microbial count, and sensory acceptance life through a univariate design for 0, 3, 6 and 9 days of storage. It was observed that the pieces treated with the coating were more acceptable compared with the control. Using 2% Chitosan wedges greatly retarded the growth of microorganisms and the pieces were maintained in good condition for 6 days. Based on the observed results it can be concluded that chitosan may retain the characteristics of flavor, extend shelf life and prevent the proliferation of microbial species.

**Key words:** Chitosan, sensory analysis, food microbiology and pineapple.

## Introducción

El consumo de frutas representa actualmente una tendencia mundial en favor de la salud de los consumidores. Sus productos frescos cortados o mínimamente procesados representan una alternativa de comercialización para cubrir la demanda actual. Sin embargo, el desarrollo de productos con estas características requiere la generación y evaluación de procesos tecnológicos que garanticen la calidad de los productos y conserven o mejoren la aceptación por parte de los consumidores. Los productos vegetales frescos y cortados tienen una vida útil del orden de cinco a seis días debido a la degradación de las características físicas por la acción de los procesos propios de la acción de los microorganismos y otros factores involucrados en el proceso desmejorando la inocuidad del producto. Estas características hacen necesaria la aplicación de técnicas de conservación para contrarrestar este tipo de riesgos, sin embargo los tratamientos deben garantizar los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto para que éste sea aceptado por el consumidor. Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio ha sido realizado con el objetivo de evaluar el efecto de quitosano como

## Introduction

The consumption of fruits currently represents a worldwide tendency in favor of the health of consumers. Fresh cut or minimally processed products represent a commercialization alternative to cover the current demand. However, the development of products with these characteristics require the generation and evaluation of technological processes that guarantee the quality of products and preserve or improve the acceptance by means of the consumers.

Vegetal fresh and cut products have a shelf life from five to six days, due to the degradation of the physical characteristics by the action of the own processes of the action of microorganisms and other factors involved in the process degrading the harmlessness of the product.

These characteristics make necessary the application of preservation techniques to counteract this type of risks; however, the treatments must guarantee the minimum requirements of hygiene, harmless and quality of the product to be accepted by the consumer. Because of the latter, the aim of this research is to evaluate the effect of chitosan as

recubrimiento comestible para conservar la calidad de frutos de piña.

an edible coating to preserve the quality of pineapple fruits.

## Materiales y métodos

## Materials and methods

### Preparación de las muestras.

Para la realización de este trabajo se utilizaron frutos de piña (60) obtenidos del mercado de mayoristas Makroval en Valera, estado Trujillo. Los frutos fueron seleccionados homogéneamente en cuanto a forma, tamaño y ausencia de lesiones externas y con 8° Brix. Los frutos se desinfectaron por inmersión en una solución de NaClO al 2%, se pelaron y cortaron en trozos de 2 cm de espesor, se sumergieron en soluciones de quitosano al 2, 1, 0 y 0,5% y ácido cítrico al 0,75%, respectivamente. Se secaron con aire forzado y se almacenaron a  $8\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 10 días.

### Preparation of the samples.

To carry out this research pineapple fruits (60) were used, obtained from the wholesale market at Makroval in Valera, Trujillo state. The fruits were selected homogeneously in relation to shape, size and absence of external absence and with 8° Brix. The fruits were disinfected by immersion in a NaClO solution at 2%, peeled and cut in 2 cm thick wedges, and immersed in chitosan solutions at 2, 1, 0 and 0.5% and citric acid at 0.75% respectively. Were dried with forced air and stored at  $8\pm 1^{\circ}\text{C}$  for 10 days.

**Preparación del recubrimiento.** Se prepararon soluciones de quitosano pesando 60, 30 y 15g de polvo (Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) y se dispersaron en 2500 mL de agua destilada. La dilución se realizó a 60°C con agitación continua durante 30 minutos, luego se añadió 150 mL de ácido acético glacial y 18,75 g de ácido cítrico, finalmente se ajustó el pH de la solución a 5 con NaOH 0,1 N (Zambrano *et al.* 2011).

### Coating preparation.

Chitosan solutions were prepared weighting 30, 30 and 15g of powder (Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) and disseminated in 2500 mL of distilled water. The dilution was done at 60°C with continuous agitation for 30 minutes, later 150 mL of glacial acetic acid were added as well as 18.75 g of citric acid; finally, the pH of the solution was adjusted at 5 with NaOH 0.1 N (Zambrano *et al.* 2011).

**Análisis microbiológicos.** Se utilizó el método de Petrifilm (film seco rehidratable) reportado por Ruiz y Acedo (2006), empleando placas para el recuento de aerobios (bacterias aeróbicas), levaduras y mohos (3M Petrifilm); para ello se disolvió 1g de pulpa en 9 mL de agua estéril para inocular y luego incubar a 25°C duran-

**Microbiologic analysis.** The Petrifilm method was used (rehydrate dry film) reported by Ruiz and Acedo (2006), employing plates for the recount of aerobics (aerobic bacteria), yeast and mold (3M Petrifilm); for that, 1g was dissolved in 9 mL of sterile water to inoculate and incubate at 25°C for 48 hours (bacteria) and at

te 48 horas (bacterias) y a 20-25°C durante 5 días (para levaduras y mohos). El resultado fue expresado como ufc.g<sup>-1</sup> de muestra.

**Estimación de vida útil.** Se utilizó la metodología "punto de corte" (García *et al.*, 2008), para determinar el valor de intensidad sensorial en el cual un consumidor comienza a percibir un cambio del sabor característico. Para ello se procedió de la siguiente manera:

1. Preparación de una serie de muestras con intensidades crecientes del nivel de defecto sensorial. El descriptor crítico obtenido mediante un ensayo preliminar acelerado fue la degradación del sabor característico de trozos de piña tratados con soluciones de quitosano al 0,5 1 y 2%. Las muestras de piña se almacenaron a 8°C durante 10 días.

2. Determinación de la intensidad del defecto presente en las muestras por medio de un panel entrenado. Las muestras descritas en el párrafo anterior fueron evaluadas por un panel de 5 evaluadores entrenados en la degradación del sabor característico de trozos de piña.

3. Para calificar el sabor se utilizó una escala de grado de satisfacción, donde: 1 = me gusta muchísimo, 2 = me gusta mucho, 3 = me gusta moderadamente, 4 = me gusta ligeramente, 5 = ni gusta ni disgusta, 6 = me disgusta ligeramente, 7 = me disgusta moderadamente, 8= me disgusta mucho y 9 = me disgusta muchísimo.

4. Determinación de la aceptabilidad. Un panel de 20 consumidores evaluaron las muestras ya descritas en una escala de aceptabilidad de 9 puntos. En este caso,

20-25°C for 5 days (for yeasts and molds). The result was expressed as ufc.g<sup>-1</sup> of the sample.

#### **Estimation of the shelf life.**

The cutting point technology was used (García *et al.*, 2008) to determine the value of the sensorial intensity where a consumer starts perceiving a change of the characteristic taste. For this, it was preceded as:

1. Preparation of a series of samples with growing intensities with sensorial deficiencies. The critical descriptor obtained with an accelerated preliminary essay was the degradation of the characteristic taste of pineapple wedges treated with chitosan solutions at 0.5, 1 and 2 %. Pineapple samples were stored at 8°C for 10 days.

2. Determination of deficiency intensity present in the sample by means of a trained panel. The samples described in the previous paragraphs were evaluated by a panel of 5 trained evaluators in the degradation of the characteristic taste of pineapple wedges.

3. To qualify the taste, a satisfaction degree scale was used, where: 1= I really liked it a lot, 2= I really liked it, 3= I partly liked it, 4= I liked it a little bit, 5= It is neutral for me, 6= I disliked it a little bit, 7= I did not like it, 8= I really did not like it and 9= I really did not like it at all.

4. Acceptance determination. A panel of 20 consumers evaluated the samples described in a 9-point acceptance scale. In this case, pineapple samples were served and codified with three digital numbers at random. Drinking water as well as unsalted biscuits were provided in between samples.

las muestras de piña fueron servidas codiucadas con tres números dígitos al azar. Se suministró agua mineral y galletas de soda sin sal entre muestras.

5. Cálculo matemático del punto de corte. El primer paso es aplicar la siguiente ecuación:

$$S = F - Z \cdot \sqrt{2CME/n} / 2$$

S = valor en que la aceptabilidad del producto almacenado comienza a disminuir signiucativamente, F 5% = aceptabilidad de la muestra fresca (promedio de los n consumidores), Z = coordenada de la curva normal para un ensayo de una cola con un nivel de signiucación del 5% = 1,645. Para calcular el Z, se empleó un ensayo de una cola debido a que se asumió que el producto almacenado tiene una aceptabilidad más baja que el producto fresco.

**Análisis descriptivo perfil de sabor.** Se aplicó esta prueba para detectar cambios en el sabor (Dulce, Ácido, Amargo, Fermentado, Astringente, Picante, Metálico), en la cual la escala de intensidad empleada fue: 0= Ausencia total, 1= Casi imperceptible, 2= Ligera, 3= Media, 4= Grande, 5= Extrema, recomendada por Salinas *et al.* (2007). Se empleó diez panelistas con experiencia. Se realizaron evaluaciones a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento de los trozos de piña tratados con soluciones de quitosano al 0, 0,5, 1 y 2% conteniendo ácido cítrico al 0,75%, respectivamente.

**Diseño experimental.** En el experimento se empleó un diseño completamente al azar, unifactorial en el cual el factor fue la concentración de quitosano a tres niveles (0; 0,5; 1 y 2%) y tres replicas.

5. Mathematical calculus of the cutting point. The first step is to apply the following equation:

$$S = F - Z \cdot \sqrt{2CME/n} / 2$$

S = value where the acceptance of the stored product starts reducing significantly, F 5% = acceptance of the fresh sample (average of n consumers), Z = coordinate of the normal curve for a rehearsal with a significant level of 5% = 1.645. To calculate the Z, an essay was employed since it was assumed that the stored product has a lower acceptance than the fresh product.

**Descriptive analysis of the taste profile.** This test was applied to detect changes in the taste (sweet, acid, bitter, fermented, astringent, spicy, metallic), in which the intensity scale employed was: 0= total absence, 1= almost unnoticeable, 2= light, 3= medium, 4= big, 5= extreme, recommended by Salinas *et al.* (2007). Ten trained panelist were used. Evaluations were done at 3, 6 and 9 days of storage of pineapple wedges treated with chitosan solutions at 0, 0.5, 1 and 2%, with citric acid at 0.75%, respectively.

**Experimental design.** A completely univariate randomized design was used, where the factor was the concentration of chitosan at three levels (0, 0.5, 1 and 2%) and three replications.

**Statistical analysis.** Statistically, the homogeneity test of the data was done with the Kolmogorov Smirnov test, with an accuracy level of 95%. The statistical significance was analyzed with the variance analysis (ANOVA) and means Duncan tests, employing the SAS statistical program (2002).

## **Análisis estadístico.**

Estadísticamente se realizó la prueba homogeneidad de los datos utilizando la prueba de Kolmogorov Smirnov con un nivel de confiabilidad de 95%. La significación estadística fue analizada mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de media de Duncan, empleando el programa estadístico SAS (2002).

## **Resultados y discusión**

**Análisis microbiológicos.** La calidad microbiana en los frutos mínimamente procesados es un aspecto particularmente crítico debido a que la exposición de la superficie favorece la contaminación con bacterias, hongos y levaduras (Ruiz y Acedo, 2006).

La cuenta microbiana se redujo para los trozos de piña tratados con quitosano a una concentración de 2, 1 y 0,5% evitando la proliferación de microorganismos (cuadro 1). No se observó crecimiento de microorganismos en las concentraciones de 0,5 y 1% de quitosano durante los seis primeros días de aplicado el tratamiento. Dicho crecimiento fue observado a partir de los nueve días de tratamiento después de los cuales se detectó desarrollo microbiano, registrándose a los 9 días de vida de anaquel, cuentas de  $1,41 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> para bacterias (aerobios mesófilos), de  $7,06 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para mohos y de  $1,18 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> para levaduras en la concentración de 0,5%. De igual forma  $7,24 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para bacterias, de  $3,62 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para de mohos y de  $6,04 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para levaduras en la concentración de 1%.

También se puede observar en el cuadro 1 que las porciones de piña

## **Results and discussion**

**Microbiologic analysis.** The microbial quality of minimally processed fruits is a particularly critical aspect since the exposure of the surface favors the contamination with bacteria, fungi and yeasts (Ruiz and Acedo, 2006).

The microbial count reduced for the pineapple wedges treated with chitosan at a concentration of 2, 1 and 0.5%, avoiding the proliferation of micro-organisms (table 1). None growth of microorganisms was observed in the concentrations of 0.5 and 1% of chitosan during the first six days of applied the treatment. Such growth was observed after nine days of treatment, detecting a microbial development and registering within nine days in the shelf counts of  $1.41 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> for bacteria (mesophyll aerobic),  $7.06 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for molds and  $1.18 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> for yeasts in the concentration of 0.5%. Likewise,  $7.24 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for bacteria,  $3.62 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for molds and  $6.04 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for yeasts in a concentration of 1%.

Also, it can be observed in table 1, that the portions of pineapple covered with chitosan at 2% presented within 9 days  $2.34 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for bacteria,  $1.17 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> for molds and  $2.93 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> for yeasts. Minimally processed pineapple fruits control (0% of chitosan concentration) presented within the third sampling day a microbial count of  $2 \times 10^3$  ufc.g<sup>-1</sup> of bacteria,  $9.98 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> of fungi and  $1.66 \times 10^3$  ufc.g<sup>-1</sup> of yeasts. The microbial counts (bacteria, fungi and molds) of pineapple wedges for the control and the chitosan concentrations, were

**Cuadro 1. Recuento microbiano de bacteria aerobia, moho y levadura en piña fresca cortada tratada con cinco concentraciones de quitosano (0.5, 1 y 2%) comparadas con un grupo control almacenada a 8°C durante 7 días.**

**Table 1. Microbial recount of aerobic bacteria, mold and yeast in fresh cut pineapple treated with five concentrations of chitosan (0.5 and 2%) compared to a control group stored at 8°C for 7 days.**

Concentración de quitosano	Bacterias aérobicas (ufc.g <sup>-1</sup> )			Mohos (ufc.g <sup>-1</sup> )			Levaduras (ufc.g <sup>-1</sup> )		
	Día 3	Día 6	Día 9	Día 3	Día 6	Día 97	Día 3	Día 5	Día 7
0%	2x10 <sup>3</sup>	2,57x10 <sup>3</sup>	1,26x10 <sup>4</sup>	9,98x10 <sup>2</sup>	1,29x10 <sup>3</sup>	6,29x10 <sup>3</sup>	1,66x10 <sup>3</sup>	2,14x10 <sup>3</sup>	1,05x10 <sup>4</sup>
0,5%	0	1,41x10 <sup>2</sup>	1,41x10 <sup>2</sup>	0	7,06x10 <sup>1</sup>	7,06x10 <sup>1</sup>		1,14x10 <sup>2</sup>	1,18x10 <sup>2</sup>
1%	0	9,89	7,24x10 <sup>1</sup>	0	4,94	3,62x10 <sup>1</sup>		8,24	6,04x10 <sup>1</sup>
2%	0	0	2,34x10 <sup>1</sup>	0	0	1,17x10 <sup>1</sup>			2,93x10 <sup>1</sup>



recubiertas con solución de quitosano al 2% presentaron a los 9 días  $2,34 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para bacterias,  $1,17 \times 10^1$  ufc.g<sup>-1</sup> para mohos y  $2,93 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> para levaduras. Los frutos de piña mínimamente procesados control (0% de concentración de quitosano) presentaron desde el tercer día de muestreo una carga microbiana de  $2 \times 10^3$  ufc.g<sup>-1</sup> de bacterias,  $9,98 \times 10^2$  ufc.g<sup>-1</sup> de hongos y  $1,66 \times 10^3$  ufc.g<sup>-1</sup> de levaduras. Las cuentas microbianas (bacterias, hongos y levaduras) de frutos troceado de piña para el control y las concentraciones de quitosano, estuvieron por debajo del rango reportado por Rojas-Avila *et al.* (2008), donde indica que en alimentos mínimamente procesados el recuento de los microorganismos debe estar entre  $10^5$  y  $10^7$  ufc.g<sup>-1</sup> (Millán *et al.*, 2001), (COVENIN, 1978).

**Estimación de vida útil.** Los frutos de piña mínimamente procesados a la concentración de quitosano (2, 1, 0 y 0,5%) mostraron un efecto positivo ( $P < 0.05$ ) en la apreciación del consumidor, debido a que en la metodología denominada "punto de corte" alcanzó 4 "me gusta ligeramente". De acuerdo con la evaluación del sabor de los frutos troceados de piña, el grado de satisfacción de los potenciales consumidores mostró un marcado cambio en la actitud de aceptación de los frutos. Al comienzo del almacenamiento las notas sensoriales de todas las muestras incluyendo el control se encuentran en la posición de "Me gusta mucho"; sin embargo, al sexto día los trozos de piña con concentración cero (control) fueron valoradas negativamente por los consumidores ("Me disgusta moderadamente"); caso contrario a las tratadas con 1 y 2% de quitosano, las

under the rank reported by Rojas-Avila *et al.* (2008), where it is indicated that in minimally processed food the recount of microorganisms must be from  $10^5$  to  $10^7$  ufc.g<sup>-1</sup> (Millán *et al.*, 2001), (COVENIN, 1978).

#### **Estimation of the shelf life.**

Minimally processed pineapple fruits at chitosan concentration (2, 1, 0 and 0.5%) showed a positive effect ( $P < 0.05$ ) in the appreciation of the consumer, since the methodology known as cut point reached 4 "I liked it a little bit". According to the taste evaluation of pineapple wedges, the satisfaction degree of the potential consumers showed a marked change in the acceptance attitude of fruits. At the beginning of the storing, the sensorial comments of all the samples, including the control, were "I really liked it"; however, in the sixth day the pineapple wedges with zero concentration (control) were negatively values by the consumers ("I disliked it a little bit"), contrary to the treated by 1 and 2% of chitosan, which valued positively "I liked it a little bit" and "I partly liked it", reaching the seventh day. During the freezing storing, the lowest satisfaction degree was the indifference (concentration 0.5%) within 7 days of evaluation. Some researches show that the physiologic changes that occur in the fruits during post-harvest, cause losses of quality that affect the taste for the consumers, translated in economic losses of the product (Aular, 2006; Chitarra and Chitarra, 2005). It is important to mention that the highest variations appeared in the values of sphericity and equivalent properties, physical properties seen by the consumer, agreeing to Salinas *et*



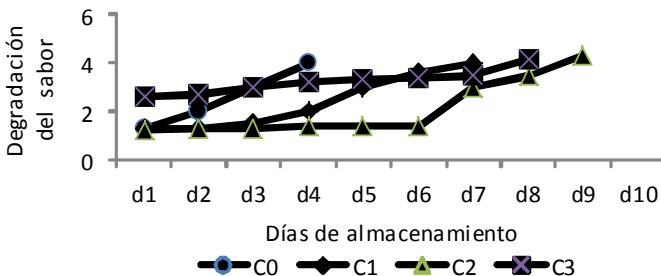
cuales se valoraron positivamente, “Me gusta moderadamente” a “Me gusta ligeramente”, llegando al sexto día. Durante el almacenamiento refrigerado el menor grado de satisfacción fue la indiferencia (concentración 0,5%) a los 7 días del periodo de evaluación. Algunos trabajos muestran que los cambios fisiológicos que ocurren en los frutos durante la postcosecha ocasionan pérdidas de calidad que afectan el sabor para los consumidores, traduciéndose en pérdidas económicas del producto (Aular, 2006; Chitarra y Chitarra, 2005). Es importante destacar que las mayores variaciones se dieron en los valores de esfericidad y diámetro equivalente, propiedades físicas apreciadas por el consumidor lo que concuerda con Salinas *et al.* (2007), los cuales encontraron diferencias significativas entre los valores de vida útil observados en guayaba fresca cortada y los calculados con el modelo de la valoración de los atributos de sabor del producto por parte de los consumidores en la evaluación (figura 1).

**Análisis Sensorial.** En el cuadro 2 se observan los valores de media

*al.* (2007), which found significant differences among the shelf life observed in fresh cut guava and the calculated with the valuation attributes of the product taste by hands of the consumers in the evaluation (figure 1).

**Sensorial analysis.** In table 2 are observed the mean values by column for the profile taste test in pineapple wedges treated with chitosan. For the sweet and acid parameters, there were not significant differences. Bitterness presented differences with a value of 2.07 (light perception) in the control, after six days of storing and keeps through the nine days.

Likewise, significant differences were observed for the fermentation in the control group after six days of storing, presenting a value of 2.61 (mean perception), keeping until nine days. On the other hand, the astringency, at a concentration of 2% of chitosan according to the perception of the panelist, presented significant differences after three days and kept for nine days. Out of the spicy and



**Figura 1. Vida útil de piña fresca cortada tratada con cinco concentraciones de quitosano (C3=2, C2=1, C1=0,5 y C0=0, %).**

**Figure 1. Shelf life of fresh cut pineapple treated with five concentrations of chitosan (C3=2, C2=1, C1=0.5 and C0=0, %).**

**Cuadro 2. Prueba de perfil de sabor en piña fresca cortada tratada con cinco concentraciones de quitosano (2,1, 0 y 0,5%) comparadas con un grupo control almacenada a 8°C durante 9 días, con una escala likert (0: ausencia total, 1: casi imperceptible, 2: Ligera, 3: Media, 4: Grande y 5: Extrema).**

**Table 2. Profile test of taste in fresh cut pineapple treated with five concentrations of chitosan (2.1, 0 and 0.5%) compared to a control group stored at 8°C for 9 days, with a likert scale (0: total absence, 1: almost imperceptible, 2: light, 3: medium, 4: big and 5: extreme).**

Concentraciones de quitosano	Dulce	Acido	Amargo	Fermentado	Astringente	Picante	Metálico
<b>Día 3</b>							
Control (0%)	2,97 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
0,5%	3,06 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
1%	3,42 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
2%	3,51 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	2,34 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<b>Día 6</b>							
Control (0%)	3,33 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	2,07 <sup>b</sup>	2,61 <sup>b</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
0,5%	3,15 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
1%	2,88 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
2%	2,97 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	2,52 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<b>Día 9</b>							
Control (0%)	2,60 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	2,88 <sup>b</sup>	3,06 <sup>b</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
0,5%	2,50 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
1%	2,10 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
2%	2,40 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	2,43 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

por columna para la prueba del perfil de sabor en trozos de piña tratada con quitosano. Para los parámetros dulce y ácido no hubo diferencias significativas. El amargo presentó diferencias con un valor de 2,07 (percepción ligera) en el grupo control, a partir de los seis días de almacenamiento y se mantiene a través de los 9 días. De igual forma se observaron diferencias significativas para la fermentación en el grupo control a partir de los 6 días de almacenamiento presentando un valor de 2,61 (percepción media), manteniéndose hasta los 9 días. Por otro lado la astringencia, a una concentración del 2% de quitosano, según la percepción de los panelistas, presentó diferencias significativas a partir de los 3 días y se mantuvo hasta los 9 días. De los parámetros picante y metálico no se reportan cambios significativos, sus valores permanecieron en 0 que corresponde a ausencia total.

## Conclusiones

El recubrimiento con quitosano fue eficiente en la reducción del crecimiento de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) de la piña mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado. Asimismo, contribuyó en la ampliación de la vida útil y conservación de la calidad.

Las concentraciones de 1 y 2% impactaron positivamente, para la vida útil, pero los panelistas a través de la prueba de perfil de sabor valoraron como negativa la concentración 2% percibiendo una ligera astringencia.

**Agradecimientos.** Éste trabajo ha sido financiado por el Consejo de Desarrollo Científico Humanístico Tec-

metallic parameters, none significant changes are reported, and the values remained in 0, which correspond to the total absence.

## Conclusions

The coating with chitosan was efficient in the growing reduction of microorganisms (bacteria, fungi and yeasts) of minimally processed pineapple during the freezing storing. Likewise, it contributed in the widening of the shelf life and quality preservation.

The concentrations of 1 and 2% impacted positively the shelf life, but the panelist through the profile tests of taste valued as negative the concentration 2% perceiving a light astringency.

## Acknowledgement

The authors thank the Development Board of Scientific, Humanistic, Technologic and Artistic (CDCHTA) of Universidad de los Andes, by their finance, registered with the code NURR-C-537-11 (A) and the National Fond of Science, Technology and Innovation (FONACIT), with the code 2012000953.

*End of english version*

---

nológico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de los Andes, bajo el código NURR-C-537-11(A) y por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), con el código 2012000953.

## Literatura citada

- Aular, U. 2006. Jornada sobre manejo Poscosecha de frutas. Universidad Centroccidental. Venezuela, Barquisimeto. p. 13-18.
- Chitarra, M.I.F. and A.B. Chitarra. 2005. Post-harvest Fruits and Vegetables: Physiology and Handling, 2nd ed., UFPA/FAEPE, Lavras, Brazil.
- COVENIN. 1978. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Recuento de hongos y levaduras. Norma 1337. Ministerio de fomento. Fondonorma. Caracas, Venezuela.11p.
- García, A., H., García, A., y Yirat, M. 2008. Establecimiento del periodo óptimo de almacenamiento para guayaba, mandarina y tomate guardados a temperatura ambiente. *Rev. Ciencias Técnicas Agropecuarias* 17(3).
- García, A.G., A.H. Gómez, Y.G. Taín, M.Y., Becerra. 2008. Establecimiento del período óptimo de almacenamiento para guayaba, mandarina y tomate guardados a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(3), 77-81.
- Millán, F.R.T., S.L. Plá, V.R., Tavera, M.S. Tapia y R. Cava. 2001. Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo* L.) mínimamente procesado por impregnación al vacío. *Arch. latinoam. nutr.* 51(2), 173-179.
- Rojas-Ávila, M.R., L. Vargas y J.A. Tamayo Cortes. 2008. Sandía mínimamente procesada conservada en atmósferas modificadas. *Revista Iberoamericana de tecnología de postcosecha.* 9(2):153-161.
- Ruiz Cruz S., F.E. Acedo. 2006. Efectividad de satirizantes en la reducción microbiana de zanahorias frescas cortadas. *Revista fitotecnia Mexicana.* 29 (04): 299-306.
- Salinas, R., G. González, M. Pirovani y F. Uñin, 2007. Modelación del deterioro de productos frescos cortados. *Redalyc.* 23(2):183 - 196.
- SAS®. 2002. Statistical Analysis Systems. SAS Institute Inc. Version 9.0. North Carolina SAS Institute, Inc. User's Guide. SAS Help and Documentation.
- Zambrano J., M. Maffei, W. Materano, I. Quintero, A. Valera. 2011. Efecto de tres recubrimientos sobre algunos aspectos de calidad en mango "Bocado" durante almacenamiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 28:Supl. 1:6936-645.