Suplementación de fibra prebiótica en la elaboración de jamón prensado
Prebiotic fiber supplementation in pressed ham production

Christian Vallejo Torres[1,2], Wiston Morales Rodriguez[1,2], Román Soria Velazco[3], Ítalo Espinoza Guerra[1], Jaime Vera Chang[1], Raúl Gilberto Díaz Ocampo[1]

[1]Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Ecuador.
[2]Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Santo Domingo de los Tsachilas - Ecuador.
[3]Universidad Estatal Amazónica - Ecuador

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el jamón prensado suplementado con fibra prebiótica con niveles de 0.5, 1.0 y 1.5% (peso). Para esto se analizaron muestras de jamones suplementados y un testigo sin fibra prebiótica. Se valoraron los niveles de humedad, grasa, proteína, pH, ceniza, elementos no nitrogenados (ELNN) y características organolépticas de sabor a jamón, sabor dulce, color rosado, olor a jamón y textura compacta o aterciopelada en el producto final. La suplementación de fibra prebiótica en el jamón prensado no alteró el contenido de humedad, grasa, proteína y pH. En estos indicadores los valores máximos registrados fueron de 73.11%, 5.63%, 23.57% y 6.0% respectivamente, mientras que los porcentajes de ceniza y ELNN son levemente influenciados al igual que las características organolépticas de textura, olor y color. El uso de fibra prebiótica en el jamón prensado establece su presencia en los resultados de ceniza y ELNN, mientras se muestra una moderada modificación en las características sensoriales de color, olor y textura del producto final.

Palabras clave: Fibra prebiótica, jamón prensado, composición físico-química, sensorial.

Abstract

The goal of this study is to assess pressed ham supplemented with prebiotic fiber at various levels: 0.5, 1.0, and 1.5 % (weight). For this, samples of supplemented ham and a non-supplemented control were analyzed. The following indicators were assessed: moisture, fat, protein, pH, ash, non-nitrogenous elements (NNE), and organoleptic properties of ham, including: sweet taste, pink color, ham

Revista Amazónica Ciencia y Tecnología Volumen 4 N°1- (Pag 48-65)
Recibido: 12 de agosto de 2014
Recibido en forma corregida: 23 de enero de 2015
Aprobado: 7 de abril de 2015

smell, and velvet-texture in the final product. Prebiotic fiber supplementation in pressed ham did not alter the content of moisture, fat, protein and pH. In these indicators the maximum values obtained were 73.11%, 5.63%, 23.57% and 6.0% respectively. While the ash and NNE percentages are slightly influenced, as are the organoleptic properties of texture, smell and color. The use of prebiotic fiber in pressed ham establishes its presence in the results concerning ash and NNE, while there is moderate modification in the sensory properties of color, smell and texture in the final product.

Keywords: Prebiotic fiber, pressed ham, physico-chemical composition, sensory.

Introducción

En los últimos años y en forma acelerada se han producido cambios significativos en la alimentación y estilos de vida, caracterizados por el incremento del consumo de grasas saturadas, azúcares, alimentos procesados y un decrecimiento del consumo de fibra (Barrionuevo, *et al* 2011). Todo esto ha llevado a una mayor incidencia de enfermedades crónicas no transmitidas (ECNT) como obesidad, hipertensión, dislipemias y diabetes. Actualmente, los organismos internacionales y los consumidores adoptan estrategias para lograr cambios actitudinales orientadas hacia una alimentación saludable (Barrionuevo *et al*., 2011). En respuesta a esto, la tecnología alimentaria ha generado innovaciones e insumos de alto valor agregado, aplicables a alimentos funcionales (Britos y Saraví, 2007). Según Vásquez y Montoya (2009), la diversidad de productos para consumo humano es variable en nuestro medio y

Introduction

In recent years there have been significant changes in nutrition and life-style, characterized by the increasing consumption of saturated fats, sugar, and processed foods and a decrease in fiber intake (Barrionuevo, *et al* 2011). This has resulted in a rapid increase of chronic non-communicable diseases (CNCD) such as obesity, hypertension, dyslipidemia and diabetes. Currently, international organizations and consumers are adopting strategies to achieve behavioral changes directed towards a healthier nutrition (Barrionuevo *et al*., 2011). In response to this, food technology has developed innovations and inputs of high added-value, applicable to functional foods (Britos and Saraví, 2007). According to Vásquez and Montoya (2009), the diversity in products for human consumption is

la demanda de alimentos funcionales promisorios en los últimos años se ha incrementado, la utilización de aditivos nutricionales como prebióticos, probióticos, vitaminas y minerales, los cuales mejoran la calidad del producto, dependiendo de su proceso. El uso de estos aditivos en la industria alimenticia está concentrada en productos tan diversos como leches fermentadas, yogurt, bebidas para deportistas, alimentos infantiles, alimentos sin azúcar y gomas de mascar, quedando la industria cárnica un poco al margen del crecimiento innovador del uso de éstos aditivos en sus subproductos como alimentos funcionales (Morris y Morris, 2012).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2011) en el Ecuador la carne es uno de los productos más aprovechados con una diversidad de usos. Dentro de la clasificación de los productos cárnicos cocidos se encuentra el jamón prensado; producto elaborado a partir de trozos de carne de cerdo, prensado, escaldado, preparado con ingredientes de uso permitido y empacado en material adecuado (López de Torre *et al*, 2001; Rojas, 2003). Este producto se distingue por su color rosa pálido, inconfundible y notable, por sus vetas finas y blancas, donde resaltan masas de carne bien definidas (López de Torre. *et al*, 2001).

Los prebióticos son ingredientes alimenticios no digeribles, que

variable in our environment, and the demand for promising functional foods has increased in recent years; the use of nutritional additives like prebiotics, probiotics, vitamins and minerals, which enhance product quality depending on its processing. The use of these additives in the food industry is focused on products as diverse as fermented milk, yogurt, sports drinks, baby food, sugar-free food, and gum, with the meat industry being somewhat left out of the innovative growth in the use of these additives in its by-products as functional foods (Morris and Morris, 2012).

According to the Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2011), in Ecuador meat is one of the most utilized products, with a wide range of uses. Within the classification of cooked meat products is pressed ham, a product made from pressed, scalded pork pieces. It is prepared with permitted ingredients and packed in suitable materials (López de Torre *et al*, 2001; Rojas, 2003). This product is differentiated by its pale pink color, its fine white streaks where well-defined meat is highlighted (López de Torre. *et al*, 2001).

Prebiotics are non-digestible food ingredients. They are beneficial to the host because they stimulate the

afectan beneficiosamente al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o un número limitado de bacterias en el colon, por lo que mejoran la salud del huésped (Pharmaceutiques,U.D., 1995) y proveen una textura idéntica al producto tradicional, al interactuar con edulcorantes de alta intensidad, se obtiene un efecto sinérgico, permitiendo sustituir el azúcar en alimentos (Rooyakkers y Mc-Devitt-Pugh, 2004). El objetivo del estudio es determinar las características sensoriales y físico-química de un jamón prensado con la incorporación de inulina como prebiótico.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el taller de cárnicos de la finca Experimental "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con una duración de 120 días, se obtuvo jamón prensado con prebiótico, en dos ensayos consecutivos. Se realizaron análisis microbiológicos, bromatológicos y sensoriales

La preparación de cada tratamiento se realiza mezclando por un periodo de 20 minutos, la carne de cerdo con los aditivos y el prebiótico correspondiente; luego se dejó en reposo por 10 minutos a temperaturas de refrigeración (5-12°C). Después se embutió en fundas de polietileno y se colocó en moldes prensiles de acero inoxidables para su posterior cocción a

growth and activity of a selected number of colon bacteria, improving the host's health (Pharmaceutiques,U.D., 1995)also they provide a texture identical to the traditional product. When acting jointly with high-intensity sweeteners, a synergistic effect is obtained, thus allowing to replace sugar in food (Rooyakkers y Mc-Devitt-Pugh, 2004). The goal of this study is to determine the sensory and physico-chemical characteristics of pressed ham with inulin as prebiotic.

Materials and Methods

Research was carried out for 120 days in the meat processing facility in the experimental farm "La María" of the State Technical University of Quevedo (Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Pressed ham with prebiotics was obtained in two consecutive test. Microbiological, bromatologic and sensory analyses were done.

The preparation of each treatment is done mixing the pork meat with the additives and the corresponding prebiotic for a period of 20 minutes, then it was let to rest for 10 minutes at refrigeration temperature (5 – 12 °C). Afterwards it was stuffed in polyethylene bags and placed in stainless steel prehensile molds for their

calor húmedo (80-85°C) hasta que el producto alcance una temperatura interna de 70 °C (2horas y 45 minutos aproximadamente). Los productos cocidos fueron colocados en agua fría para disminuir su temperatura para luego ser llevados a refrigeración (8°C).

Para la elaboración del jamón prensado se utilizó como complemento la fibra prebiótica de marca "Orafti®GR" proporcionada por la empresa Beneo Orafti.

Se analizaron las siguientes variables físico-químicas al producto terminado: humedad por secado en estufa con el método NTE INEN 0063:74, materia grasa por extracción con el método de NTE INEN 0778:85, proteína total mediante destilación con el método establecidos en la norma técnica INEN 0781:85, elementos no nitrogenados ELNN utilizando el método INEN 0781:85, pH con norma técnica INEN 0783:85 y cenizas mediante incineración de la muestra 600°C con el método NTE INEN 0786:85.

Se realizaron los análisis microbiológicos para determinar Coliformas totales, Enterobacterias y E. coli; de acuerdo a los procedimientos establecidos en las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN 1529-7:2013, NTE INEN 1529-13:2013 y NTE INEN 1529-8:90, respectivamente, todos los ensayos se realizaron por triplicado.

subsequent moist-heat cooking (80 – 85 °C) until the product reaches an internal temperature of 70 °C (Approximately 2 hours and 45 minutes). The cooked products are then placed in cold water to lower their temperature before being refrigerated. Prebiotic fiber "Orafti®GR", provided by the company Beneo Orafti, was used for the production of pressed ham.

The following physico- chemical variables were analyzed in the finished product: moisture using the oven drying method NTE INEN 0063:74, fat by extraction using method NTE INEN 0778:85, total protein by distillation using method INEN 0781:85, non-nitrogenous elements NNE using method INEN 0781:85, pH using technical standard INEN 0783:85, and ashes by incinerating the sample at 600°C with method NTE INEN 0786:85.

The microbiological analyses were carried out to determine total coliform, enterobacteriaceae, and E. coli, according to the procedures established in the Ecuadorian technical standards NTE INEN 1529-7:2013, NTE INEN 1529-13:2013 and NTE INEN 1529-8:90, respectively. All tests were done thrice.

Los resultados de los ensayos físico-químicos y microbiológicos fueron analizados mediante una ANDEVA y comparación de medias por medio de Tukey ($p<0.05$) utilizando el programa estadístico Infostat versión 2011 (Di Rienzo, 2011).

Análisis Sensorial

El análisis sensorial fue realizado por el método de calificación con escalas no estructurales, utilizando una escala de 1 al 7 para describir la intensidad de los atributos, donde el juez debe expresar su apreciación sobre una línea comprendida entre ambos extremos, según sea la intensidad del atributo (Anzaldúa, 2005). Las características sensoriales seleccionadas fueron el sabor a jamón, sabor dulce, color rosado, olor a jamón, y textura compacta o aterciopelada de las muestras a los tres días de ser elaboradas. Para el análisis de los datos se aplicó la prueba de Kruskal Wallis y para determinar diferencias estadísticas entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($p<0.05$). Los resultados se representaron mediante gráficos en tela de araña.

Resultados y discusión

Contenido de humedad

El contenido de humedad (Cuadro 1), varía entre 67.67% para el tratamiento 3 (con el 1.5% de prebióti-

Results from the physico chemical and microbiological tests were analyzed through an analysis of variance (ANOVA) and compared using Tukey's method ($p<0.05$), using the statistical software Infostat, 2011 version (Di Rienzo, 2011).

Sensory analysis

Sensory analysis was done using the method of unstructured scales, using a scale from 1 to 7 to describe the attributes' intensity, where the judge must express his assessment on a line according to the intensity (Anzaldúa, 2005). The selected sensory characteristics were, ham flavor, sweet taste, pink color, ham smell, and velvet-texture in the samples three days after being produced. For data analysis was used Kruskal Wallis test and to determine statistical differences between means was used Tukey's test ($p<0.05$). Results were displayed using a radar chart.

Results and Discussion

Moisture Content.

Moisture content (Table 1) varies between 67.67% in treatment 3 with 1.5% prebiotic and 73.11% in treatment 1 with 0.5% prebiotic. The

co) y el 73.11% para el tratamiento 1 con 0.5% de prebiótico en la fórmula. El análisis de varianza indica que para esas cifras no existe diferencia estadística Tukey ($p<0.05$) entre los tratamientos, que la variación no es producto de las fórmulas con prebiótico y que los jamones cocidos mantienen la humedad necesaria y está dentro de las normas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 1339:96), donde se indica que el porcentaje de humedad, máximo, en un jamón cocido es de 72%.

La humedad de los jamones, en general, se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad de retención de agua (CRA) en la carne y esta a su vez con el pH Post morten de la canal (pH que para todos los ensayos fue de 5.33). Esta característica, como lo afirma López de Torre, *et al* (2001), depende exclusivamente del tamaño de la zona H, que es el espacio libre del complejo actina-miosina, donde se retiene el agua, y la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces dipolo-dipolo con las moléculas de agua. Cuando el pH de la carne es igual a 5, punto isoeléctrico de la mayoría de las proteínas cárnicas, no existen cargas eléctricas netas y no hay, por tanto, atracción por las moléculas de agua (polares), ni repulsión entre las moléculas de proteinas entre sí; y en consecuencia la retención de agua es mínima. A medida que el pH de la carne aumenta hacia 7 o se aleja del punto isoeléctrico 5, hacia abajo, sucede un

analysis of variance shows that there is no statistical difference (Tukey $p<0.05$) between treatments, i.e. the variation is not a result of adding prebiotic to the formulas and ham keeps the necessary moisture, complying with the standard established by the Ecuadorian Standardization Institute (NTE INEN 1339:96), where is indicated that the maximum moisture percentage in cooked ham is 72%.

Moisture in hams generally is strongly related to water retention capacity (WRC) in meat, and this, in turn with Post mortem pH (In all tests pH was 5.33). As stated by López de Torre, *et al* (2001), this characteristic depends exclusively on the size of the H zone -space free from actin-myosin complex- where water is retained, and the existence of molecules to provide charges and establish dipole-dipole coupling with water molecules. When the pH in meat is equal to 5 –isoelectric point in most meat proteins- there is no net electric charge and therefore there is neither attraction between water molecules (polar), nor repulsion between protein molecules, resulting in minimal water retention. As meat's pH increases towards 7, or moves away from the isoelectric point 5 downwards, the charge and the

aumento de la carga y la atraccción dipolo-dipolo, y, por otro lado, hay repulsión entre las moléculas de proteinas cargadas de igual signo, aumentando el tamaño de la zona H y la capacidad de retención de agua.

Contenido de grasa

El porcentaje de grasa no presenta diferencias entre tratamientos como se puede apreciar en el cuadro 1, a pesar que se muestra diferencias numéricas, esta no es significativa según el análisis de varianza y la comparación de medias según la prueba de Tukey ($p<0.05$), lo que demuestra que las fórmulas con prebióticos no influyen en la materia grasa del producto final. La cantidad de grasa presente en un jamón cocido, segun López de Torre, *et al*. (2001) y Carr, *et al*. (2005), depende de diferentes factores como cantidad de grasa intramuscular y el efecto mecánico de la limpeza de las piezas de carne a ser utilizada en la fabricación. Las cifras encontradas en la presente investigación no sobrepasan el máximo de 8% de grasa en el producto final que se exige en la norma NTE INEN 1 339:96 y de acuerdo con lo que mencionan Candogan K y Kolsarici (2003) mantener un porcentaje de grasa sobre el 7% garantiza un menor crecimiento bacteriológico durante el almacenamiento en refrigeración, siendo este uno de los métodos más utilizado en la industria cárnica (Garcia, 1995).

dipole-dipole attraction increase; causing repulsion between the charged protein molecules of the same sign, and increasing the size of the H zone and the capacity for water retention.

Fat Content

Fat percentage shows no differences between treatments as can be seen in Table 1, although there are numerical differences these are not significant according the analysis of variance and comparison of means indicated by Tukey's test ($p<0.05$), this shows that formulas with prebiotics don't influence the final product's fat content. The amount of fat present in cooked ham, according to López de Torre, *et al*. (2001) and Carr, *et al*. (2005), depends on different factors such as the amount of intramuscular fat and the mechanical effect of cleaning the meat pieces to be used during production. Quantities found in this study don't exceed the 8 % fat maximum in the final product, as required by the standard NTE INEN 1 339:96, and according to Candogan K and Kolsarici (2003), keeping a fat percentage below 7% guarantees less bacterial growth during storage, being this one of the most used methods in the meat industry (Garcia, 1995).

Contenido proteínico

El contenido proteico de las muestras analizadas mostraron que el tratamiento testigo (fórmula de jamón sin prebiótico) presentó un valor de 20.24% seguido del tratamiento 1 (0.5% de prebiótico) y tratamiento 2 (1.0% de prebiótico) con 22.34 y 22.89% respectivamente y el T3 (1.5% de prebiótico) con de 23.57% superando el mínimo de 18% establecido por la norma NTE INEN 1 339:96 y además; según el análisis de varianza y la comparación de las medias mediante la prueba de Tukey ($p<0.05$), no tienen diferencias estadísticas; lo cual nos indica que el prebiótico no influye en el contenido de proteína del producto final (Cuadro 1).

La cantidad de carne (12.15%) que fue utilizada en la elaboración de los jamones más la utilización de proteína texturizada de soya como ligante en la fórmula, explican las cifras de proteínas obtenidas (Aro y Akinjokun, 2012).

Cenizas

Con la prueba de Tukey ($p<0.05$) se encontraron diferencias significativas en el contenido de ceniza entre los tratamientos respecto al testigo. Lo que demostraría la influencia del prebiótico en el contenido de ceniza del producto final. Todas estas cifras supe-

Protein Content

Protein content in the assessed samples showed that the control treatment (ham formula without prebiotics) presented a value of 20.24%, followed by treatment 1 (0.5% prebiotics) and treatment 2 (1.0 % prebiotics) with 22.34 and 22.89 % respectively, and treatment 3 (1.5 % prebiotics) with 23.57 % surpassing the minimum of 18% established by the standard NTE INEN 1 339:96 , and additionaly, according to Tukey's test ($p<0.05$) the analysis of variance and comparison of means, there were no statistical differences, thus concluding that the prebiotics don't influence the protein content in the final product (Table 1)

The amount of meat (12.15%) used for ham production plus the use of textured soy protein as binder in the formula, explain the number of proteins obtained (Aro and Akinjokun, 2012).

Ashes

Using Tukey's test ($p<0.05$) significant differences were found in the treatments' ash content with respect to the control. This would evidence the influence of prebiotics in the ash content of the final product. All these figures are above the established by the standard INEN 1339:96

ran a lo establecido por la norma INEN 1339:96 (2009) (2% de cenizas).

Mediante un balance de materiales y tomando en cuenta la ficha técnica reportada para el prebiótico se calcula que aporta la mayor parte de las cenizas al producto final, además el coeficiente de determinación (igual a 1) con tendencia lineal positiva (Figura 1) identifica el incremento de la ceniza con una línea de tendencia polinomial cúbica y su ecuación pertinente en base a los niveles aplicados de prebiótico.

(2009) (2% ashes).

Employing a mass balance and considering the technical datasheet reported for the prebiotic, we can calculate that the prebiotic provides most of the ashes to the final product, also the coefficient of determination (equal to 1) with positive linear trend (Figure 1) is identified with the increase in ash with a cubic polynomial trend line, and it's equation is related to the quantities of prebiotics applied.

$$\text{Ash},\% = -0.0017x^3 + 0.01x^2 - 0.3117x + 3.52$$

$$R^2 = 1.00$$

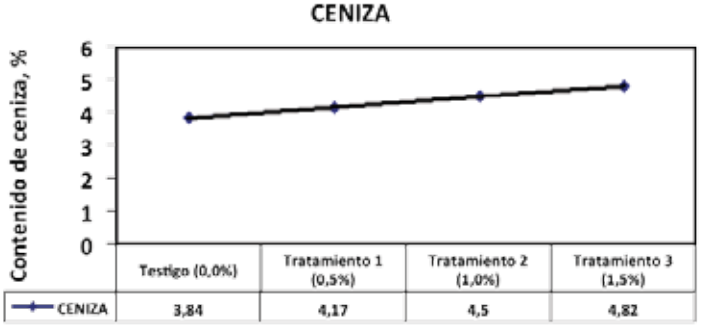
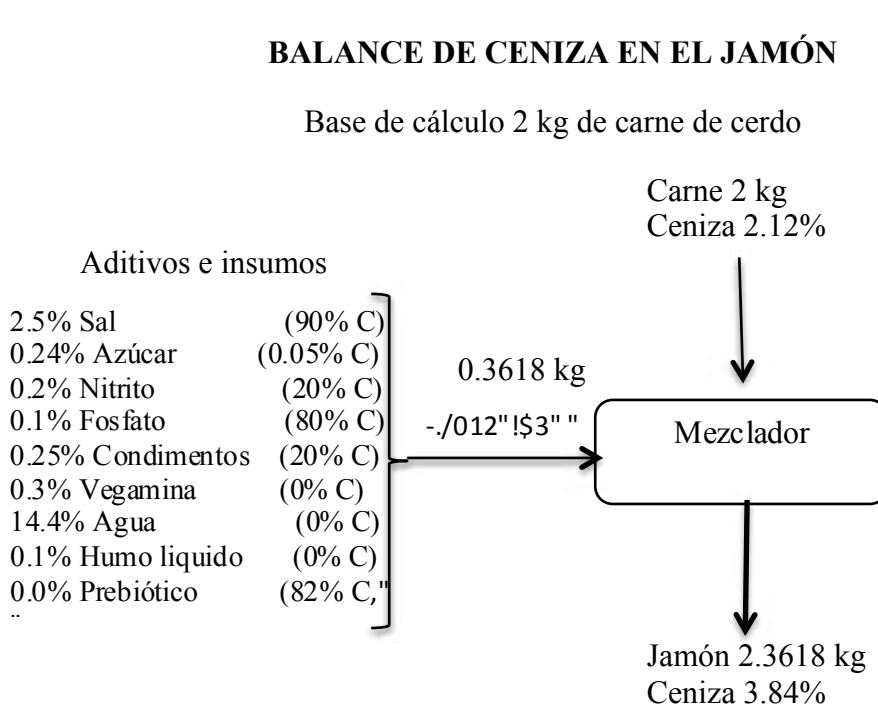


Figura 1. Regresión polinomial cúbica de la variable ceniza en los jamones con fibra prebiótica.

El contenido de ceniza en la carne de cerdo era de 2.12% en promedio, este contenido se incrementa al 3.84% en el jamón cocido sin prebiótico (T0), y alcanza su cifra máxima de 4.82% para el jamón cocido con 1.5% de prebiótico. Aro y Akinjokun (2012) alimentaron cerdos en crecimiento con fermentado de yuca, obtuvieron carne de cerdo hasta con 4.81±0.34% de cenizas, cifras mucho más altas que las encontradas en este trabajo.

The ash content in pork meat was 2.12% on average, it increases to 3.84% in prebiotic-free cooked ham (T0), and reaches its maximum value of 4.82% in cooked ham with 1.5% prebiotic. Aro and Akinjokun (2012) fed growing pigs with fermented cassava, they obtained pork meat with 4.81±0.34% ash, figure much higher than those found in this study.



Cuadro 1. Composición físico-química de jamones elaborados con fibra prebiótica

	Niveles de prebióticos				Indicadores estadísticos		
Variables	**0%**	**0.5%**	**1.0%**	**1.5%**	**C.V.**	**P≤0.05**	r^2
Humedad (%)	69.64a	73.12a	68.67a	67.68a	7.44	0.2165	0.30
Grasa (%)	5.50a	4.79a	5.40a	5.63a	8.08	0.9056	0.10
Proteína (%)	20.29a	22.34a	22.89a	23.56a	11.73	0.1200	0.35
Ceniza (%)	3.84a	4.17ab	4.50bc	4.82c	12.60	0.0063	0.53
Ph	5.89a	5.59a	6.00a	6.00a	2.09	0.2937	0.27
% ELNN	47.10a	67.23b	68.28b	68.83b	14.98	0.0025	0.57

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, p>0.05).

Potencial hidrógeno (pH)

El pH de los jamones con prebiótico (Cuadro 1), varía entre 5.8 para el testigo y de 6.0 para el tratamiento 3. El análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticas

Potential of Hydrogen (pH)

The pH in hams with prebiotics (Table 1) varies from 5.8 for the control and 6.0 for treatment 3. The analysis of variance shows that there are no statistical differences (p<0.05) since the cuts

($p<0.05$) ya que las piezas (piernas y brazos de cerdo) vienen de un mismo criadero y mediante un faenamiento controlado, donde el pH de la carne bajó a un valor de 5.33; este valor está de acuerdo con los referidos por Oliete et al. (2006) y Hugenschmidt, et al. (2010), quienes mencionan valores de pH óptimos en carne durante el almacenamiento normalmente oscilan entre 5.47 y 5.54, mientras que el uso de fosfatos en la fórmula del jamón con prebióticos mejoran la CRA, como lo indican López De Torre, *et al*. (2001), al igual que Bater Descamps y Maurer (1992), el uso de fosfatos eleva el pH debido a que actúa de forma similar al ATP evitando la formación del complejo actomiosina, por lo tanto el incremento del pH no es producto de los tratamientos o de las fórmulas con prebiótico y en consecuencia el prebiótico no influye en el pH del jamón.

La estabilidad de oligosacáridos prebióticos depende de los residuos y tipos de contenido de azúcar, en forma de anillo, de configuración anomérica y vinculación. Generalmente la β-vínculo es más fuerte que α-vínculos y hexosas son más fuertemente vinculadas que las pentosas. Un pH bajo y alta temperatura tienden a afectar las propiedades físico-químicas y reducir el valor nutricional de estos oligosacáridos. Tales aditivos de dulzura moderada, características organolépticas y estabilidad en un amplio rango de pH y temperatura son adecuados para su incorporación en los alimentos

(pork legs) come from the same pig farm and a controlled slaughter process, where the meat's pH dropped to 5.33, this value agrees with those referred by Oliete et al. (2006) and Hugenschmidt, et al. (2010), who indicate that the optimal pH values in meat during storage usually range from 5.47 to 5.54, whereas using phosphate in the formula for ham with prebiotic improves its water retention capacity, as shown by López De Torre, *et al*. (2001), and by Bater Descamps and Maurer (1992). The use of phosphate increases pH as it acts similarly to ATP preventing the formation of the actomyosin complex, therefore the increase in pH is not a result of the treatments or formulas with prebiotics, consequently prebiotics don't affect the pH in ham.

Stability of prebiotic oligosaccharides depends on waste and sugar content types, anomeric configuration and linkage. Usually β-linkage is stronger than α- linkage, and hexoses are more strongly linked than pentoses. A low pH and a high temperature tends to affect the physico-chemical properties and reduce the nutrition value of these oligosaccharides; such moderate sweet additives, organoleptic characteristics and stability in a wide range of pH and temperature are adequate for their incorporation into food (Morris and Morris, 2012).

(Morris y Morris, 2012).

Elementos no nitrogenados (E.L.N.N)

Los contenidos de elementos no nitrogenados, de las muestras de jamón analizadas, fueron incrementados a medida que aumentó el porcentaje de prebiótico, obteniendo los siguientes resultados: T1 T2 y T3 con promedios de 67.22%, 68.27%, 68.82% respectivamente, mayores a la del tratamiento control (Cuadro 1) con diferencia estadística según el análisis de varianza ($p<0.05$) siendo el T3 (1.5% de prebiótico) el que alcanzó el mayor valor en cuanto a esta variable. Estos resultados indican que existe efecto del prebiótico (inulina y oligofructosa) en el jamón por considerarse un carbohidrato resistente a diferentes fuentes de calor, procesos mecánicos y ambientes químicos. En la figura 2 se identifica el incremento de la E.L.N.N con una línea de tendencia polinomial cúbica y su ecuación pertinente en base a los niveles aplicados de prebiótico.

Non nitrogenous Elements (NNE)

The content of non-nitrogenous elements in the assessed ham samples was increasing as the prebiotic percentage increased, obtaining the following results: T1, T2, and T3 with averages of 67.22%, 68.27%, 68.82% respectively, greater than the control treatment (Table 1) with statistical difference according to the analysis of variance ($p<0.05$), T3 (1.5% prebiotic) reached the highest value in this variable. These results show that the prebiotic (inulin and oligofructose) has an effect on ham as it is considered a carbohydrate resistant to various heat sources, mechanical processes and chemical environments. In figure 2 can be seen the increase in NNE with a cubic polynomial trend and its related equation is based on the amount of prebiotic applied.

$$ELNN\ (\%) = 3.0967x3 - 28.12x2 + 82.813x - 10.69$$

$$R^2 = 1.00$$

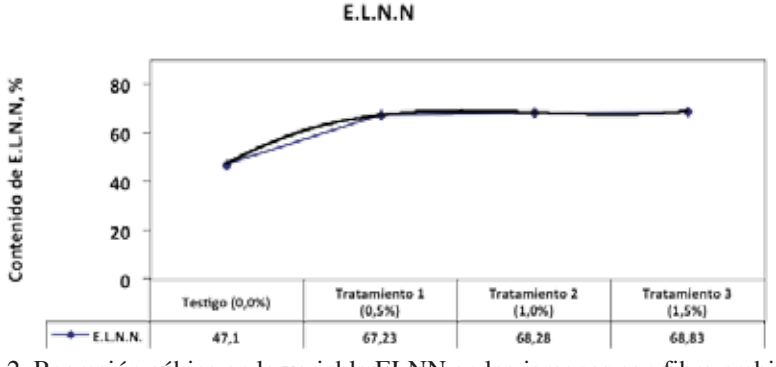


Figura 2. Regresión cúbica en la variable ELNN en los jamones con fibra prebiótica

Análisis sensorial

El gráfico 3 y en el cuadro 2 se muestran igualdades y diferencias sensoriales presentadas en el jamón con diferentes niveles de prebiótico. Se observa que el control obtuvo menores puntajes en la evaluación sensorial para los atributos de color rosado, olor a jamón y textura compacta y en mayor medida en sabor a jamón, sabor dulce y textura aterciopelada. Sin embargo, los resultados del análisis de varianza, para cada atributo sensorial, menos el sabor a jamón, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

El sabor a jamón fue el atributo sensorial más afectado durante la utilización de prebiótico en la fórmula, con el límite máximo de 4.62 puntos en el tratamiento control. Este desarrollo de sabor está relacionado con la concentración en el testigo del condimento usado sin prebiótico (inulina y oligofructuosa), existiendo coincidencia entre los diferentes autores, respecto al efecto sobre esta característica (Molina, *et al*., 2010), no obstante el color puede estar influenciado por bacterias asociadas como lo expresa Borch, *et al*. (1996).

Sensory Analysis

In graph 3 and table 2 are shown sensory similarities and differences present in ham with various levels of prebiotics. It can be seen that the control had a lower score in the sensory evaluation for attributes such as pink color, ham smell, compact texture, and even more in ham taste, sweet taste and velvet-texture. However, the results of the analysis of variance for each sensory attribute but ham taste showed no significant differences between treatments ($p>0.05$).

Ham flavor was the sensory attribute most affected by the use of prebiotic in the formula, with a maximum limit of 4.62 points in the control treatment. This flavor development is related to the concentration of prebiotic-free (inulin and oligofructose) seasoning used in the control. There is an agreement between different authors about the effect on this attribute (Molina, *et al*., 2010), however, color can be affected by bacteria, as expressed by Borch, *et al*. (1996).

Cuadro 2. Promedios de las calificaciones de los panelistas y prueba de kruskal-walis del análisis sensorial de los jamones con niveles de prebiótico

Variables	Tratamientos				Promedio	H %	Prob
	T0	T1	T2	T3			
Sabor Jamón	4.69	4.27 b	3.35 c	3.94 b	4.06	0.0001	0.00
Sabor dulce	1.61 a	1.43 b	1.25 c	1.41 b	1.42	0.0229	0.01
Color rosado	3.00 a	3.81 b	3.17 b	3.11 b	3.27	0.0017	0.00
Olor jamón	3.57 b	3.79 a	3.40 c	3.40 c	3.54	0.0130	0.01
Textura compacta	3.19 b	3.88 a	2.81 c	3.25 b	3.28	0.0052	0.00
Textura aterciopelada	1.74 a	0.95 c	1.51 b	2.02 a	1.56	0.0011	0.00

H: Kruskall Wallis

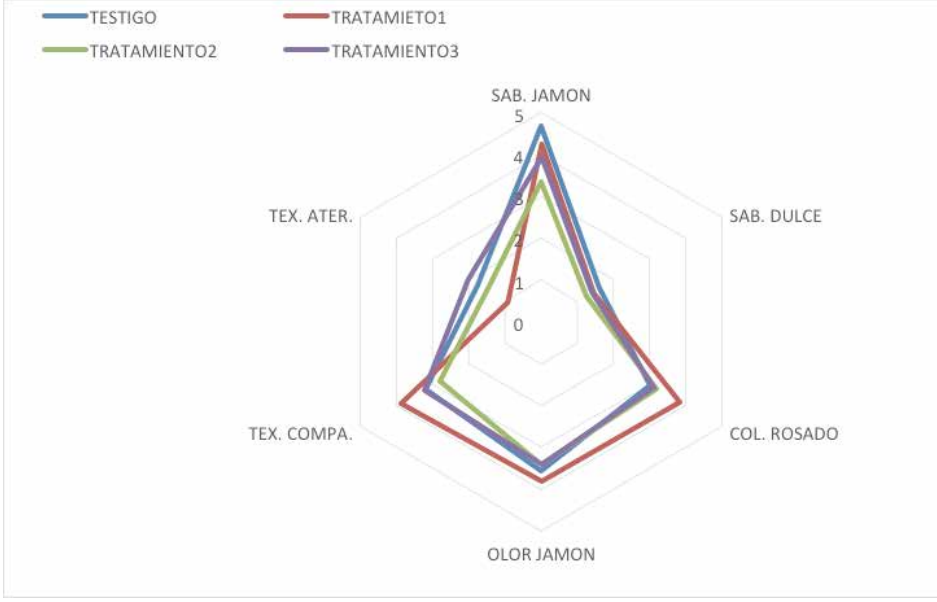


Figura 3. Interpretación gráfica de telaraña de los tratamientos en estudio con fibra prebiótica.

Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos realizados a los jamones (cuadro 3) con y sin prebióticos, presentan ausencia de bacterias coliformes totales y E. coli, y presencia de enterobacterias con valores máximos de < 1 x 101. Esto nos indica que los jamo-

Microbiological Analysis

The microbiological analyses carried out in hams (table 3) with and without prebiotics, display an absence of total coliform bacteria and E. coli, and presence of enterobacteriaceae with maximum values of < 1 x 101. This indicates that hams fall within

nes se encuentran dentro de los parámetros de las normas INEN 1339:96 2009 y 1339:96 2010 donde se especifica que E. coli y coliformes totales deben ser menores a 3 UFC g-1 y la cantidad máxima permitida de enterobacterias es de 1.0X102 UFC g^{-1}, valores similares a los que presenta Pérez y Mehecha (2010).

the parameters established by the standards INEN 1339:96 2009 and 1339:96 2010, where is specified that E. col. and total coliforms must be fewer than 3 UFC g-1, and the maximum amount of enterobacteriaceae allowed is 1.0X102 UFC g^{-1} values similar to those presented by Pérez and Mehecha (2010).

Cuadro 3. Promedios de análisis microbiológicos de los jamones con fibra prebiótica

Tratamiento		***E. Coli***	**Coliformes totales**	**Enterobacterias**
		Ufc g^{-1}		
Testigo	0%	Neg.	Neg.	$<1x10^1$
Tratamiento 1	0.5%	Neg.	Neg.	$<1x10^1$
Tratamiento 2	1.0%	Neg.	Neg.	$<1x10^1$
Tratamiento 3	1.5%	Neg.	Neg.	$<1x10^1$

Conclusión

El uso de fibra prebiótica en el jamón prensado elaborado no alteró el contenido de humedad, grasa, proteína y pH, mientras que el contenido de cenizas y ELNN, al igual que las características sensoriales de textura, color, olor y sabor, si sufrieron un cambio moderado en comparación con el testigo.

Conclusions

The use of prebiotic fiber in pressed ham didn't alter the moisture, fat, protein and pH, content; while the ash and NNE content as well as the sensory characteristics such as texture, color, smell and taste did experience a moderate change compared to the control.

Literatura citada

Anzaldúa, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia.

Aro, S., y Akinjokun, O. 2012. Características de la carne y la canal de cerdos en crecimiento. Archivos de Zootecnia, 61(235): 408-414.

Barrionuevo, M.R., Carrasco, J.M.N., Cravero, B.A.P., y Ramón, A.N. 2011. Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. Diaeta, 23-28.

Bater, B., Descamps, O., & Maurer, A. J. 1992. Quality Characteristics of Hydrocolloid-added Oven-Roasted Turkey Breasts. Journal of Food Science, 57(5): 1365-2621.

Borch E, Kant-Muermans ML, Blixt Y. 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. International Journal of Food Microbiology, 33(1): 103-120.

Britos, S., y Saraví, A 2007. Transición nutricional, obesidad y desafíos de las políticas públicas y los agronegocios. Memorias Agro-negocios y Salud. 1: 16-17 Buenos Aires. AR.

Candogan, K., y Kolsarici, N. 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. Meat Science, 64(2): 207-214.

Carr, S.N., Rincker, P.J., Killefer, J., Baker, D.H., Ellis, M., y McKeith, F. K. 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics and fat quality in late finishing pigs. Journal of Animal Science, 83(1): 223-230.

Di Rienzo, J. A. 11 de Diciembre de 2011. InfoStat versión 2011. Obtenido de Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba: http://www.infostat. com. ar.

Garcia, T. M. 1995. Extensión de la vida útil de la carne fresca. I: envasado en atmósferas modificadas y utilización de bacterias lácticas y bacteriocinas. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos, 35(1): 1-18.

González, M. I., Suárez, H., & Martínez, O. L. 2009. Relación Entre las Características Fisicoquímicas y Sensoriales en Jamón de Cerdo Durante el Proceso de Cocción y Temperatura de Almacenamiento. Vitae, 16(2): 183-189.

Hugenschmidt, G., Hadorn, R., Scheeder, M.R., Silacci, P., Scherrer, D., y Wenk, C. 2010. The effects of early post-mortem pH and ultimate pH on level and amount of destructured zones in cooked cured hams. Meat science, 85(4): 632-639.

INEC. 9 de Octubre de 2011. En Ecuador se produce más carne de cerdo. Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC): http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=502%3Aen-ecuador-se-produce-mas-carne-de-cerdo&catid=68%253-Aboletines&Itemid=51&lang=es

López De Torre, G., Carballo, B., & Madrid,. 2001. Tecnologia de la Carne y de los Productos Carnicos. Madrid: Mundi-prensa.

Molina, D.A.R., Cote, F.A.M., y Torres, K.R.C. 2010. Efecto de la Adición de Carragenina Kappa I.II Y Goma Tara Sobre Características de Calidad del Jamón de Cerdo Picado y Cocido. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 63(2): 5717-5727.

Morris, C., y Morris, G. A. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. Food chemistry, 133(2): 237-248.

Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J. A., Monserrat, L., & Sánchez, L. 2006. Estudio de la calidad de la carne de ternera de raza Rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío. Arch Zootecnia. Arch Zootecnia, 55(209): 3-14.

Pérez, L.A.M., Molina, D.A.R., y Mahecha, H.S. 2010. Influencia del Alginato de Sodio Sobre la Sinéresis en Jamón Cocido. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 63(1): 5409-5415. Obtenido de http://www.revistas.unal.edu.co/inde.php/refame/article/view/24958/37013 Pharmaceutiques, U.D. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiote: introducing the concept of prebiotics. The Journal of Nutrition, 125(6): 1401-1412.

Rojas, A.T. 2003. Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos (Vol. 121). Bogota: Siglo Del Hombre Editores SA.

Rooyakkers, M., y Mc-Devitt-Pugh, M. 2004. Bizcochos y rellenos cremosos, saludables y tentadores. Énfasis Alimentación, 10(5): 78-82.

Vásquez, S.M., Suárez, H., y Montoya, O.I. 2009. Evaluación de bacteriocinas como medio protector para la biopreservación de la carne bajo refrigeración. Revista chilena de nutrición, 63(3): 228-238.