

Nacameh

Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne
cbs.izt.uam.mx/nacameh
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 7, No. 2, pp. 97-108, 2013

Desarrollo de hamburguesas adicionadas con fibra de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y cacao en polvo (*Theobroma cacao*), características nutritivas, fisicoquímicas y sensoriales

Development of a nopal fiber (*Opuntia ficus-indica*) and powdered cocoa (*Theobroma cacao*) added beef patties, nutritive, physicochemical and sensory characteristics

Chamorro-Ramírez F. H.¹✉, J. F. González-Sánchez¹, O. Medina-González¹, A. Azpe-Franco A.² y Arce-Jurado G.²

¹Laboratorio Veterinario de Ciencia de la Carne y Salud Pública, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, 04960. ²Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México, México, 04980.

✉ Autor de correspondencia: email: fchamo@correo.xoc.uam.mx.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de 3% de fibra de nopal (FN) o cacao (CA), sobre las características fisicoquímicas, texturales, contenido nutricional y aceptación sensorial de carne tipo hamburguesa. Se elaboraron 144 hamburguesas, que se dividieron en tres grupos: Control (TC), sin adición; HN: 3% FN y HC: 3% CA. Se realizaron pruebas fisicoquímicas (pH, Aw), texturales (TPA) y de color instrumental (CIE-Lab) a distintos intervalos de tiempo (0, 2, 7, 14 y 28 días), además del contenido nutritivo y una prueba de preferencia. El pH incrementó similarmente en todos los tratamientos al día 28 ($P > 0.05$), la adición de cacao disminuyó la luminosidad ($P < 0.05$) y mantuvo valores elevados de a^* ($P < 0.05$), mientras que el valor de b^* fue más bajo con la adición de cacao. La textura se mostró similar en todos los tratamientos ($P > 0.05$) disminuyendo con el tiempo, mientras que la Aw se mantuvo estable ($P > 0.05$). La inclusión de FN y CA aumentó el contenido de fibra ($P < 0.05$). La hamburguesa con adición de FN mostró gusto moderado. La adición de FN y CA no disminuyó la aceptación del consumidor, por lo que podrían ser utilizados como ingredientes en el desarrollo de alimentos funcionales.

Palabras claves: Hamburguesa, fibra de nopal, fibra de cacao, alimentos funcionales, antioxidante.

Abstract

The objective of this work was to evaluate addition effect of 3% of nopal fiber (FN) and cacao powder (CA) on the physicochemical, nutritional content and sensory acceptance of patty meat. A total of 144 patties were elaborated in three different batches: Control (TC) no addition; FN with 3% of FN; and CA with 3% of CA. Physicochemical tests (pH, Aw), texture (TPA) and instrumental color (CIE-Lab) at different storage times (0, 2, 7, 14 and 28 days), besides to nutritional content and acceptance test. pH increased in all the treatments at 28 days of storage, where CA addition decreased luminosity ($P>0.05$) and maintained higher a^* values ($P<0.05$), meanwhile b^* value was lower in CA samples. Texture was similar in all the treatments decreasing with storage time, meanwhile Aw was stable ($P>0.05$). FN or CA addition increased fiber content ($P<0.05$). Patties with FN showed a moderate acceptance. Since addition of FN or CA did not decreased consumer acceptance, these can be employed as ingredients in the development of functional foods.

Palabras claves: Patties, Nopla fiber, cacao fiber, functional foods, antioxidants.

INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria, un alimento funcional es aquel que posee o se le añade un ingrediente tecnológicamente desarrollado con un efecto benéfico en la salud. Estos productos contienen niveles significativos de un componente biológicamente activo que influencia las funciones fisiológicas del organismo, para tener un beneficio (Bhat y Bhat, 2011; Medina y col., 2011). La carne tiene un contenido de grasas saturadas y colesterol importante por lo que se ha propuesto que el remplazar grasas aumenta calidad en la carne, aunque las propiedades sensoriales no son muy aceptables en sabor y textura ya que la grasa mejora otras características como jugosidad y la suavidad (Tokusoglu y Kemal, 2003; Piñero y col., 2004).

Zhang y col. (2010) mencionan que en la actualidad los consumidores demandan carne y productos cárnicos más saludables, con niveles de grasa y colesterol reducidos, contenido de sodio y nitritos bajos. Por lo que los consumidores están más interesados por productos que mejoren la composición de los ácidos grasos y mejoren la salud. Sin embargo, la aceptación de estos alimentos funcionales por parte de los consumidores depende en gran medida de la apariencia, sabor y olor que presenten los productos y su decisión de compra está influenciada por las condiciones económicas, sociales, geográficas, políticas, culturales y étnicas que influyen en la apreciación sensorial de los productos (Jimenez-Colmenero y col., 2010).

Desde finales del siglo XX una gran cantidad de alimentos funcionales han sido introducidos en Japón y Estados Unidos (Menrad, 2003; Benkoulter, 2004). Del mismo modo, en Europa principalmente en los países centrales y del norte el consumo de

alimentos funcionales ha incrementado, esto por su nivel avanzado de tecnología y baja disponibilidad de alimentos frescos (Zhang y col., 2010).

Los aditivos no cárnicos en las últimas décadas han sido utilizados para reducir costos de producción y mejorar la funcionalidad de los productos; siendo proteínas de origen vegetal, fibras dietéticas, especias e incluso probióticos los más utilizados, y se ha corroborado que estos ingredientes pueden mejorar el valor nutricional del alimento y proveer de efectos benéficos a la salud humana. De este modo, ingredientes como orégano, té verde, romero, ajo, clavo y extractos de plantas han sido utilizados para producir un efecto funcional en los alimentos y diseñar productos cárnicos (Zhang y col., 2010).

El nopal (*Opuntia ficus indica*) es una planta de la familia de las Cactáceas, nativa del continente americano que contiene compuestos bio-activos como fibra dietética, flavonoides, carotenos, ácido ascórbico, fitoesteroles y clorofila, se le han atribuido algunos beneficios como: mayor motilidad intestinal, prevención de constipación, regulación de glucosa y mejora de dislipidemias, al disminuir el colesterol de baja densidad. Es por esto que cada día más productos comerciales son elaborados con este vegetal especialmente en su forma deshidratada (Medina y col., 2011).

Por otro lado el cacao (*Theobroma cacao*) y sus productos derivados son una fuente rica de flavonoides; procianidinas y flavanoles principalmente y fibra; hasta 12%, lo cual coadyuva a la saciedad, regula la motilidad y previene enfermedades gastrointestinales. Por ser un alimento rico en antioxidantes puede favorecer en la prevención de padecimientos degenerativos (Lecumberri y col., 2006; García y col., 2009). Por lo tanto, será de gran importancia determinar si los productos cárnicos desarrollados con estos dos ingredientes logran mantener sus características fisicoquímicas en niveles óptimos y mantener su nivel de preferencia en el consumidor.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar las propiedades físico-químicas y sensoriales de una carne de hamburguesa adicionada con fibra de nopal y cacao en polvo con la finalidad de otorgarle un valor agregado al producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de hamburguesas

Se utilizó carne de espaldilla de bovino deshuesada, la carne fue molida y posteriormente se elaboraron las hamburguesas de acuerdo a la metodología propuesta por González-Sánchez, Chamorro-Ramírez y Bernal-Zamora (2013). Durante este proceso se dividió la carne en tres partes para formar los tratamientos, que fueron: Control (TC); Sin adición; HN: 3.0 % de adición de FN y HC: 3.0 % de adición de CA. La FN y CA fueron adicionados por separado durante el proceso de mezclado de ingredientes (Cuadro 1). Finalmente se elaboraron 48 hamburguesas de cada tratamiento (144 en total) que fueron divididas en

dos grupos: 28 para el análisis fisicoquímico y nutricional y 20 para el análisis sensorial. Una vez producidas las hamburguesas fueron almacenadas a -20°C hasta su análisis.

Características físico-químicas

Se evaluaron los días 2, 7, 14 y 28 de almacenamiento. Para su análisis, las muestras fueron descongeladas durante 24 horas a una temperatura de 2°C . El pH se evaluó utilizando un potenciómetro (HANNA Instruments, con electrodo de punción), la Aw fue evaluada mediante un equipo Aqualab Series 4TE (AquaLab®; Pullman WA, USA). El color se evaluó utilizando un colorímetro Color Flex® EZ (HunterLab) con ángulo de observación de 10° e iluminante D65.

Propiedades texturales

La textura fue evaluada utilizando un texturometro TA-XT2i (Stable Micro Systems®) provisto con una celda de carga de 25 kg y una sonda de 20 mm de diámetro SMS/20. Para la realización del análisis de textura las hamburguesas fueron cocidas hasta alcanzar una temperatura de 70°C en el centro geométrico, posteriormente fueron porcionadas para obtener tiras de 1.0 cm de espesor, en seguida fueron cortadas en el texturometro utilizando una navaja Warner Bratzler, el valor obtenido fue Kg de fuerza/mm.

Cuadro 1. Formulación para la elaboración de hamburguesas

| Ingredientes (%) | Proporción de inclusión de ingredientes | | |
|-----------------------|---|------|------|
| | Control | HN | HC |
| Carne magra de bovino | 67,2 | 65,3 | 65,3 |
| Grasa de bovino | 19,3 | 18,8 | 18,8 |
| Agua | 8,8 | 8,5 | 8,5 |
| Azúcar | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Sal | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Ajo | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Orégano | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Pimienta | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Curry | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Almidón | 1,9 | 1,8 | 1,8 |
| Fibra de nopal | 0,0 | 3,0 | 0,0 |
| Cacao en polvo | 0,0 | 0 | 3,0 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Análisis sensorial

Se realizó una prueba de preferencia, utilizando 52 panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el nivel de preferencia de las diferentes hamburguesas. Para la realización de esta

prueba, las hamburguesas fueron cocidas en una plancha, hasta alcanzar 70°C en su centro geométrico, posteriormente se obtuvieron porciones de 1.0 cm² con espesor de 1.0 cm aproximadamente. A cada panelista se le ofreció una porción de cada muestra, codificada con números de tres dígitos (Anzaldúa-Morales, 1994).

Análisis nutricional

Se determinó la proporción de proteína cruda (PC), grasa cruda (GC), fibra cruda (FC) y cenizas (C), de seis hamburguesas; dos por cada tratamiento, a partir de una muestra de 10 g de carne de hamburguesa. La PC se determinó mediante el método de Kjeldahl, la GC de acuerdo al método de Soxhlet y las C. Para todas las técnicas se siguió la metodología descrita por la A. O. A. C. (1995).

Análisis de datos

Los datos obtenidos de pH, color, textura y A_w se evaluaron considerando un diseño completamente al azar con tratamientos como efecto fijo y tiempo de almacenamiento como aleatorio, utilizando el procedimiento MIXED del software SAS®. Las medias obtenidas fueron comparadas mediante una prueba de diferencias principales, se consideró diferencias cuando $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físico-químicas

Los resultados obtenidos (Cuadro 2.) mostraron que el pH se afectó en las hamburguesas Control, HC y HN ($P < 0.05$), éste efecto se observó durante tiempo de almacenamiento. En el inicio del almacenamiento (día 2) el pH se mantuvo similar, sin embargo en la HC se observó una ligera variación ($P < 0.05$) el día 14 de almacenamiento que la hizo tener el valor de pH más elevado. Al final del almacenamiento todos los tratamientos fueron similares ($P > 0.05$).

Las variaciones observadas, se deben a que la carne es fácilmente alterable, sobre todo si es carne procesada, ya que se aumenta la superficie de contacto y eso provoca variabilidad del pH por lo cual disminuye la vida de anaquel, respecto de otros productos ya que un pH entre 5.1 y 5.6 resulta adecuado para el desarrollo de la mayoría de los microorganismos (Carrillo y col., 2007). Además, los procedimientos de descongelación a los que fueron sometidas las muestras igualmente influyen en las variaciones observadas a través del tiempo de almacenamiento. Estas variaciones no representan un riesgo para la calidad o inocuidad del producto, ya que aunque los organismos pueden crecer en estos valores de pH, el almacenamiento en congelación hace poco probable el crecimiento bacteriano.

La luminosidad y la tendencia al rojo (L^* y a^*) se vieron afectadas en las HC y HN, este efecto se observó a través del tiempo de alimentación ($P < 0.05$). Las hamburguesas control

fueron más luminosas que las HN y que las HC, que fueron las menos luminosas. Se observó que las hamburguesas control mostraron variación con tendencia a incrementar, mientras que las HC mostraron disminución significativa ($P < 0.05$) a partir del día 14 de almacenamiento, las HN aumentaron su luminosidad del día 7 al 14 del almacenamiento, manteniéndose igual de luminosa que al inicio del almacenamiento, siendo las hamburguesas más estables.

Cuadro 2. Valores de características fisicoquímicas de hamburguesas desarrolladas con fibra de nopal y cacao en polvo durante el almacenamiento

| Días almacenamiento | Tratamientos | | | E.E. |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| | Control | HC | HN | |
| pH | | | | |
| 2 | 5.5 ^{ax} | 5.5 ^{ax} | 5.4 ^{ax} | 0.02 |
| 7 | 5.3 ^{ay} | 5.3 ^{ay} | 5.3 ^{ay} | 0.03 |
| 14 | 6.0 ^{byz} | 6.2 ^{ayz} | 6.1 ^{abyz} | 0.04 |
| 28 | 6.0 ^{yz} | 6.1 ^{yz} | 6.1 ^{yz} | 0.03 |
| Textura (WBSF) | | | | |
| 2 | 1616.4 ^{ax} | 1030.2 ^{bx} | 518.5 ^{cxy} | 153.3 |
| 7 | 1038.3 ^{ay} | 607.2 ^{byz} | 623.8 ^{bxy} | 84.2 |
| 14 | 334.2 ^{az} | 653.3 ^{axz} | 402.7 ^{ax} | 133.1 |
| 28 | 994.1 ^{ay} | 1053.7 ^{ax} | 866.7 ^{axy} | 129.3 |
| Aw | | | | |
| 2 | 0.97 ^{axy} | 0.97 ^{ax} | 0.97 ^{ax} | 0.0051 |
| 7 | 0.96 ^{ax} | 0.96 ^{ax} | 0.97 ^{bxy} | 0.0014 |
| 14 | 0.96 ^{abxy} | 0.98 ^{ax} | 0.96 ^{abx} | 0.0039 |
| 28 | 0.97 ^{axy} | 0.94 ^{by} | 0.96 ^{bcx} | 0.0027 |
| P-value (significancia) | | | | |
| | Trat | T | Trat*T | |
| pH | 0.0472 | <.0001 | 0.059 | |
| Textura (WBSF) | 0.0008 | 0.0002 | 0.0049 | |
| Aw | 0.1744 | 0.0063 | <.0001 | |

Datos mostrados como media ± Error Estándar.

Diferentes literales (a, b) en superíndice indican diferencias significativas entre tratamientos.

Diferentes literales (x, y, z) en superíndice indican diferencias significativas a través del tiempo de almacenamiento.

HC=Hamburguesas con Cacao, HN=Hamburguesas con Nopal, Trat= Tratamientos, T=Tiempo de almacenamiento, E.E.=Error Estándar.

La tendencia al rojo fue diferente en las HN únicamente en el día siete de almacenamiento, el resto de los días, los tres tipos de hamburguesas fueron similares y

únicamente se observaron variaciones entre cada tipo de hamburguesa a través del tiempo de almacenamiento, pero sin afectar la tendencia al rojo de las hamburguesas al final del almacenamiento ($P>0.05$). Los valores de a^* observados mostraron una tendencia decreciente en las hamburguesas control y HN, mientras que las HC mostraron una disminución y aumento hacia el fin del almacenamiento. Es posible que estas variaciones sean debido a que durante el almacenamiento las hamburguesas fueron congeladas y para ser almacenadas fueron descongeladas, este proceso puede provocar cambios en la presión parcial del oxígeno variando la tasa de oxidación de mioglobina a oxi y meta mioglobina (Faustman y col., 2010). Este hecho es importante ya que se esperaría que las hamburguesas de los tres tratamientos mantendrán niveles similares de a^* , lo que no afectaría la apariencia de las HC y HN con respecto de las control.

La tendencia al amarillo se mantuvo estable desde el día dos hasta el día 14 de almacenamiento. Sin embargo a partir del día 14 se mostraron incrementos significativos del valor de b^* y para el día 28 de almacenamiento, todos los tratamientos se mantuvieron en valores de b^* similares ($P>0.05$) lo que demuestra que se observó cierta estabilidad en la oxidación de mioglobina, además de que los pigmentos del cacao en polvo y la fibra de nopal no alteraron la tendencia al amarillo final de las hamburguesas.

La inclusión de nopal y cacao en la formulación de las hamburguesas ocasionó una menor refracción de luz en la superficie del producto, lo que ocasionó menor luminosidad. Este suceso es importante ya que el color de la carne es una de las características más importantes que evalúan los consumidores (Jonsäll, 2000).

Por otro lado, la inclusión de fibra de nopal y cacao posiblemente favoreció la formación de coloraciones verdes en la carne fresca por alterar la estructura del grupo hemo, ya que existen dos posibles derivados de la mioglobina responsables de una apariencia verde. La cooglobina que resulta de la interacción entre la mioglobina junto con el peróxido de hidrógeno y su formación se favorece cuando en la carne los valores de pH están entre 4.5 y 6.0 (Sánchez y col., 2008).

La presencia de esta coloración ligeramente verde en las HC y HN, de igual forma está relacionado con el incremento en el valor de b^* ya que el cambio de temperatura al cual está sometida la carne (congelación-descongelación) degrada rápidamente la oximioglobina, produciendo metamioglobina al consumo del oxígeno. Otro factor a considerar es el tipo de congelación, donde la evaporación de la humedad presente en la superficie de la carne puede provocar deterioro del producto si no se protege debidamente con un empaque impermeable al agua. En este experimento se utilizó polipapel que no es impermeable al agua y que no es impermeable ni absorbe el agua que se libera del producto. Es muy probable que al tener una mayor superficie de contacto, la grasa del producto sea más susceptible a la oxidación y éste fenómeno contribuye al cambio de coloración debido a la reacción con otros componentes como los pigmentos de

aminoácidos, resultando en decoloración o producción de olores indeseables (Sánchez y col., 2008).

La Aw se mantuvo constante en todos los tratamientos desde el día dos hasta el día siete de almacenamiento. Al término del almacenamiento se observó una variación significativa entre las HC y HC con respecto a las hamburguesas control ($P < 0.05$). Ésta propiedad además de ser óptima para la proliferación bacteriana y la descomposición del producto (Carrillo y col., 2007) está relacionada con el aumento de la dureza al final del almacenamiento, ya que al liberar más agua, ésta se evapora durante la cocción, afectando la suavidad de las HC, mientras que las HN perdieron propiedades de gelificación, lo que derivó en pérdida de suavidad.

Propiedades texturales

La dureza de las hamburguesas control fue significativamente más elevada ($P < 0.05$) en el día dos de almacenamiento, sin embargo esta dureza fue disminuyendo con el tiempo de almacenamiento ($P < 0.05$) hasta permanecer similar a las HC al día 28. Es importante notar que a partir del día dos de almacenamiento la dureza fue disminuyendo, sin embargo a partir del día 14 de almacenamiento, los tres tipos de hamburguesas volvieron a incrementar su dureza. Este fenómeno ya ha sido reportado para carne, Dilger y col. (2010) menciona que los efectos de la maduración de la carne se observan hasta los 10 días de almacenamiento y que a partir de esta fecha la carne vuelve a recobrar dureza. Sin embargo, en este producto, se podría llegar a pensar que es por efecto de la liberación de agua al momento de la cocción, ya que cuando se cocinaron las muestras las HN liberaron más agua e incluso perdieron su coercividad, fenómeno que se observó al contrario en las HC que se mantuvieron más compactas. Durante este proceso de cocción la liberación de agua originó que las muestras se observarían más duras, en forma similar, principalmente al final del tiempo de almacenamiento.

Las HN se mostraron más suaves que las Control y HC (Cuadro2) esto indicó que la fibra de nopal al momento de estar en contacto con la matriz cárnica se rehidrata y retoma sus propiedades gelificantes, específicamente de la pectina, formando geles en medios ácidos, en éste caso, el pH ácido de la carne favoreció a la gelificación del nopal; otro factor que favoreció a la viscosidad y suavidad fue la posible interacción con cationes divalentes, particularmente el Ca^{2+} (Goycoolea y Cárdenas, 2001). Lo anterior explica el por qué durante la cocción las hamburguesas no se mantuvieron íntegras y perdieron coercividad, mostrando cierta viscosidad a comparación de la muestra con tratamiento de cacao y la muestra control.

Cuadro 3. Valores de color (L*, a*, b*) de hamburguesas desarrolladas con fibra de nopal y cacao en polvo durante el almacenamiento

| Días almacenamiento | Tratamientos | | | E.E. |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|
| | Control | HC | HN | |
| L* | | | | |
| 2 | 32.8 ^{a x} | 27.5 ^{b x} | 28.6 ^{b x} | 0.9 |
| 7 | 32.9 ^{a xy} | 27.2 ^{b x} | 32.4 ^{a y} | 1.1 |
| 14 | 35.4 ^{a y} | 20.7 ^{b y} | 31.6 ^{c y} | 0.5 |
| 28 | 33.8 ^{a xy} | 20.6 ^{b y} | 30.6 ^{a xy} | 1.3 |
| a* | | | | |
| 2 | 7.5 ^{a x} | 6.4 ^{a xy} | 8.1 ^{a x} | 0.7 |
| 7 | 5.9 ^{a y} | 5.0 ^{a xy} | 7.1 ^{b x} | 0.4 |
| 14 | 5.6 ^{a y} | 7.0 ^{a x} | 5.6 ^{a y} | 0.5 |
| 28 | 6.5 ^{a xy} | 7.2 ^{a x} | 6.0 ^{a xy} | 0.7 |
| b* | | | | |
| 2 | 5.5 ^{a x} | 5.5 ^{a x} | 5.4 ^{a x} | 0.02 |
| 7 | 5.3 ^{a y} | 5.3 ^{a y} | 5.3 ^{a y} | 0.03 |
| 14 | 6.0 ^{a yz} | 6.2 ^{b yz} | 6.1 ^{ab yz} | 0.04 |
| 28 | 6.0 ^{a yz} | 6.1 ^{a yz} | 6.1 ^{a yz} | 0.03 |
| P-value (significancia) | | | | |
| | Trat | T | Trat*T | |
| L* | <.0001 | 0.0701 | <.0001 | |
| a* | 0.6654 | 0.05 | 0.0226 | |
| b* | 0.0472 | <.0001 | 0.059 | |

Datos mostrados como media±Error Estándar.

Diferentes literales (a, b) en superíndice indican diferencias significativas entre tratamientos.

Diferentes literales (x, y, z,) en superíndice indican diferencias significativas a través del tiempo de almacenamiento.

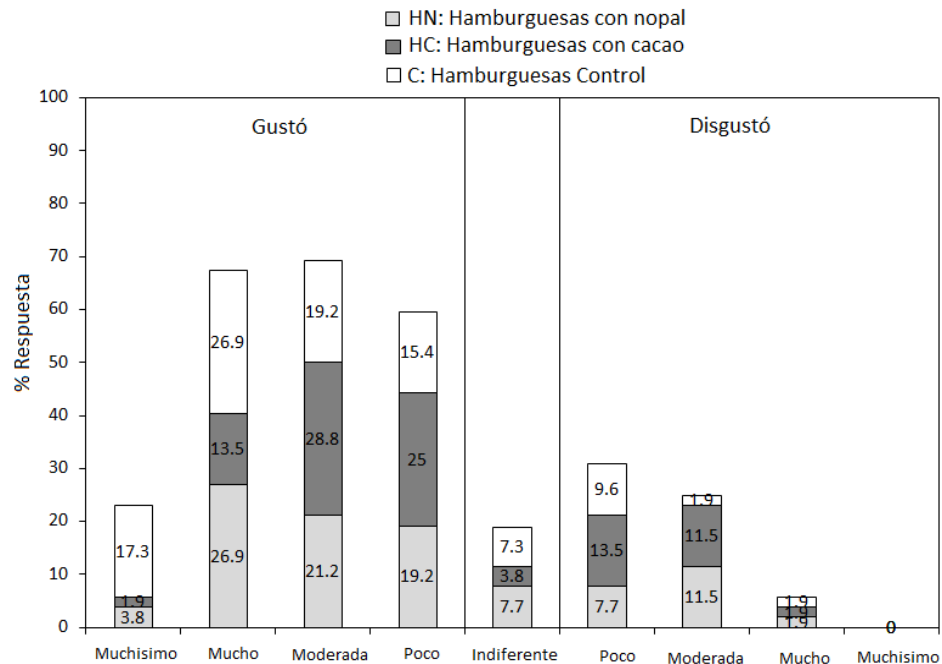
HC=Hamburguesas con Cacao, HN=Hamburguesas con Nopal, Trat= Tratamientos, T=Tiempo de almacenamiento, E.E.=Error Estándar.

Análisis sensorial

Los resultados de la prueba de preferencia que se aplicó a 52 panelistas (Figura 1) mostraron que el valor más elevado de preferencia (69.2%) fue para “Gustó moderadamente” siendo las HC las que mostraron mayor proporción de esta preferencia, seguidas por las HN y las hamburguesas control. Las hamburguesas control y HN mostraron un valor similar de nivel de preferencia “Gustó mucho” lo que indicó que las HN tuvieron mejor preferencia que las HC, mientras que para la preferencia “Gustó muchísimo, únicamente las hamburguesas control mostraron alta proporción de preferencia. La preferencia negativa fue muy baja, lo que indicó que la inclusión de cacao

en polvo y fibra de nopal es una opción viable para producir hamburguesas ya que su adición gusta moderadamente a los consumidores.

Figura 1.
Porcentaje del nivel de agrado y desagrado de hamburguesas adicionadas con fibra de nopal y cacao en polvo.



Análisis nutricional

Para la muestra de cacao se obtuvo 26.15% de proteína cruda en base húmeda, en la muestra de nopal se observó un 23.95%, mientras que en la muestra control se obtuvo un 25.75%. El porcentaje de grasa cruda en base húmeda fue altamente significativa ($P < 0.05$) en los tres tratamientos, comparado con los resultados obtenidos por Sosa y col. (2009) teniendo 10.6% de grasa cruda en la muestra de cacao, 9.36% en la muestra de nopal y 9.29% en la muestra control. En cuanto a la fibra cruda sí hubo diferencia significativa entre la muestra control 0.034% ($P < 0.05$) con respecto a las muestras de cacao 0.21% y nopal 0.24% debido a que éstos ingredientes poseen un alto contenido de fibra soluble e insoluble (Lecumberri y col., 2006). El porcentaje de cenizas en la muestra de cacao fue de 2%, en la muestra de nopal de 2.98%, mientras la muestra control se obtuvo 1.8%.

CONCLUSIONES

La fibra de nopal y el cacao pueden considerarse como una excelente fuente de fibra soluble e insoluble, por lo que podrían ser utilizados como ingredientes en el desarrollo de alimentos funcionales enriquecidos en fibra dietética. La adición de Fibra de nopal y Cacao en polvo, no afectó negativamente las características fisicoquímicas de las hamburguesas

durante el tiempo de almacenamiento, lo que hace que sea una opción viable para éste tipo de producto.

REFERENCIAS

- ANZALDUA-MORALES, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- A. O. A. C. 1995. Official methods of analysis, 16th edn. AOAC, Arlington, VA. U. S. A.
- BENKOUIDER, C. 2004. Functional foods: A global overview. *International Food Ingredients* 5: 66-68.
- BHAT, Z.F. y BHAT, H. 2011. Functional meat products. *International Journal of Meat Science* 1: 1-14.
- CARRILLO, L., M.C. AUDISIO, B.N. DEL VALLE, M.S.E. GÓMEZ, E. G. ANCASI, A. M. R. BENÍTEZ. 2007. Manual de microbiología de los alimentos. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- DILGER, A. C., P.J. PRINCKER, J.M. EGGERT, F.K. MCKEITH, J. KILLEFER. 2010. Pork tenderness and postmortem tenderization: Correlations with meat quality traits and the impact on sire line. *Journal of Muscle Foods*. 21: 529-544.
- FAUSTMAN, C. Q. SUN, R. MANCINI, S.P. SUMAN. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science* 86: 86-94.
- GARCÍA, M.L., M.M. CALVO, M.D. SELGAS. 2009. Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. *Meat Science*. 83: 45-49.
- GONZÁLEZ-SÁNCHEZ. J. F., F.H. CHAMORRO-RAMÍREZ, L.Y. BERNAL-ZAMORA. 2013. Manual para la elaboración de productos cárnicos. Primera edición. Editorial Castelum. México, México.
- GOYCOOLEA, F.M., B.A. CÁRDENAS. 2001. Propiedades gelificantes de la pectina del nopal. *Boletín del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)*, Vol. 10: 5.
- JIMÉNEZ-COLMENERO f., A. SERRANO, J. AYO, M.T. SOLAS, S. COFRADES, J. CARBALLO. 2010. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science* 66: 1391-1397.
- JONSÄLL, A. 2000. Sensory quality of pork. Influences of rearing system, feed, genotype and sex. Ph. D. Dissertation. Uppsala University, Sweden.
- LECUMBERRI, E., M. MATEOS, S. RAMOS, M. ALÍA, P. RÚPEREZ, L. GOYA, P.M. IZQUIERDO, L. BRAVO. 2006. Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. Instituto del Frío (CSIC), Departamento de Metabolismo y Nutrición, Madrid, España.

- MEDINA, T.L., C.E.J. VERNON, I.J.A. GALLEGOS, G.N.E. ROCHA, V.E.E. HERRERA, F. CALDERAS, A.R. JIMÉNEZ. 2011. Study of the antioxidant properties of extracts obtained from nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) cladodes after convective drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 1001-1005.
- MENRAD, K. 2003. Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering* 56: 181-188.
- PIÑERO, C.M.P., M.M.A. FERRER, M.L. ARENA, L.N. HUERTA, Q.K.C. PARRA, M.Y. BARBOZA. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesas de res bajas en grasas elaboradas con β -glucano. *Revista Científica FCV-LUZ* 14: 500-505.
- SÁNCHEZ, E. A., U.G.R. TORRESCANO, A.J.P. CAMOU, M.N.F. GONZÁLEZ, W.G. HERNÁNDEZ. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne, Hermosillo, Sonora, México. Vol. 2 (2): 124-159.
- SOSA, V.A.R., L.M. MONTERO, L.F.I. JUÁREZ. 2009. Contenido de ácidos grasos y conjugados del ácido linoleico en carne de bovinos. *Revista Electrónica de Veterinaria* 10: 1-84.
- TOKUSOGLU, Ö, M.Ü. KEMAL. 2003. Fat replacers in meat products. *Pakistan Journal of Nutrition* 2: 196-203.
- ZHANG, W., S. XIAO, H. SAMARAWEERA, E.J. LEE E, D.U. AHN. 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Science* 86: 15-31.