



OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA (*PASSIFLORA EDULIS SIMS. FO EDULIS*) PARA SU USO EN CARNES DE HAMBURGUESA

Luz M. López M.¹; Juliana Botero M.²; Fernando Arias D.³

Universidad de Antioquía
luzlome17@hotmail.com

RESUMEN

El aprovechamiento de subproductos es una innovación en la industria alimentaria, el uso de harinas alternativas en la formulación de productos cárnicos mejora las condiciones tanto de producción como de comercialización, puesto que ayuda a disminuir los residuos y mejorar las características del producto. El objetivo de este trabajo fue caracterizar una harina de cáscara de gulupa (también llamada maracuyá morada o curuba morada) y evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo en

una carne de hamburguesas en diferentes proporciones de 0%, 10%, 20% y 30%. Se realizó un análisis físico-químico de proteínas, cenizas, humedad, grasa bruta y antioxidantes para la harina. A la carne cruda y a la carne después de haber sido sometida a cocción también se le determinaron antioxidantes totales, finalmente se realizó un análisis sensorial con una prueba hedónica. Se observó que la harina posee una muy buena proporción de proteínas y antioxidantes, de 15.26% y 62.79 $\mu\text{molTrolox/g}$, respectivamente. Se concluyó que las propiedades antioxidantes de las carnes para ham-

burguesas mejoran al ir sustituyendo la harina de trigo con harina de cáscara de gulupa, al igual que cuando ésta se somete a cocción. En cuanto a la aceptación por parte del consumidor, las hamburguesas con más porcentaje de sustitución resultaron las de mayor agrado.

Palabras claves: Antioxidantes, cáscara de gulupa, sustitución, subproducto, harina.

INTRODUCCIÓN

La gulupa (*Passiflora edulis Sims.*) es originaria del Sur de Brasil y fue ampliamente distribuida durante el siglo XIX a otros países de América del Sur, el Caribe, Asia, África, India y Australia. Esta fruta es valorada, no sólo por su sabor y aroma, sino además por su contenido nutricional, pues es fuente de provitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico (Wenkam, 1990). Actualmente, en Colombia la gulupa ocupa el tercer renglón dentro de las frutas exportadas hacia el mercado europeo, después del banano y la uchuva (Pinzón, Ingrid M., 2007). Su fruto es considerado como promisorio, con un alto potencial en el mercado agrícola colombiano y de exportación. Su sabor, apariencia, valor nutricional, disponibilidad, accesibilidad y propiedades medicinales, además de su connotación exótica, la hacen un producto de alta demanda en el mercado internacional (Hernández A., García N., 2006).

La producción nacional es de 6.400 toneladas y desde el 2007 ha crecido el 417% el intercambio comercial. Hoy se exportan a Europa, a Asia y a América casi 3.000 toneladas anuales (Delgado G. Paula, 2014). En el mercado de exportación, el 50% de la gulupa se rechaza por problemas mecánicos en el fruto. Su uso en Colombia es para mermeladas, jaleas, golosinas, bebidas, rellenos y productos de panadería; en estos casos sólo se utiliza su pulpa pero su cáscara es desechada completamente (Guaba Freddy A., 2010).

La oxidación lipídica es una causa importante de deterioro químico muscular en carnes, se produce durante el procesamiento y almacenamiento cuando la carne se expone al oxígeno, al calor y la luz. (Lai *et al*). Los antioxidantes son un medio para minimizar la oxidación de lípidos. Estos pueden actuar como quelantes de metales y eliminadores de radicales libres de oxígeno o pueden retrasar la progresión de la oxidación de los lípidos (Kanatt, Paul, D'Souza, Thomas, 1998).

La carne para hamburguesas es clasificada como un producto picado (no embutido) y según los métodos de procesado se considera un producto cárnico fresco (Fernández. Ramírez, 2006). Durante la fabricación de las hamburguesas se usan proteínas de ori-



gen vegetal para mejorar el ligado del agua en el proceso de molienda y/o emulsificación, permitiendo mantener el contenido de proteínas en el producto, así como mejorar la formación y estabilidad de la mezcla, generando como beneficio el incremento de la jugosidad y la textura (Anderson E.T., 2000).

El agregado de harina de cáscara de gulupa garantizaría la presencia de antioxidantes como propiedad funcional (Llacuna Laura, Mach Nuria, 2012) evitando así la oxidación lipídica en la carne de hamburguesa. Además es una buena alternativa para aprovechamiento de subproductos y la sustitución de harina de trigo en la carne para hamburguesa comercial.

El objetivo de esta investigación consistió en caracterizar física, química y funcionalmente una harina de cáscara de gulupa y emplearla como sustituto de la harina de trigo en una carne de hamburguesa de cerdo, evaluando cuánto poder antioxidante le podría brindar esta harina a la carne y observar la aceptación del producto final, realizando una prueba sensorial hedónica.

MATERIALES Y MÉTODOS

OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA

La gulupa se secó en un horno convectivo a 65°C, por un tiempo de 7 horas con 3 minutos, posteriormente se pasó a un sistema de molienda con un molino Herb Grinding Machine Modelo DF-15, que funciona con un sistema de martillos. La harina fue tamizada en mallas 16, 35 y 50 para la homogenización del tamaño de partícula, asegurando un tamaño menor a 300 micras y así hacer más fácil la incorporación en la carne de hamburguesa.

PRUEBAS FISCOQUÍMICAS DE LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA

La proporción de proteína se obtuvo de la determinación del porcentaje de nitrógeno por el método de Kjeldahl, aplicando posteriormente un factor de 6.25 para su transformación en porcentaje de proteína. El extracto etéreo se obtuvo por medio de extracción con solvente orgánico (éter de petróleo). La humedad se determinó por gravimetría secando la muestra por convección y el porcentaje de cenizas se midió por medio

de la calcinación de la muestra en mufla. Los métodos oficiales de análisis de la AOAC utilizados fueron: 984.13; 920.39; 925.10; 923.03 (Association of Official Analytical Chemists), respectivamente. Cada uno de los análisis se realizó por triplicado.

PRUEBA DE RETENCIÓN DE AGUA DE LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA

Para determinar la capacidad de retención de agua (CRA) se pesó 1 g de muestra en un tubo Falcon, se adicionó 30 mL de agua, se agitó y se dejó hidratar durante 18 horas. Luego se centrifugó a 2000 rpm por 30 minutos, se separó el sobrenadante y se transfirió el residuo en un crisol y se pesó, obteniendo el valor de residuo húmedo (RH). Luego se secó el residuo a $105^{\circ}\text{C} \pm 1$ por 24 horas y se pesó, obteniendo el valor del residuo seco (RS). Se aplicó la ecuación (1) (Umaña Jairo *et al.*).

$$\text{CRA} = \frac{\text{RH(g)} - \text{RS(g)}}{\text{RS(g)}}$$

FORMULACIÓN DE LAS CARNES PARA HAMBURGUESAS

Se realizaron tres mezclas de carne para hamburguesas con 10%, 20% y 30% de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de Gulupa.

ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CARNE PARA HAMBURGUESAS

Se pesó la harina de cáscara de gulupa y el resto de ingredientes: ajo (*Allium sativum*), pimentón (*Capsicum annum*), cebolla (*Allium cepa*), sales, aditivos, conservantes y almidones en una balanza analítica. La carne de cerdo fue charqueada y troceada, posteriormente se redujo el tamaño en un molino con un disco de 4 mm, después el tocino graso también fue molido en el mismo molino y el mismo disco pero siempre procurando que estos dos productos no fueran procesados juntos. Durante todo el proceso de molido se garantizó que la temperatura no superara los 2°C en la pasta, para ello se midió directamente en la masa cárnica con un termómetro digital. Luego se mezcló y se amasó manualmente la carne molida con la harina de cáscara de gulupa y el resto de ingredientes. El orden de adición fue el siguiente: sal, accord, PP500, XT202, condimento hamburguesa, base regal, monoglutamato, hielo, tocino, ajo, cebolla, pimentón, hielo, harina de trigo, harina de cáscara de gulupa, almidón de papa y carragenina. Todo este procedimiento se realizó manteniendo la temperatura por debajo de 4°C . Con la incorporación de almidones, se obtuvo una matriz de proteína,

grasa y agua. De la mezcla obtenida se pesaron porciones de 70 gramos, usando una balanza analítica, seguidamente se formaron las hamburguesas. Para ello se utilizó un molde en forma circular de 10 cm de diámetro. Posteriormente fueron empacadas al vacío y almacenadas en refrigeración para poder realizar las pruebas de antioxidantes.

PRUEBA DE ANTIOXIDANTES

Para observar el poder antioxidante que le brindaba la harina a las carnes de hamburguesa se realizó una prueba ABTS+ que consiste en generar el radical ABTS+ a partir de un precursor, el ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS). El radical catiónico obtenido es un compuesto de color verde azulado, estable y con un espectro de absorción en el intervalo de UV-VIS. Los antioxidantes se añaden una vez formado el radical ABTS+, y se determina la disminución de la absorbancia debida a la reducción del radical (Contreras Calderón, José). La prueba para medir el poder antioxidante se realizó por triplicado a cada formulación, tanto a carnes cocidas como crudas.

Para la extracción de los antioxidantes se pesaron 2 g de carne en una balanza analítica, éstos se disolvieron en un tubo Falcon de 25 ml con 8 ml de una solución metanol: agua (1:1), se agitó y se puso en un Shaker durante una hora, luego fue puesto a centrifugar a 5000 rpm por 15 min. El sobrenadante se filtró con una papel filtro Advantec de 110 mm, el filtrado se recogió en un balón volumétrico de 25 ml; al tubo Falcon de 25 ml se le adicionaron 8 ml de una solución acetona-agua (70:30) repitiendo el proceso de agitación, centrifugado y filtración. Después de haber recogido los dos filtrados en el balón de 25 ml este fue aforado con agua destilada.

MEDICIÓN DE ANTIOXIDANTES

Para el análisis se toman $1000\mu\text{L}$ de ABTS y $100\mu\text{L}$ de muestra y se incuban durante 30 minutos a 30°C en un baño maría. Pasados los 30 minutos se lee la absorbancia en el espectrocolorímetro x-Rite a una longitud de onda de 730 nm.

Esta prueba de antioxidantes fue realizada de la misma manera para la harina de cascara de gulupa.

PRUEBA SENSORIAL HEDÓNICA

Se realizó una prueba sensorial hedónica con 35 personas, entregándole a cada individuo una pequeña muestra de carne de hamburguesa con las diferentes formulaciones, de ahí procedían a diligenciar el formato que muestra la Figura 1.

FIGURA 1 - Formato prueba hedónica (Ramírez Juan S.).

Nombre _____

Fecha _____

Por favor señale con una "X" la carne de hamburguesa de su mayor agrado

____ 1 ____ 2 ____ 3 ____ 4

Observaciones: _____

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA

La harina que se obtuvo a partir de la cáscara de gulupa mantuvo las características de color y olor. Al inicio, cuando se secó la cáscara mostraba un color púrpura en su parte externa -este pigmento se debe a la presencia de antocianinas- y un olor frutal como a piña y manzana (Jiménez Aleyda M.), estas dos características se conservaron incluso después de la molienda. En cuanto a su textura, el resultado fueron unos pequeños granos que al tacto eran suaves y presentaban una aglomeración baja debido al tamaño de partícula que se obtuvo en la tamizada y a su humedad. Para la sustitución en un producto cárnico, estas características favorecen los resultados sensoriales como olor, color, textura, sabor y apariencia, así como la aplicación tecnológica que se le da.

PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA HARINA

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la tabla 1, se observa que esta harina es rica en proteínas y cenizas, en comparación con la harina de trigo (Tabla 2) que es el componente a sustituir en la elaboración de las carnes de hamburguesa. El porcentaje de proteína encontrada en la harina de cáscara de gulupa es de un 15.25%, contra un 8-12% que registra la literatura que contiene la harina de trigo. Asimismo,

el porcentaje de cenizas de la harina de cáscara de gulupa es de 8.20%, abismalmente superior al de la harina de trigo que es de 0.5 y 0.6%; esto se debe a que la gulupa tiene una gran cantidad de minerales, entre ellos los que más se destacan son el zinc y el magnesio (Nabrzyski, M.). El valor de humedad es un poco más bajo que el de la harina de trigo, mientras que el valor de la grasa de la harina de cáscara de gulupa se encuentra en el mismo rango del referenciado en la harina de trigo.

PRUEBA DE RETENCIÓN DE AGUA DE LA HARINA

La capacidad de retención de agua que presentó la harina de cáscara de gulupa arroja valores de $13,753 \pm 0,778$ (obtenidos de la Ecuación 1), los cuales son mucho mayores en comparación a la capacidad de retención de agua que tiene la harina de trigo, la cual tiene valor de 1 (Tabla 2). Esto puede ser beneficioso a la hora de comercializar el producto, puesto que esta capacidad se ve reflejada en textura, terneza y color de la carne cruda y jugosidad y firmeza de la carne cocinada (García Iván, A.)

PRUEBA DE ANTIOXIDANTES PARA LA HARINA DE CÁSCARA DE GULUPA

La cantidad de antioxidantes que posee la harina de cáscara de gulupa es de 62.79 ± 3.702 μ moles de Trolox/gramo, lo cual es un valor bastante significativo, teniendo en cuenta que la cáscara de gulupa es un subproducto y fue sometida a un proceso de secado, lo que disminuye los antioxidantes ya que éstos con el calor empiezan a desaparecer. Además es bastante alto si se compara este valor con el de la harina de cáscaras de otras frutas, como el borojón, macadamia y naranjilla, que presentan valores $14,16 \pm 1,75$, $23,5 \pm 0,31$, $21,1 \pm 0,23$ μ moles de trolox/gramo, respectivamente (Contreras Calderón, José).

Tabla 1 - Resultados fisicoquímicos de los análisis de harina de cáscara de gulupa

Harina de cáscara de gulupa			
Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa bruta (%)
15.25 \pm 0.847	7.65 \pm 0.0141	8.20 \pm 0.0437	1.38 \pm 0.0296

Tabla 2 - Resultados de los análisis físicoquímicos de la harina de trigo (Cortez Manuel)

Harina de trigo				
Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa bruta (%)	CRA
8-12	9.3 - 11.1	0.5 - 0.6	1.2 - 1.4	1

Tabla 3 - Resultados del análisis de antioxidantes en la mezcla de carne para hamburguesas

Porcentaje de sustitución				
Carne cruda				
0%	10%	20%	30%	
1,3789+/- 0,015	1,8138+/- 0,001	2,0995+/-0,006	2,3358+/-0,44	
Carne cocida				
1,9204+/-0,017	2,0585+/-0,0016	2,0967+/-0,021	2,6474+/-0,14	

FIGURA 2 - Poder antioxidante en la mezcla de carne para hamburguesas cruda

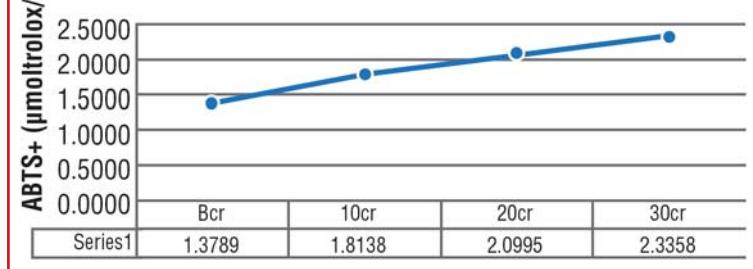
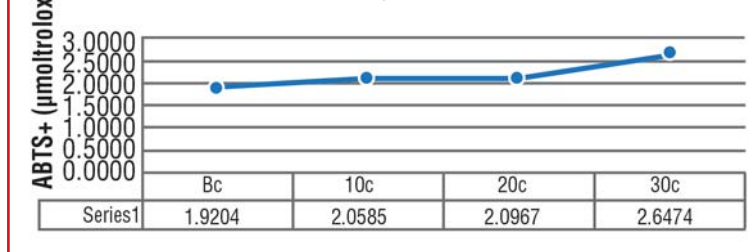


FIGURA 3 - Poder antioxidante en la mezcla de carne para hamburguesas cocida



PRUEBA ANTIOXIDANTE PARA LAS CARNES DE HAMBURGUESA

En la Tabla 3 se pueden analizar los resultados de la capacidad antioxidante en las mezcla de carne de hamburguesas, Se evidencia que a medida que en la formulación aumenta la harina de cáscara de gulupa, mejora el poder antioxidante. Se ve que en las mezclas de carne crudas aumenta desde 1,3789 ± 0,015 hasta 2,3358 ± 0,44 μmol de trolox/g, siendo éstas sustituidas con una proporción de 0% y 30% respectivamente. En cuanto a la carne cocida, se observa que aumenta desde 1,9204 ± 0,017 para una sustitución del 0%, hasta 2,6474 ± 0,14 que corresponde a un reemplazo del 30% con harina de cáscara de gulupa. El aumento de antioxidantes en las mezclas de carne crudas como cocidas se puede ver con más claridad en las figuras 2 y 3.

Se observa que los valores del poder antioxidante son mayores en las carnes cocidas que en la carnes crudas, pero realizando el análisis estadístico Anova (Tabla 4) se ve que el valor F es mayor que el valor crítico F, lo cual significa que los valores no tienen una

diferencia significativa, de lo anterior se puede decir que los antioxidantes que están presentes en la carne cocida son estadísticamente iguales a los de la carne cruda, por lo cual el tratamiento térmico no deteriora el nivel de poder antioxidante.

PRUEBA SENSORIAL HEDÓNICA

La aceptación de los consumidores se vio fuertemente diferenciada, mientras que 19 (54,29%) de los consumidores a los cuales se les realizó la prueba prefirieron la carne de hamburguesa sustituida con 30% de harina de cáscara de gulupa, sólo uno (2,86%) prefirió el blanco, el cual no tiene sustitución alguna (Figura 4); esta preferencia puede deberse a las notas olfativas como piña y manzana que corresponden a la fruta y que le aportaban al producto final un agradable olor y sabor, donde no se marcaban tanto los aditivos y condimen-

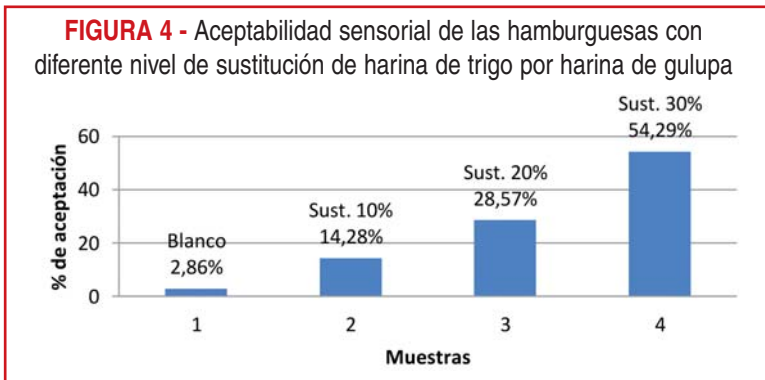
tos añadidos antes de la cocción; además la aglomeración de la harina favorecía aspectos como la textura, sugiriendo que puede ser un producto viable para la industria cárnica.

CONCLUSIONES

La cantidad de gulupa rechazada para la exportación por daños mecánicos es una buena razón para hacer un especial aprovechamiento de esta fruta, por tanto es adecuado pensar en harinas alternativas para su uso en la producción de alimentos cárnicos, como hamburguesas.

Es una buena estrategia considerar la harina de cáscara de gulupa, debido a que es un buen sustituto de la harina de trigo. Al compararlas, la gulupa mostró resultados elevados en cuanto a su composición en proteínas y cenizas. Además, la inclusión de harina gulupa en las mezclas de carne de cerdo para hamburguesas proporciona una buena fuente de antioxidantes para el producto, ya que a mayor sustitución de harina de trigo más poder antioxidante tiene la mezcla, sin que se vea afectado por la cocción.

Análisis de varianza de un factor					TABLA 4 - Tabla de Anova	
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	2	3,29935045	1,64967523	0,14660919		
Columna 2	2	3,87234374	1,93617187	0,02993313		
Columna 3	2	4,19621849	2,09810924	3,8977E-06		
Columna 4	2	4,98321932	2,49160966	0,04855535		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,74080221	3	0,24693407	4,38795832	0,093540344	6,59138212
Dentro de los grupos	0,22510156	4	0,05627539			
Total	0,96590377	7				



El método ABTS+ demostró ser fácil, de bajo costo y eficaz a la hora de medir antioxidantes, sin embargo, hay que tener gran precaución debido a la sensibilidad a la luz que tienen los reactivos usados, ya que se podrían afectar los resultados finales.

En términos sensoriales, los atributos de textura, apariencia, olor y sabor (siendo este último aspecto el más analizado por los catadores) fueron aceptados positivamente, sobre todo en las mezclas de carne con mayor porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de gulupa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo dan un especial agradecimiento al profesor José del Carmen Contreras, del Departamento de Alimentos, que proporcionó, explicó y ayudó con las mediciones de antioxidantes realizadas. A la universidad de Antioquia que facilitó los laboratorios de procesos de alimentos para llevar a cabo el proyecto. Y a la empresa Frutos Exóticos por la molienda de la cáscara de gulupa para la obtención de la harina.

BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). Official Methods. Washington: AOAC, 1997.
- Contreras Calderón José, Calderón Jaimes Lilia, Guerra Hernández Eduardo, García VillanovaBelen. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. FoodResearch International. 2010. 1 p
- Cortés Manuel, harina de trigo. Molinería y panadería digital.
- Delgado G. Paula. Exportaciones de fruta Gulupa crecieron 5 veces en los últimos seis años. Revista la república. Enero 31 2014.
- E.T. Anderson. B.W. Berry, Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef Food. Res. Internat. 34: 689-694. 200
- Fernández R. A. Izquierdo, C.P.; Valero, L.K.; Allara, C.M.; Piñero, G.M.; García, U.A. Efecto del Tiempo y Temperatura de Almacenamiento Sobre la Calidad Microbiológica de Carne de Hamburguesa. Rev. Cient. FCV-LUZ. XVI (4): 428-437. 2006.
- García Ivan A, Métodos para incrementar la capacidad de retención de agua de la carne en la elaboración de productos. Universidad nacional autónoma de Chihuahua, pp.2
- Guaba.Freddy A, Galindo Pacheco, J. y Gómez Sánchez. S. Gulupa (PassifloraedulisSims.) Producción y Manejo Poscosecha. Corredor Tecnológico Agroindustrial, CCB, SENA, Universidad Nacional de Colombia, Corpoica, MEGA. Editorial Producciones. 2010
- Hernández A, García N. Las passifloras. Libro rojo de las plantas de Colombia. 2006; V3. Pp 583-657. Bogotá, Colombia.
- JimenezAleyda M. Sierra Augusto,RodríguezFrancisco, Gonzales Maria L, Heredia Francisco J, Osorio Coralía. Physicochemical characterisation of gulupa (Passifloraedulis Sims. foedulis) fruit from Colombia during the ripening. food research international., 44 (2011), pp.1
- Kanatt, P. Paul, SF D'Souza, P. Thomas. La peroxidación lipídica en la carne de pollo durante el almacenamiento en refrigeración como afectado por antioxidantes combinados con dosis bajas de radiación gamma. Journal of FoodScience, 63 (1998), pp. 198-200
- Lai et al. SM Lai, JI Gray, DM Smith, AM Booren, RL Crackel, DJ Buckley.Efectos de la oleoresina de romero, butilhidroquinona terciaria y tripolifosfato de sodio en el desarrollo de rancidez oxidativa en nuggets de pollo reestructurados.
- Llacuna Laura, Mach Nuria. Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. 16 (2012), pp, 19-20
- Nabrzyski, M. 2007. Functional role of some minerals in foods. En: J. Nriangu& P. Szefer (eds.). Mineral components in foods: 123-162. CRC Press. Boca Ratón.
- Pinzon. Ingrid M, Fischer Gerhard. Corredor Guillermo, Determination of the maturity stages of purple passion fruit AgronomíaColombiana. 2007.
- Ramirez Juan S. Análisis sensorial: pruebas Orientadas al consumidor. Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad Del Valle. Reciteia. 2012, pp. 88
- Umaña Jairo, Álvarez Carolina, Lopera Seneida M, Gallardo Cecilia. Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. 1 Grupo de Estudios de Estabilidad de Medicamentos, cosméticos y alimentos, pp,37
- Wenkam, N.S. 1990. Food of Hawaii and the Pacific Basin. Fruits and fruit products. Raw, processed and prepared. Vol. 4. Composition. Res. Ext. Serv. No. 110, Hawaii Agr. Exp. Sta., College Trop. Agr. Human Resources, University of Hawaii, Honolulu