



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1 (2): 141-156. Julio-Diciembre, 2010
<http://www.rvcta.org>
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2010. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Elaboración de un sucedáneo de café (*Coffea arabica* L.) a base de soya (*Glycine max* L.)

Elaboration of coffee (*Coffea arabica* L.) substitute from soybeans (*Glycine max* L.)

María Carolina **Otálora Rodríguez***, Yeffers **Rubio Cuervo**

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas.

Avenida Central del Norte, Tunja, Departamento de Boyacá, Colombia.

*Autora para correspondencia: mcotalora80@yahoo.com

Aceptado 10-Diciembre-2010

Resumen

El presente trabajo consistió en la preparación, caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de un sucedáneo de café empleando soya (variedad Soyica P-34). Se establecieron tres tipos de tostión (tostión baja 211 °C - 550 s, media 216 °C - 600 s; y alta 222 °C - 640 s). Se preparó una bebida y se realizó análisis sensorial cualitativo del color aroma y sabor, y evaluación sensorial cuantitativa descriptiva de ocho características. La soya tostada y molida presentó disminución en los contenidos de proteína bruta, lípidos totales y carbohidratos en relación a la soya sin tostar (2,42 %; 3,78 % y 5,24 %, respectivamente). El tamaño de partícula del polvo de soya tostado y molido tuvo un promedio de 0,5 mm de diámetro medio, correspondiente a una molienda media. No hubo diferencia significativa entre la bebida preparada con el polvo de granos de soya obtenido de la tostión media (216 °C - 600 s) y el patrón ($p > 0,05$). Se presentaron claros indicios que la bebida sustituta de café en base a soya tostada que presentó mayor aceptación fue la que se elaboró con polvo de soya obtenido del proceso de tostión media. El producto obtenido representa una alternativa de consumo en sustitución del café tradicional, con valor nutricional, agradables atributos sensoriales y beneficios para la salud.

Palabras claves: calidad sensorial, *Glycine max* L., soya tostada, sustitutos del café.

Abstract

The purposes of this work were the preparation, physicochemical characterization, microbiological and sensory quality of a coffee substitute from soybeans (variety Soyica P-34). Three types of roasting were defined (low 211 °C - 550 s, medium 216 °C - 600 s, and high 222 °C - 640 s). A drink was prepared and qualitative sensory analysis of color, aroma and flavor, and quantitative sensory evaluation of eight descriptive characteristics was made. Roasted and ground soybean showed a reduction in crude protein content, total fat and carbohydrates in relation to the unroasted soy (2.42 %, 3.78 % and 5.24 %, respectively). The particle size of powder and ground roasted soybeans had an average of 0.5 mm in average diameter, corresponding to a grinding media. There was no significant difference between the drink prepared with soy bean powder obtained by medium roasting (216 °C - 600 s) and pattern ($p > 0.05$). Coffee substitute drink prepared with soy bean powder obtained from medium roasting process had higher acceptance. The resulting product is an alternative to coffee consumption in place of traditional, with nutritional value, pleasant sensory attributes and health benefits.

Key words: coffee substitutes, *Glycine max* L., roasted soybeans, sensory quality.

INTRODUCCIÓN

La soya o soja (*Glycine max* L.) es un producto que en Colombia es valorado como alimento altamente proteico y favorable para la salud.

Los granos de soya contienen elevado contenido de proteína (36,49 %), aportan fibra dietética (9,3 %) e importantes valores de potasio (1797 mg/100g), fósforo (704 mg/100g), magnesio (280 mg/100g), calcio (277 mg/100g), vitaminas y está exento de cafeína (USDA, 2009); además contiene isoflavonas, que como compuestos fenólicos actúan como potentes antioxidantes (Ludueña *et al.*, 2007). Los granos o porotos de soya tostados pueden contener cantidades de isoflavonas totales de 128,35 mg/100g (daidzeína 52,04 mg/100g; genisteína 65,88 mg/100g y gliciteína 13,36 mg/100g) (USDA, 2002).

El consumo de productos de soya ha sido demostrado ayuda a disminuir el colesterol (Anderson *et al.*, 1995; Borodin *et al.*, 2009), protege contra el cáncer (Butler *et al.*, 2010), reduce la arterioesclerosis (Meeker y Kesten, 1941; Carrol, 1991) y provee beneficios

cardiovasculares, entre otros (Clarkson, 2002; Matthan *et al.*, 2007).

Aunque ha existido controversia en la relación entre las isoflavonas de la soya, terapias de estrógeno y el cáncer mamario a favor y en contra, la Sociedad Americana de Cáncer en el año 2006 concluyó que pacientes con cáncer mamario pueden consumir con seguridad tres porciones diarias de alimentos de soya tradicionales (Messina y Wood, 2008).

Entre los productos derivados de la soya destacan la lecitina, aceites, salsas, concentrados proteicos y fórmulas infantiles, entre otros (USDA, 2002). Bebidas elaboradas a partir de la soya como la leche de soya, con vainilla y achocolatada han presentado gran aceptación (Reilly *et al.*, 2006) y se distribuyen comercialmente.

Café sustituto o café sucedáneo, puede ser definido de una manera lexical como una bebida semejante al café que a veces es sustituida por el (WordNet®, 2010).

Desde un punto de vista económico y del cuidado de la salud, estudios previos han sido llevados a cabo para la elaboración de productos para la preparación de bebidas sustitutas del café (*Coffea arabica*); entre ellos

se encuentran los basados en raíces de achicoria (*Cichorium intybus*) y muchos otros en base a cereales como la cebada (*Hordeum vulgare*), el trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays*) y el centeno (*Secale cereale*) (Fadel *et al.*, 2008). Muy popular fue el “Postum” (descontinuado en el año 2007), manufacturado por Kraft Foods, Inc. en Estados Unidos y elaborado a base de afrecho de trigo, trigo, melaza y maltodextrina de maíz, el cual era un polvo marrón oscuro que cuando se mezclaba con cantidades apropiadas de agua caliente se asemejaba al café (Matz, 1991) y gozó de gran popularidad en la comunidad mormona. Café sustituto instantáneo es producido en Polonia comercialmente (“Inka naturalis”) a base de centeno, cebada y raíces de remolacha (*Beta vulgaris*) y achicoria (Tomasik y Zawadzki, 1998).

Zhao (2001) patentó diversas bases para bebidas tipo-café empleando como ingredientes harina de especies de frijol, arroz, mijo y espelta (híbrido del trigo), raíces (ginseng, jengibre, *Ledebouriella*), flores (rosa, jazmín, *Osmanthus*), además de fructosa, aceite de oliva, cáscaras de naranja y hojas de *Ginkgo biloba*, entre otros ingredientes, para ser utilizadas como suplemento nutricional, terapia herbal o como aditivos al café, té o chocolate.

La torrefacción es un proceso de tres etapas: secado, pirólisis (acompañada de sonidos de crepitación y desprendimiento de gases) y enfriamiento (González y Vargas, 1987). Durante el tostado ocurre una pérdida de humedad y redistribución del agua seguida por reacciones químicas como la de Maillard, caramelización de azúcares y pirólisis final de los carbohidratos y proteínas (Sánchez-Ramírez *et al.*, 2007). De la misma manera, ocurre un aumento del volumen de los granos debido a la expansión de los gases producidos por la pirólisis provocando el desarrollo del albumen que puede incrementar hasta dos veces el volumen del grano (Clarke y Macrae, 1985).

Entre los beneficios del tostado de la soya se incluyen la reducción o desactivación

del inhibidor de la tripsina (Kuiken y Lyman, 1949), el desarrollo del color final y la producción de compuestos volátiles conformados por cetonas y aldehídos, entre otros, responsables del aroma y sabor (López-Carmona, 2003).

Un método de elaboración de café sucedáneo elaborado a partir de granos de soya fue patentado por Hullah *et al.* (1989) en el cual primeramente los granos son precalentados (65,6 - 204,4 °C) y posteriormente tostados (121,1 - 204,4 °C); los autores señalan que la materia prima de preferencia son los granos de soya canadienses pero que cualquier otra variedad puede ser utilizada con excelentes resultados. Mas recientemente, Felberg *et al.* (2010) formularon a partir de café instantáneo, polvo de leche de soya y azúcar, una bebida funcional que luego de una evaluación para aceptabilidad general de la bebida caliente y fría, obtuvieron un valor de aceptación de 6,2 para la bebida fría, en una escala hedónica de 9 puntos.

En este trabajo se llevó a cabo la manufactura de un producto tostado y molido a partir de granos de soya para la preparación de una bebida sucedánea del café estableciendo fundamentos para la aceptación y consumo en personas que bajo prescripción médica no pueden consumir un café tradicional y de consumidores actuales, en procura de promover la producción de un derivado de la soya exento de cafeína, rico en minerales e isoflavonas y con agradables atributos sensoriales que se constituya como alternativa al consumo de café tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se llevó a cabo en las dependencias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en los laboratorios de química de alimentos y análisis microbiológico, planta piloto agroindustrial del Centro de Atención Integral al Sector Agropecuario (CAISA) del Servicio Nacional

de Aprendizaje (SENA) y Grupo Café® de Bogotá, Colombia.

Análisis a materia prima

Se empleó grano de soya variedad Soyica P-34, que es un material tradicional desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (Triana, 2006) de tamaño y color característico, proveniente de una finca productora ubicada en el Municipio de Campohermoso, Departamento de Boyacá, Colombia; y ajeno de toda clase de impurezas y contaminación.

Para la valoración de las características fisicoquímicas del grano de soya, se realizó por triplicado, conforme a las directrices establecidas por el *Codex Alimentarius* para productos proteicos de soya (FAO/WHO, 1989); humedad, proteína, cenizas (AOAC, 1995), fibra cruda (ISO, 1981), lípidos totales (Bligh y Dyer, 1959), carbohidratos por diferencia partiendo del análisis químico proximal y el contenido energético multiplicando el contenido de proteínas e hidratos de carbono x 4 y los lípidos x 9 (Justo *et al.*, 2007).

Elaboración del café sucedáneo a base de soya

Los pasos operacionales para la elaboración del café sustituto a partir de granos de la soya, se describen a continuación:

Selección. Se llevó a cabo una breve selección de los granos de soya verificando su forma, tamaño y color, seguido de un análisis granulométrico mediante zarandeo manual (ISO, 1991).

Hidratación del grano. La soya fue clasificada por inmersión en agua en un prelavado y escurrido, en forma convencional, durante un tiempo de 2 h. Con el objetivo de limpiar los granos de impurezas, disminuir los oligosacáridos solubles causantes de flatulencia (rafinosa y estaquiosa) (Morón-Jiménez *et al.*, 1985) y reducir el aroma fuerte a frijol de los

granos para así obtener un agradable sabor y aroma del producto terminado.

Tostado. Se realizó el tostado del grano tomando como variables la temperatura y tiempo del proceso, empleando un tostador marca Probat, modelo BRZ6 con capacidad máxima de 200 g. Para tosti3n baja 211 °C, media 216 °C y alta 222 °C (ICONTEC, 2004). Por encima de 230 °C ocurre la sobretorrefacci3n en donde se ennegrecen los granos, se carbonizan y el aroma desaparece (L3pez, 1997).

Molienda y tamizado. La molienda se llevó a cabo en molino eléctrico (marca, Kaffemat), ajustado para molienda media (Guevara-Barreto y Castaño-Castrill3n, 2005). El grano molido se pasó por un tamiz de malla de 500 µm y lo que qued3 debajo de esta se empac3 debidamente rotulado y el resto fue desechado (ICONTEC, 1996).

Empacado y almacenamiento. Los materiales utilizados en el empaque de la soya en polvo fueron una pel3cula de polipropileno biorientado (BOPP) y hoja fina de aluminio (foil), en una combinaci3n BOPP / foil / BOPP, lo cual garantiza impermeabilidad al escape de sustancias volátiles de la soya, evita la entrada de luz, humedad y ox3geno y asimismo regula de forma controlada el CO₂ remanente en el empaque. (Proexport, 2003). El empacado se llevó a cabo en forma convencional y el producto se almacen3 a temperatura ambiental para posteriores análisis.

Caracterizaci3n del café sucedáneo a base de soya

Análisis fisicoquímico

La metodología empleada para la caracterizaci3n fisicoquímica del producto se realizó por triplicado y es la descrita para la materia prima.

Análisis microbiológico

El recuento microbiológico de los productos se estimó de acuerdo a las directrices de la AOAC (1995), para *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, Coliformes y *Escherichia coli* y en referencia a la norma sanitaria N° 451-2006 para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación, del Ministerio de Salud de Perú (MINSa, 2006).

Análisis sensorial cualitativo

Se realizó un análisis sensorial a los tres tipos de sucedáneo de café (tostión baja, media y alta) para sondear la preferencia o aceptación del producto en los atributos de color, aroma y sabor con un test de respuesta subjetiva, de preferencia, empleando el método de escala hedónica de 5 puntos (Wittig de Penna, 1981). La evaluación se llevó a cabo con un grupo de 40 panelistas sin entrenamiento. La bebida se preparó utilizando una relación de 1,0 L de agua por cada 0,7 kg de grano de soya tostado, colada, servida en caliente y se comparó con otra bebida elaborada con un café comercial (Café Sello Rojo) tradicionalmente consumido.

Los datos obtenidos fueron analizados, mediante un contraste de varianzas y prueba de comparación de medias (Tukey, $p < 0,05$), tomando como variable dependiente los atributos y como factor a los productos, empleando el programa estadístico Statgraphics® Plus, versión 4.0 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA). Para conocer la variabilidad de los datos y representar gráficamente las calificaciones de los panelistas, se utilizaron diagramas de caja y bigotes ('box-and-whisker diagram' o 'box-plot' en inglés).

Análisis sensorial cuantitativo descriptivo

Basado en la Norma Técnica Colombia-

na NTC 4883, que regula el procedimiento para panel sensorial cuantitativo descriptivo de café tostado y molido (ICONTEC, 2000). Esta norma específica la metodología para el análisis sensorial en taza de muestras de café verde, tostado en grano y/o molido, extracto de café y café soluble; evaluando las características: fragancia, aroma de la bebida, acidez, amargo, cuerpo, rancidez, sabor residual e impresión global.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de materia prima

En el Cuadro 1, se pueden apreciar los resultados fisicoquímicos del grano de soya, en donde se observa que la humedad contenida fue de 9,56 %; similar a la indicada por Roisinblit (2003) de 10,0 % y Duke (1983) de 10,2 %.

El contenido proteico fue de 28,53 %, porcentaje bajo comparado con los datos publicados por Minuzzi *et al.* (2007) de 30,67 a 35,67 % para 5 variedades de soya de Brasil y los publicados por Cartter y Hopper (1942) para 8 variedades de 32,25 a 45,56 %. Estas variaciones son causadas por factores ambientales y genéticos. Los factores genéticos apuntan a que se adapta para que presente mayor rendimiento en grasa y menor proteína (Cuniberti *et al.*, 2003); también es debido a los niveles de fertilización (Cartter y Hopper, 1942).

El contenido de lípidos totales fue de 27,11 %, un valor alto comparado con los valores presentados por Minuzzi *et al.* (2007) de 18,75 a 22,63 % y por Duke (1983) de 17,7 %; esto es debido a las condiciones de cultivo y la variedad que ha sido adaptada para producción de aceites (Espinal-G. *et al.*, 2005).

El contenido de fibra cruda fue de 2,16 % y el de carbohidratos 26,69 %. Duke (1983) señala contenidos de fibra de 4,2 % y de carbohidratos 32,0 %. Los granos o semillas de soya pueden presentar contenidos de fibra dietética total de alrededor del 50 %, de los

cuales, alrededor de un 48 % es fibra insoluble (Písaříková y Zralý, 2010), lo que reviste importancia en regímenes dietéticos (Roisinblit, 2003).

El contenido de cenizas fue de 5,95 %; ligeramente mayor a los indicados por Duke (1983) de 5,0 % y por Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres (2008) de 5,5 %. Los granos de soya presentan disponibilidad de minerales benéficos para el consumo humano (Hart y Fisher, 1991).

El aporte energético de los granos de soya fue de 464,87 kcal/100 g. La energía metabolizable contenida en los granos puede variar entre 400 kcal (Duke, 1983) y 538,8 kcal por 100 g (Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres, 2008).

Cuadro 1.- Análisis fisicoquímico de los granos de soya.

Características	Resultados
Humedad (%)	9,56
Proteína bruta (%)	28,53
Lípidos totales (%)	27,11
Fibra cruda (%)	2,16
Cenizas (%)	5,95
Carbohidratos (%)	26,69
Energía (kcal/100 g)	464,87

En el proceso de selección de la soya se observó color, forma y tamaño característicos; no se encontró impurezas que pudieran intervenir en la modificación de sus características físicas ni químicas, con una granulometría centrada (tamaño de partícula uniforme) (Cuadro 2).

En la hidratación del grano un 4 % flotaron, lo que indicó que la soya estaba en buen estado al no presentar granos inmaduros o dañados, con una humedad de 9,56 %, óptima para iniciar el tostado.

Obtención del café sucedáneo a base de soya

Al llevar a cabo la etapa de tostado

Cuadro 2.- Granulometría de los granos de soya en 100 g de muestra.

Tamices	Referencia	Cantidad de muestra retenida (g)
1	18	1,5
2	17	9,5
3	16	38,0
4	15	32,0
5	14	12,5
6	13	4,5
7	12	1,5
8	0	0,5

(Cuadro 3) se observó que en los tres niveles o grados de tostión la temperatura inicial fue constante, lográndose un tostado homogéneo en las muestras tanto interna como externamente, indicando que las condiciones de temperatura y tiempo fueron apropiadas. En la elaboración de café sustituto empleando granos de soya las temperaturas de tostado utilizadas por Hullah *et al.* (1989) fueron de 121,1-204,4 °C y empleando tiempos de 5-60 min.

Al alcanzar el nivel de tostado se controló el desarrollo de la torrefacción (pirólisis) enfriando la soya tostada con aire frío circundante a una temperatura de 50 a 60 °C y se dejó reposar aproximadamente 12 h hasta temperatura ambiental. Esto favoreció a los granos para que en la posterior molienda, la temperatura no alterara sus características ya que esta variable vuelve a ascender (Salcedo-Pacheco, 1996).

Al realizar una comparación con granos de café de la especie *coffea arabica*, durante el tostado se pierde agua, materia seca y otros compuestos volátiles productos de la pirólisis; es en este proceso donde el café adquiere todas sus características de color, aroma y sabor deseados, en donde el grado de tostación depende de la temperatura y el tiempo de proceso. Entre menos tiempo dura la tostación mejor la calidad, entre más claro sea el color, menos tostado, el sabor será más suave, más

ácido y menos amargo. Cuanto más oscuro más tostado y el sabor será más fuerte, menos ácido y mas amargo, factores que influyen en la calidad final del producto. (Clarke y Macrae, 1987).

Cuadro 3.- Temperaturas y tiempos de tostado de los granos de soya.

Grado del tostado	Temperatura (°C)		Tiempo (s)
	Inicial	Final	
Tostión baja	170	211	550
Tostión media	169	216	600
Tostión alta	170	222	640

La molienda obtenida fue homogénea en las tres muestras; esto favorece notablemente la transferencia de sustancias solubles y emulsificantes (López-Carmona, 2003). El tamaño de partícula tuvo un promedio de 0,5 mm (500 μm) de diámetro, que es el diámetro medio correspondiente a una molienda media (ICONTEC, 1996; 2007), recomendado para la preparación de café con colador de tela y filtros de papel (Guevara-Barreto y Castaño-Castrillón, 2005). El producto de la molienda tuvo una textura suave, aroma natural y fuerte.

Para una adecuada molienda de los granos de soya estos deben presentar una consistencia dura y quebradiza, ya que un contenido de humedad por encima del 5 a 6 %, le hace perder fragilidad, lo cual dificulta una molienda eficiente; los tostados claros son tenaces, duros y no rompen tan fácilmente como los granos tostados de colores oscuros y quebradizos. Se tuvo un control en la temperatura de la molienda ya que esta modifica las características físicas y químicas, presentándose una especie de nueva pirólisis que destruye los compuestos, liberando todas las sustancias volátiles y quemando o calcinando los sólidos.

Terminada la molienda, en los granos comienza la liberación de CO_2 (desgasificación), el cual equivale al 2 %, en donde se pierden sustancias aromáticas que le dan el cuerpo, aroma y sabor; factor de alta relevancia (Parra-Espinosa, 1988).

El empaque de la soya tostada y molida es uno de los procesos importantes, debido a que la conservación es pieza clave para ofrecer al consumidor un producto de calidad.

Al comparar con el café de la especie *coffea arabica* tostado, el grado de finura de las partículas, en este caso molido fino paralelo al del grano de soya con una molienda media, presentan una estructura débil que causa acanalamiento, lo cual disminuye el rendimiento del proceso y la concentración de solubles de los extractos; influyendo en la molienda del café la variabilidad de la mezcla, el grado de tosti3n, humedad del café tostado y condiciones del molino. (Clarke y Macrae, 1987).

La baja humedad del polvo en conjunción con una baja temperatura de conservación son factores favorables para evitar en el empaque la autooxidación, enranciamiento y presencia de microorganismos que generan se pierda el sabor y aroma característicos. Otro de los factores importantes en el empaque es el espacio de cabeza, el cual afecta la cantidad de gas y el tiempo que el gas está disponible para la inhibición de microorganismos. Empaques con altas barreras a los gases y con un gran espacio de cabeza, aumentan la vida útil del producto ya que regulan el equilibrio en las concentraciones de gas en el empaque. En el caso del polvo de soya tostada el empaque presentó un espacio de cabeza de cerca del 15 % del tamaño del mismo lo que garantiza su vida útil desde la elaboración hasta la utilización por parte del consumidor.

Caracterización de la soya tostada en polvo

Análisis fisicoquímico

En el Cuadro 4, se observan los resulta-

Cuadro 4.- Análisis fisicoquímico del café sucedáneo de soya tostada en polvo.

Características	Resultados
Humedad (%)	1,20
Proteína bruta (%)	26,11
Lípidos totales (%)	23,33
Fibra (%)	20,34
Cenizas (%)	7,57
Carbohidratos (%)	21,45
Energía (kcal/100 g)	400, 21

dos obtenidos en el análisis proximal de soya tostada en polvo. El porcentaje de humedad fue de 1,20 %, lo que indica claramente que su conservación está favorecida siempre y cuando los procesos de elaboración, empaque y almacenamiento sean óptimos.

La proteína presente en el polvo de soya fue de 26,11 %, lo que representa una disminución con respecto al valor determinado para la soya sin tostar (28,53 %) de 2,42 %. Contrariamente, Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres (2008) apreciaron un incremento en proteína bruta en soya cruda de 36,5 % a 39,7 % en soya tostada. Esta disminución se atribuye a la desnaturalización proteica durante el proceso de tostado provocado por reacciones pirolíticas que suceden. Los grupos amino suministran gran parte del nitrógeno que se incorpora a los volátiles que confieren el aroma. En estos casos los aminoácidos o cadena de aminoácidos tienden a desplegarse arbitrariamente, perdiendo su estructura tridimensional y pasando a ser un conjunto de cadenas deshinchadas por el rompimiento de cadenas carbonadas y formación de intermedios radicalarios. Durante el tostado, la pérdida de proteína también puede atribuirse a que algunos aminoácidos estables aumentan tales como la alanina, ácido glutámico, glicina, leucina, fenilalanina y valina y los sensibles disminuyen; arginina, cisteína, serina y treonina (Clarke y Macrae, 1985; Medina, 2000).

Los lípidos totales presentes fueron del 23,33 %, y en comparación con el resultado obtenido de la soya sin tostar (27,11 %), se observó claramente, una disminución del 3,78 %; indicando pérdidas de lípidos durante el tostado. Los cambios en el contenido son generados por la destrucción de enlaces éster en primer lugar y la volatilización de ácidos grasos y oxidaciones diversas (Clarke y Macrae, 1985; Medina, 2000), lo que influye favorablemente en el aroma y el flavor (Hullah *et al.*, 1989). Similar comportamiento presentaron granos de soya tostados por Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres (2008) en los cuales disminuyó el contenido de lípidos en un 2,6 %.

El contenido de carbohidratos fue de 21,45 %, y comparado con el valor de la soya sin tostar de 26,69 %, podemos identificar una disminución de 5,24 %, en la composición del producto terminado. El resultado anterior es atribuido a las reacciones de Maillard que tienen lugar entre los aldehídos o cetonas provenientes de los azúcares y grupos amino de los aminoácidos; produciendo compuestos pigmentados (melanoidinas) y otros compuestos volátiles y solubles (Clarke y Macrae, 1985; Medina, 2000).

En relación al contenido de fibra, en la soya tostada se aprecia notablemente un incremento a 20,34 % al comparar con el valor de la soya sin tratar que fue de 2,16 %; lo anterior es posiblemente atribuido a que la fibra no se vio afectada por el proceso de torrefacción y es poco soluble en agua, presentando fenómenos de encogimiento e hinchamiento durante el secado y la pirólisis. (Clarke y Macrae, 1985; Medina, 2000).

En cuanto al porcentaje de cenizas encontrado en el producto se destaca otro incremento del valor de 5,95 % en la soya sin tratar a 7,57 % en el polvo de soya tostado. Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres (2008) observaron un incremento en las cenizas de 5,5 % en soya cruda a 5,9 % en soya tostada. Las sales orgánicas durante la tostión se separan de sus compuestos orgánicos y actúan como catali-

zadores de las reacciones que ocurren durante la pirólisis (Clarke y Macrae, 1985; Medina, 2000).

En relación a la energía se observó una disminución de 464,87 kcal en la soya sin tratar a 400,21 kcal, lo cual se atribuye a que al disminuir los contenidos de grasa, proteína y carbohidratos durante el tostado, de igual manera disminuyó su contenido calórico.

En líneas generales, también es de hacer notar que la disminución en los contenidos de humedad, proteína bruta, lípidos totales y carbohidratos, conllevan también a un incremento en las proporciones de la fibra cruda y las cenizas en términos porcentuales.

Análisis microbiológico

Para evaluar los resultados de los análisis microbiológicos se tomó como referencia de cumplimiento de los requisitos, la norma sanitaria N° 451-2006 de Perú (MINSA, 2006). En donde se obtuvo como resultado ausencia de coliformes totales, por lo que se descarta la presencia de *E. coli*, así como la ausencia de *Salmonella* y *S. aureus*; lo que permitió deducir que durante la manufactura del polvo, se cumplieron, requerimientos higiénicos y sanitarios; obteniendo un producto microbiológicamente seguro y apto para su consumo.

Análisis sensorial cualitativo

Al llevar a cabo el análisis sensorial se pudo observar aceptación de parte de los panelistas, por la bebida preparada con el polvo de granos de soya obtenido de la tostión media (216 °C - 600 s), en los atributos de color, aroma y sabor, sin presentarse una diferencia significativa frente al patrón ($p > 0,05$).

La Fig. 1 indica que la tostión media (M3) presentó menor variabilidad de los datos en cuanto al color de la bebida ya que la caja de la gráfica fue más pequeña que la de la tostión baja (M2) y tostión alta (M4) y las calificacio-

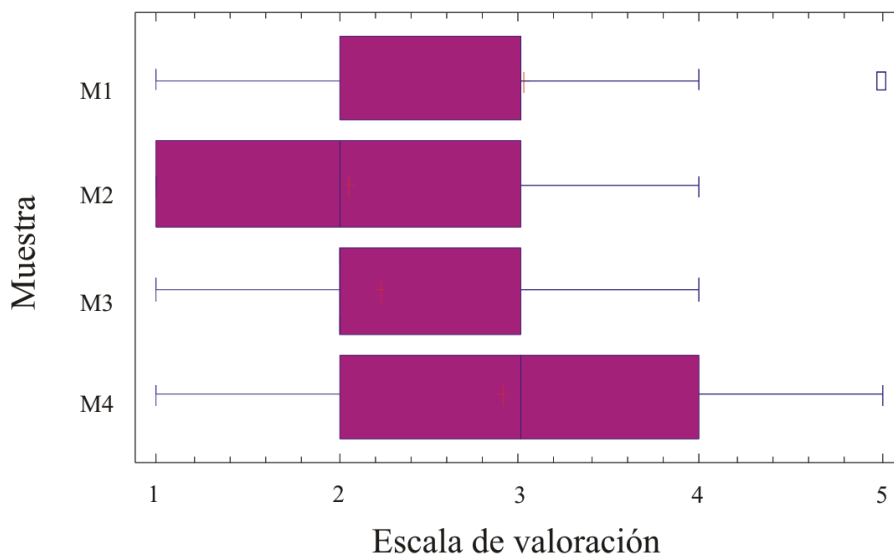
nes de los panelistas se centraron hacia la izquierda, entre las puntuaciones 2 y 3 de la escala de valoración. La tostión media presentó la misma preferencia que la del patrón (M1). Solo la tostión baja logró presentar la puntuación más baja que fue 1.

En la fase de secado durante la etapa de torrefacción, se evapora el agua ligada en aproximadamente un 3 % de la humedad inicial; los productos de la pirólisis de los azúcares reducidos reaccionan con proteínas y otros productos de degradación, y los granos pierden su color característico y se tornan de color café (Clarke y Macrae, 1987).

En la Fig. 2 se aprecia que la tostión baja, media y alta presentaron la misma variabilidad en los datos en relación al aroma de la bebida. La tostión baja (M2) logró presentar las puntuaciones más bajas. En el caso de la tostión media (M3) las calificaciones se centraron hacia el lado derecho, entre las puntuaciones 3 y 4, lo que indica que recibió las puntuaciones más altas. Solo la tostión media, después del patrón (M1) recibió las calificaciones más altas.

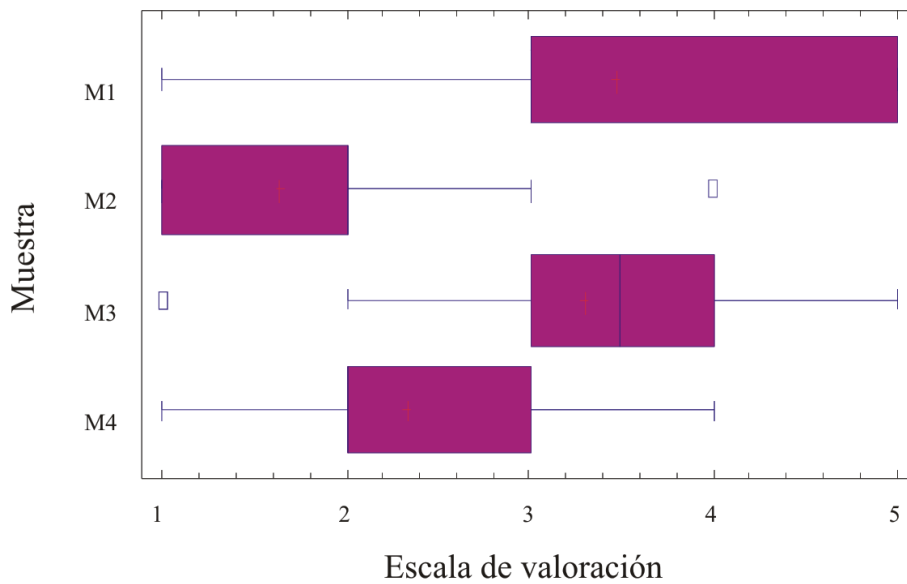
Lo anterior se sustenta por la fase de pirólisis en la etapa de torrefacción en donde por acción del calor, los compuestos del grano empiezan a sufrir una serie de reacciones pirolíticas de carácter exotérmico dentro de las células, conllevando a aumentar el espesor de las membranas y produciendo compuestos volátiles (cetonas, aldehídos y compuestos sulfurados) responsables del aroma (Clarke y Macrae, 1987).

En relación al sabor de la bebida (Fig. 3), la tostión baja (M2) presentó las más bajas puntuaciones. La tostión media (M3) presentó la mayor variabilidad de los datos ya que la caja de la gráfica fue más grande y también la mayor puntuación en la escala de valoración que fue 4 superando al patrón (M1) cuya calificación más alta fue 3. La tostión alta (M4) presentó la misma escala de valoración que el patrón.



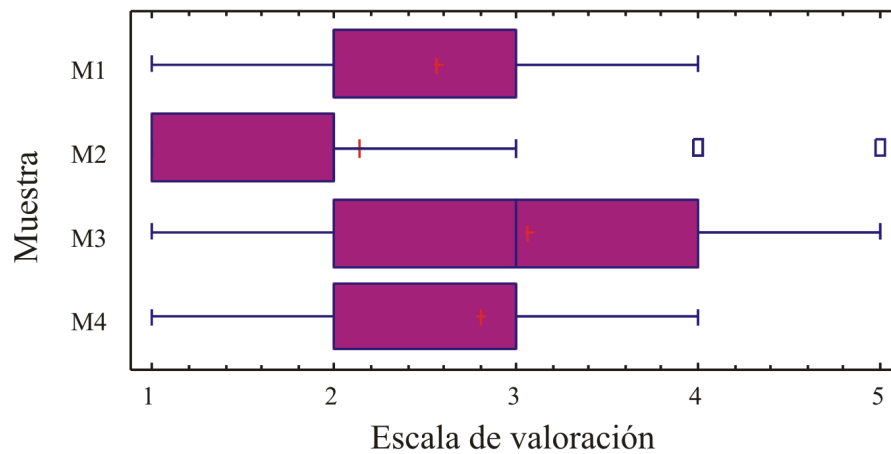
M1: patrón - M2: tostión baja - M3: tostión media - M4: tostión alta

Figura 1.- Variabilidad de percepción atributo de color.



M1: patrón - M2: tostión baja - M3: tostión media - M4: tostión alta

Figura 2.- Variabilidad de percepción atributo de aroma.



M1: patrón - M2: tostión baja - M3: tostión media - M4: tostión alta

Figura 3.- Variabilidad de percepción atributo de sabor.

Los glicéridos que conforman los aceites los cuales se descomponen en glicerina y ácidos grasos libres, en presencia de ácido y por acción del calor, forman ácidos volátiles; lo anterior se vio influenciado por el grado de torrefacción el cual no fue alto, en donde los aceites del grano no brotaron a la superficie, por ende no se quemaron, y no repercutieron en el sabor del mismo. (Clarke y Macrae, 1987).

Análisis sensorial cuantitativo descriptivo

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de las ocho características (fragancia, aroma de la bebida, acidez, amargo, cuerpo, rancidez, sabor residual e impresión global) que regula la norma en una escala de 0-10, siendo entre 4-6 un café medio y entre 7-9 un café con calificación alta, podemos decir que el sucedáneo de café en base a soya se cataloga como un café medio. Las observaciones y las diferentes calificaciones en las tres muestras, tostión baja, media y alta, dan claros indicios que la bebida sustituta de café en base a soya tostada que presentó mayor aceptación fue la que se elaboró con polvo de soya obtenido del

proceso de tostión media (216 °C - 600 s); observándose los resultados en los Cuadros 5, 6 y 7, respectivamente. Al realizar un comparativo con la norma NTC 4883, que regula el procedimiento para panel sensorial cuantitativo descriptivo de café tostado y molido (ICONTEC, 2000), existe variabilidad con respecto a los valores enunciados, lo anterior se estipula de acuerdo con el origen, variedad, procesos de producción y de cosecha o poscosecha del grano, la acidez puede ser uno de los atributos más deseados y está correlacionada con la temperatura promedio a la que está expuesta el cultivo, y en consecuencia a la altitud del mismo. El cuerpo está asociado a cultivos en áreas de mayor temperatura y menor altitud. La impresión global está referida con los aromas percibidos por el sentido del olfato; y el cuerpo, el amargo y la acidez, percibidos por el sentido del gusto. Otro factor es el grado de tostión de la materia prima. Es así como en una tostación baja o media se puede experimentar en detalle las características de origen del grano, y en tostaciones altas se siente más el “carácter” de la tostación en sí, con menor presencia de notas ácidas y florales de origen, pero mayor cuerpo.

Cuadro 5.- Características sensoriales soya tostón baja o clara, molienda media.

Características	Calificación	
Fragancia	7,00	Aromático, dulzón
Aroma de la bebida	6,00	
Acidez	5,00	Bajo
Amargo	3,00	Medio Alto
Cuerpo	4,50	Alto
Rancidez	0,00	
Sabor residual	5,00	Medio Alto
Impresión global	5,00	Medio
Defectos	Ninguno	
Comentarios	Característico	

Referente: Grupo Café®, Colombia.

Cuadro 6.- Características sensoriales soya tostón media, molienda media.

Características	Calificación	
Fragancia	8,00	Aromático, dulce
Aroma de la bebida	6,50	
Acidez	6,50	Pronunciado
Amargo	4,50	Medio Bajo
Cuerpo	6,50	Medio Alto
Rancidez	0,00	
Sabor residual	6,00	Prolongado
Impresión global	7,00	Alta
Defectos	Ninguno	
Comentarios	Característico	

Referente: Grupo Café®, Colombia.

Cuadro 7.- Características sensoriales soya tostón alta, molienda media.

Características	Calificación	
Fragancia	6,00	Nota pesada
Aroma de la bebida	6,00	
Acidez	5,50	
Amargo	5,00	Medio
Cuerpo	7,00	Alto
Rancidez	0,00	
Sabor residual	6,00	Astringente
Impresión global	6,00	Medio
Defectos	Ninguno	
Comentarios	Característico	

Referente: Grupo Café®, Colombia.

CONCLUSIONES

- Los granos de soya tostados en polvo presentaron contenidos de proteína, carbohidratos y lípidos totales de 26,11; 21,45 y 23,33 %, apreciándose disminuciones de 2,42; 3,78 y 5,24 %, en relación a la soya sin tostar, respectivamente.
- Mediante análisis sensorial cualitativo del color, aroma y sabor se determinó que no hubo diferencia significativa entre la bebida preparada con el polvo de granos de soya obtenido de la tostiión media y el patrón ($p > 0,05$).
- La evaluación sensorial cuantitativa descriptiva presentó claro indicio que la bebida sustituta de café en base a soya tostada que presentó mayor aceptación fue la que se elaboró con polvo de soya obtenido del proceso de tostiión media (216 °C - 600 s).
- El producto obtenido se presenta como una alternativa de consumo en sustitución del café tradicional, con agradables atributos sensoriales y que aporta beneficios para la nutrición y la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, James W.; Johnstone, Bryan M. and Cook-Newell, Margaret E. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. 333:276-282.
- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (16ta. ed.). Washington, USA.
- Bligh, E.G and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 37(8):911-917.
- Borodin, Eugene A.; Menshikova, Iraida G; Dorovskikh, Vladimir A.; Feoktistova, Natalya A.; Shtarberg, Mikhail A.; Yamamoto, Takashi; Takamatsu, Kiyoharu; Mori, Hiroyuki and Yamamoto, Shigeru. 2009. Effects of two-Month consumption of 30 g a day of soy protein isolate or skimmed curd protein on blood lipid concentration in Russian adults with hyperlipidemia. Journal of Nutritional Science and Vitaminology. 55(6):492-497.
- Butler, Lesley M.; Wu, Anna H.; Wang, Renwei; Koh, Woon-Puay, Yuan, Jian-Min and Yu, Mimi C. 2010. A vegetable-fruit-soy dietary pattern protects against breast cancer among postmenopausal Singapore Chinese women. American Journal of Clinical Nutrition. 91(4):1013-1019.
- FAO/WHO 1989. Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Codex general standard for soy protein products. CODEX STANDARD 175-1989.
- Carrol, K.K. 1991. Review of clinical studies on cholesterol-lowering response to soy protein. Journal of the American Dietetic Association. 91:820-827.
- Cartter, J.L. and Hopper, T.H. 1942. Influence of variety, environment, and fertility level on the chemical composition of soybean seed. United States Department of Agriculture. Technical Bulletin. 787. 65 p. <http://quod.lib.umich.edu/cgi/t/text/text-idx?sid=99ca4791d99422da59f729e4a0a11aa9;c=nal;idno=17038117.0787.001>
- Clarke, R.J. and Macrae, R. 1985. Coffee. Volume 1. Chemistry. London, UK: Elsevier Applied Science Publishers.
- Clarke, R.J. and Macrae, R. 1987. Coffee. Volume 2. Technology. London, UK: Elsevier Applied Science Publishers.
- Clarkson, Thomas B. 2002. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. The Journal of Nutrition. 132:566S-569S.
- Cuniberti, Martha; Herrero, Rosana; de Vallone, D. de Vallone, Silvia y Baigorri, Héctor. 2003. Calidad industrial, rendimiento y sanidad de la soja en la

- región central del país. Campaña 2002/03. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Marcos Juárez. Argentina. <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/SOJA/aspgen03.htm#desta>
- Duke, James A. 1983. Handbook of energy crops. Glycine max (L.) Merr. New Crops Resource Online Program (NewCROP). Purdue University Center for New Crops and Plant Products. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Glycine_max.html
- Espinal-G. Carlos Federico; Martínez-Covaleda, Héctor J., Salazar-Soler, Marcela y Barrios-Urrutia, Camilo A. 2005. La cadena de las oleaginosas en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo N° 62.
- Fadel, H.H.M.; Abdel-Mageed, M.A. and Lotfy, S.N. 2008. Quality and flavour stability of coffee substitute prepared by extrusion of wheat germ and chicory roots. *Amino Acids*. 34:307-314.
- Felberg, Ilana; Deliza, Rosires; Farah, Adriana; Calado Erônica and Donangelo, Carmen Marino. 2010. Formulation of a soy-coffee beverage by response surface methodology and internal preferente zapping. *Journal of Sensory Studies*. 25(Suppl.1):226-242.
- Guevara-Barreto, Ricardo Alonso y Castaño-Castrillón, José Jaime. 2005. Caracterización granulométrica del café colombiano tostado y molido. *Cenicafé*. 56(1):5-18.
- Gutiérrez-Espinosa, M.C. y Vásquez-Torres, W. 2008. Digestibilidad de *Glycine max* L., soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachyomus* Cuvier 1818. *Orinoquia*. 12(2):141-148.
- González-H, E.M. y Vargas-C, C.E. 1987. Determinación del grado de tueste y de la cantidad de agua de enfriamiento para la elaboración de café soluble. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 165 p.
- Hart, F. y Fisher, H. 1991. Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza, España: Acribia.
- Hullah, William; Cringle, Janet and Albrecht, Sandra. 1989. Instant coffee substitute from soybeans and method of making. United States Statutory Invention Registration. U. S. Patent: H673.
- ICONTEC. 1996. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Industrias agrícolas. Café tostado y molido. Método para la determinación de tamaño de partícula. Norma Técnica Colombiana NTC 2441.
- ICONTEC. 2000. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Análisis sensorial. Café. Metodología para análisis sensorial cuantitativo descriptivo del café. Norma Técnica Colombiana NTC 4883.
- ICONTEC. 2004. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Café tostado en grano y/o molido. Determinación del grado de tostación. Norma Técnica Colombiana NTC 2442 (segunda actualización).
- ICONTEC. 2007. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Café tostado, en grano o molido. Norma Técnica Colombiana NTC 3534 (segunda actualización).
- ISO. 1981. International Organization for Standardization. Agricultural food products. Determination of crude fibre content. General method. ISO 5498:1981.
- ISO. 1991. International Organization for Standardization. Green coffee. Size analysis. Manual sieving. ISO 4150:1991.
- Justo, Mayela Bautista; Castro-Alfaro, Alejandra Denisse; Camarena-Aguilar, Ernesto; Wrobel, Katarzyna; Wrobel, Kazimierz; Alanís-Guzmán, Guadalupe; Gamiño-Sierra, Zeferino y Da Mota-Zanella, Víctor. 2007. Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico

- como alimento funcional para la mujer. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 57(1):78-84.
- Kuiken, K.A. and Lyman, Carl M. 1949. Essential amino acid composition of soy bean meals prepared from twenty strains of soy beans. *The Journal of Biological Chemistry*. 177:29-36.
- López, E.M. 1997. Extracción de aceite esencial de café, a partir de café brocado. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. 256 p.
- López-Carmona, Paula Andrea. 2003. Mejoramiento del rendimiento en el proceso de extracción de café de la empresa Decafé, S. A. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. 72 p.
- Ludueña, Beatriz; Mastandrea, Carlos; Chichizola, Carlos y Franconi, María Cecilia. 2007. Isoflavonas en soja, contenido de daidzeína y genisteína y su importancia biológica. *Revista Bioquímica y Patología Clínica*. 71(1):54-66.
- Matthan, Nirupa R.; Jalbert, Susan M.; Ausman, Lynne M.; Kuvin, Jeffrey T.; Karas, Richard H. and Lichtenstein, Alice H. 2007. Effect of soy protein from differently processed products on cardiovascular disease risk factors and vascular endothelial function in hypercholesterolemic subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*. 85(4):960-966.
- Matz, Samuel Adam. 1991. The chemistry and technology of cereals as food and feed. (2nd ed.). New York, USA: Van Nostrand Reinhold/AVI.
- Medina, J.L. 2000. Relación entre las propiedades físicas, químicas y organolépticas del café en diferentes procesos y grados de torrefacción. Tesis. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Meeker, D.R. and Kesten, H.D. 1941. Effect of high protein diets on experimental atherosclerosis of rabbits. *Archives of Pathology*. 31:147-162.
- Messina, Mark J. and Wood, Charles E. 2008. Soy isoflavones, estrogen therapy, and breast cancer risk: analysis and commentary. *Nutrition Journal*. 7:17(1-11).
- MINSA. 2006. Ministerio de Salud de Perú. Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA.
- Minuzzi, Andréia; Mora, Freddy; Sedrez-Rangel, Marco Antônio; De Lucca e Braccini Alessandro y Scapim, Carlos Alberto. 2007. Características fisiológicas, contenido de aceite y proteína en genotipos de soja, evaluadas en diferentes sitios y épocas de cosecha, Brasil. *Agricultura Técnica (Chile)*. 67(4):353-361.
- Morón-Jiménez, María Joaquina; Elías, Luiz Gonzaga; Bressani, Ricardo; Navarrete, Delia A; Gómez-Brenes, Roberto A y Molina, Mario Roberto. 1985. Estudios bioquímicos y nutricionales de la semilla germinada de soja. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 35(3):480-490.
- Parra-Espinosa, Germán. 1988. Evaluación de algunos aspectos químicos y físicos del café, con fines normativos de control de calidad para Colombia. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Písaříková, Bohumila and Zralý, Zdeněk. 2010. Dietary fibre content in lupine (*Lupinus albus* L.) and soya (*Glycine max* L.) seeds. *Acta Veterinaria Brunensis*. 79(2):211-216.
- Proexport. 2003. Cartilla de empaque y embalaje para la exportación. Colombia. <http://www.proexport.com.co/vbecontent/library/documents/DocNewsNo2930DocumentNo8292.PDF>
- Reilly, Jennifer K.; Lanou, Amy J.; Barnard, Neal D.; Seidl, Kim and Green, Amber A. 2006. Acceptability of soymilk as a Calcium-rich beverage in elementary school children. *Journal of the American Dietetic Association*. 106(4):590-593.

- Roisinblit, Daniel Alejandro. 2003. Consideraciones sobre la soja en la alimentación. Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. Presidencia de la Nación. Argentina. http://www.a-campo.com.ar/espanol/el_tem_a/DocumentofinalSOJApolicassociales.pdf
- Salcedo-Pacheco, Liliana. 1996. Propiedades térmicas del café en el proceso de torrefacción. Tesis. Universidad América, Bogotá, Colombia.
- Sánchez-Ramírez, J.; Anaya-Sosa, I.; Vizcarra-Mendoza, M.G.; Gutiérrez-López, G. y Santiago-Pineda, T. 2007. Estudio de la hidrodinámica del café tostado (*Coffea arabica* L.) en lecho fluidizado. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 6(2):185-192.
- Triana, Jaime. 2006. Altillanura, donde se incuba el futuro. Altillanura 3:4-6.
- Tomasik, Piotr and Zawadzki, Włodzimierz. 1998. Reaction of the plant material with biogenic amino acids. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 7/48(1):29-34.
- USDA. 2002. United States Department of Agriculture. Iowa State University database on the isoflavone content of foods. Data table (daidzein, genistein, glycitein and total isoflavones). http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/isoflav/isfl_tbl.pdf
- USDA. 2009. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>
- Wittig de Penna, Emma. 1981. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago, Chile: Talleres Gráficos USACH.
- WordNet®. 2010. A lexical database for English. Princeton University. Word to search for: coffee substitute. <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>
- Zhao, Iris G. 2001. Coffee substitute. United States Patent. U. S. Patent: US 6,171,635 B1.