

EVALUACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS ENRIQUECIDAS CON GUANDUL (*Cajanus cajan*) Y AMARANTO (*Amaranthus caudatus*).

EVALUATION OF THE ENERGY BARS ENRICHED WITH PIGEON PEA (*Cajanus cajan*) and Tassel Flower (*Amaranthus caudatus*)

(Entregado 13/06/2016 - Revisado 04/10/2017)

WILMAN JENNY YAMBAY VALLEJO

Magíster en Procesamiento de Alimentos por la Universidad Agraria del Ecuador. Magíster en Ciencias de la Educación mención Gestión Educativa y Desarrollo Social por la Universidad Técnica de Ambato. Doctora en Química por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Perito Químico Acreditado por el Consejo de la Judicatura. Técnico en Seguridad y Salud por el Ministerio de Relaciones Laborales. Docente Titular de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

SANTO DANIEL BORBOR SUÁREZ

Magister en Procesamiento de Alimentos, Ingeniero Agrícola Mención Agroindustrial por la Universidad Agraria del Ecuador. Docente de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Agraria del Ecuador.

Universidad Politécnica Estatal del Carchi – Ecuador

wilman.yambay@upec.edu.ec

Universidad Agraria del Ecuador – Ecuador

dborbor@uagraria.edu.ec

RESUMEN

*En el presente trabajo de investigación se evaluó cinco barras energéticas enriquecidas con guandul (*Cajanus cajan*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*), como producto innovador y nutritivo enmarcado en los productos tipo snacks o cereales listos para comer; por el aporte calórico y nutritivo que presentan pueden ser consumidos por niños y personas que tiene un ritmo de vida acelerado. Se ensayaron cinco tratamientos en los cuales el 56,36 % de las materias primas(avena, higos, glucosa, mantequilla, miel y nuez) se mantuvo constante y el 43,64 % (guandul y amaranto) se modificó según diferentes tratamientos; las barras energéticas elaboradas se sometieron a una evaluación físico química, microbiológica y sensorial; del análisis estadístico no paramétrico Friedman, se determinó que T4 (guandul 1,91 % y amaranto 32,73 %) presentó un mayor nivel de aceptación sensorial, del cual se*

determinó la composición química: fibra 12,15 %, carbohidratos totales 61,53 %, proteína 8,12 %, grasa 7,77 %, cenizas 1,10 %, materia seca 90,67 %, humedad 9,33 % y energía 348,53 kcal/100g, y microbiológica: recuento de bacterias aerobias, *E. coli / Coliformes*, mohos y levadura, constituyéndose en un producto nutritivo y fuente de energía y fibra, comparable con la calidad de productos comerciales similares.

Palabras clave: Barra energética, guandul, amaranto.

ABSTRACT

*In this research, five energetic bars enriched with Guandul (*Cajanus cajan*) and amaranth (*Amaranthus caudatus*) were evaluated as an innovative and nutritious product known as snacks or ready to eat cereals; for the caloric and nutritional contribution they present can be consumed by children and people who have an accelerated pace of life. Five treatments were tested in which 56,36 % of the raw materials (oats, figs, glucose, butter, honey and walnut) were kept constant and 43,64 % (guandul and amaranth) were modified according to different treatments; the energetic bars elaborated underwent a physical, chemical, microbiological and sensorial evaluation; using non-parametric Friedman statistical analysis, it was determined that T4 (guandul 1,91 % and amaranth 32,73 %) presented a higher level of sensorial acceptance, from which the chemical composition was determined: fiber 12,15 %, total carbohydrates 61,53 %, protein 8,12 %, fat 7,77 %, ash 1,10 %, dry matter 90,67 %, moisture 9,33 % and energy 348,53 kcal / 100g, and microbiological: counting of aerobic bacteria , *E. coli / Coliformes*, molds and yeast, constituting a nutritious product and source of energy and fiber, comparable with the quality of similar commercial products.*

Keywords: Energy bar, Pigeon Pea, Tassel Flower.

1. Introducción

El ritmo de vida acelerado, la falta de tiempo para la preparación de alimentos sanos, la disponibilidad a gran escala y a bajos precios de alimentos chatarra de bajo contenido nutritivo, desencadena en problemas de salud para los consumidores sin importar la edad.

Las barras energéticas son alimentos nutritivos, beneficiosos para la salud y ayudan a recuperar la energía gastada en las actividades diarias, es un producto dirigido a personas de diferentes edades que desean cuidar su salud (Badillo, 2011), al ser un producto de alto contenido proteico y energético están diseñadas para personas que realizan deportes intensos y prolongados con un mayor componente aeróbico, además, aportan la energía necesaria para mantener el calor corporal en condiciones ambientales adversas (Yenquen, 2016).

El amaranto (*Amaranthus caudatus*), es una planta anual, a nivel mundial China es el principal productor con 150 000 ha sembradas, le siguen India y Perú con 900 ha, Estados Unidos con 500

ha, en cuanto a la participación del mercado en exportaciones, Argentina representa el 49 %, Perú el 45,24 %, México el 3,02 %, Bolivia con 0,36 % y Ecuador con 0,25 %, según el MAGAP (2014), en el Carchi se cultiva el 6 % de dicho valor. Forma parte del grupo de los cereales, de alto valor nutritivo por su contenido de proteínas, aminoácidos esenciales como la lisina, rico en carbohidratos, fibra y minerales como fósforo, calcio y magnesio, contiene grasas saludables como escualeno y ácido linoleico (Marroquín, 2012).

En el Litoral ecuatoriano según datos del III Censo Agropecuario, hay sembradas 19.438 has de fréjol de palo o gandul (*Cajanus cajan*), en las provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos (Zambrano, 2010), en el Valle del Chota se encuentran sembradas 225 has con una producción de 14895 bultos anuales (Criban y Mina, 2012). Es una leguminosa de alto valor nutritivo que contiene entre 18 y 25% de proteínas y hasta un 32%, contiene numerosos oligoelementos y es una buena fuente de vitaminas solubles como la tiamina, la riboflavina, la niacina y la cholina (Zambrano, 2010).

La mezcla de cereales y leguminosas constituyen una fuente de proteína vegetal que puede sustituir a la proteína animal, el uso de estas materias primas permitirá contribuir con la transformación de la matriz productiva según el Plan Nacional del Buen Vivir, con ello se aprovecha las nuevas oportunidades que tanto la ciencia como la industria pueden aportar para mejorar la calidad de vida, mediante la elaboración de productos innovadores y nutritivos.

Tomando en cuenta estos antecedentes, el objetivo de esta investigación es evaluar los parámetros sensoriales, físico químicos y microbiológicos de barras energéticas enriquecidas con guandul (*Cajanus cajan*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*) con diferentes formulaciones.

2. Materiales y métodos

Para la elaboración de las barras energéticas se debe cumplir con lo establecido en el reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública (ARCSA-DE-067-2015-GGG).

En agosto del 2014 se compró 2 kg de guandul seco en el Valle de la Chota provincia de Imbabura – Ecuador, 2 kg de amaranto reventado marca Kawsay en el supermercado Camary de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo - Ecuador, en el supermercado AKI de la ciudad de Tulcán provincia del Carchi – Ecuador se compró 1 kg de avena marca Quaker, 1 kg de dulce de higos de dulcería Arboleda, 500 g de glucosa de la casa de los Químicos, 500 g de mantequilla de la Fabril, 500 g de miel de abeja Terrafertil S.A., 1 kg de azúcar Valdez y 500 g de nuez de Valparaíso – Chile importado por Medina, previo a la adquisición se revisó que la etiqueta de los productos cumplan con lo establecido en NTE INEN 1334-1 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano, asegurando la calidad de los mismos.

Los insumos se llevaron al laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en el caso del guandul se sometió a una clasificación previo su uso, retirando los granos en mal estado y partículas extrañas, dichos insumos se almacenaron hasta la elaboración de las barras energéticas.

Elaboración de las barras energéticas

Se consideraron cinco tratamientos en función de la cantidad de guandul y amaranto como se detalla la Tabla 1.

Tabla 1

Porcentaje del contenido de guandul y amaranto en los diferentes tratamientos

Ingredientes	T1(%)	T2(%)	T3(%)	T4(%)	T5(%)
Guandul	100	75	50	25	0
Amaranto	0	25	50	75	100

El 56,36 % de las materias primas (avena, higos, glucosa, mantequilla, miel y nuez) se mantuvo constante y el 43,64 % (guandul y amaranto) se modificó según las formulaciones que se detallan en la Tabla 1. Para el pesaje se utilizó una Balanza gramera marca BOECO, modelo BBL54, de precisión 0,01 g y de capacidad 500 g, se dosificaron los insumos de acuerdo a los porcentajes establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2

Formulaciones de los tratamientos de las barras energéticas en porcentaje (%)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Guandul	43,64	32,73	23,32	10,91	0
Amaranto	0	10,91	23,32	32,73	43,64
Avena	14,54	14,54	14,54	14,54	14,54
Higos	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
Glucosa	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
Mantequilla	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
Miel	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
Nuez	7,27	7,27	7,27	7,27	7,27

Preparación del Guandul. - El guandul se colocó a remojo en agua, en proporción 1:2 (guandul: agua) por 24 horas, transcurrido este tiempo se retira el agua y se sometió a cocción en un Autoclave vertical marca All American, modelo 75X, en un recipiente que contenía agua en una proporción 1:1,5 (guandul: agua) y con 12 % de azúcar, la cocción se realizó por 55 min., a 1 kgf/cm² de presión y 120 °C, se lavó con agua y se eliminó el exceso de la misma con ayuda de un tamiz, luego se procedió a triturarlo en un procesador de alimentos marca Oster.

Preparación de la Avena. - La avena se colocó en un sartén de teflón y se calentó sobre una hornilla a 75 °C, se revolvió con una espátula por 10 min.

Mezclado. - En un recipiente limpio y seco se colocó las nueces e higos picados, la avena, el guandul y el amaranto según las formulaciones establecidas en la Tabla 2 y se mezclaron en forma uniforme.

Un recipiente de teflón se calentó sobre una hornilla a una temperatura de 60 °C, y se añadió la mantequilla, la miel y la glucosa hasta derretirlas, luego se incorporó la mezcla anterior y se revolvió hasta conseguir una pasta homogénea. Se retiró del fuego y se amasó hasta obtener una pasta compacta que se pueda moldear.

Moldeado. - La masa a se colocó en los moldes y se prensó a 50 kgf/cm² por una hora, transcurrido este tiempo se procedió a retirar las barras energéticas de los moldes y se colocaron en una lata previamente engrasada.

Horneado. – En el Horno marca PROINGAL previamente calentado se hornearon las barras energéticas a 120 °C durante 40 min. se sacaron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente

en un lugar aséptico para evitar contaminaciones cruzadas.

Empacado. - Las barras energéticas de los diferentes tratamientos se empacaron al vacío como se indica en la Figura 1, la asepsia en esta etapa es importante ya que la barra energética fría puede ser susceptible a una contaminación cruzada.

Etiquetado. – De los datos del análisis físico químico del tratamiento con mayor aceptación sensorial se construyó la Tabla de información nutricional y el sistema gráfico o semáforo nutricional como se muestra en la Figura 3, para lo cual, se consideró la información de NTE INEN 1334- 1 y 2, 2011 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano, y el Acuerdo Ministerial 4522 Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el consumo Humano. En dichas cajas se colocaron las barras energéticas enriquecidas con Guandul (*Cajanus cajan*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*), para ser almacenadas.



Figura 1. Barras energéticas elaboradas en los cinco tratamientos



Figura 2. Empaque para Barras energéticas de guandul y amaranto

Almacenado. – Las barras energéticas se almacenaron a temperatura ambiente en el laboratorio hasta que se proceda a realizar el análisis sensorial, físico químico y microbiológico.

Análisis del producto terminado. – Las muestras de las barras energéticas elaboradas fueron sometidas a los diferentes análisis físicos químico y microbiológico, para lo cual se utilizaron los equipos, materiales y reactivos con los que cuenta el laboratorio de Control de Calidad de la UPEC, en la Tabla 3 se detalla el análisis realizado y el método de ensayo utilizado.

Información Nutricional	
Tamaño por porción: 20g	
Tamaño por envase: 3	
Cantidad por porción	
Energía (Calorías):	293kJ (70 kcal)
Calorías de Grasa	59kJ (14 kcal) (Cal. Calorías)
* % Valor Diario	
Grasa Total 2g	3%
Carbohidratos	4%
Totales 12g	
Fibra dietética 2g	
Proteína 2g	2%
*Porcentajes de Valores Diarios basados en una dieta de 8380 kJ (2000 calorías).	



Figura 3. Tabla de información nutricional y semáforo de la barra energética enriquecida con guandul y amaranto (T4)

Tabla 3

Metodología para el análisis físico químico y microbiológico de las barras energéticas

Tipo de Análisis	Método de Ensayo	Método de referencia
Sensorial	Índice de calidad	AOAC, Ed. 18.2005, 950.46B
Humedad	Gravimetría	AOAC, Ed. 18,2005, 925.10; NTE INEN 518
Proteína	Kjeldahl	AOAC, Ed. 18,2005, 920.87
Grasa	Soxhlet, gravimetría	AOAC, Ed. 18,2005, 920.85
Ceniza	Incineración, gravimetría	AOAC, Ed. 18,2005, 923.03; NTE INEN 520:2003
Fibra	Hidrólisis, gravimetría	NTE INEN 522:2013
Calorías	Cálculo	Cálculo
Carbohidratos totales	Cálculo	Cálculo
Microbiológico	<i>Aerobios mesófilos</i> , Petrifilm	AOAC. Ed.18,2005 990.12, 986.33
	<i>Coliformes y E. Coli</i> , Petrifilm	AOAC. Ed.18,2005 991.14
	<i>Mohos y levaduras</i> Petrifilm	AOAC. Ed.18,2005 997.02

Estadística inferencial

Variables cuantitativas

Para las variables cuantitativas se estableció un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, ninguno de los dos factores en estudio se consideró “exógeno” a los tratamientos (H. Saltos 1993). Con los datos obtenidos en los análisis que se hace referencia en la Tabla 3 se levantó el Análisis de Varianza con su respectiva prueba de Tukey, para identificar la relación de los cinco tratamientos con los valores de las pruebas físico químicas: humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra, carbohidratos totales y energía total.

Tabla 4

Esquema del ANAVAR para las determinaciones físico químicas

Fuentes de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Tratamientos	4
Error experimental	15
Total	19

En la Tabla 4 se detalla el esquema del análisis estadístico, para hallar la diferencia de los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de comparación de Tukey al 5 %.

Para variables cualitativas

Para la evaluación sensorial se consideró un diseño en bloques al azar, por ello se realizó la prueba de Friedman para comparar los tratamientos evaluados en cada uno de los atributos sensoriales: apariencia, color, olor, textura, sabor y el producto en general. Se utilizó esta prueba por que se apropia a la escala de medida de las variables en estudio, las cuales son ordinales y cada catador degustó todas las muestras, por tanto, cada catador constituye un bloque. Las pruebas de comparaciones múltiples se realizaron para comparar los tratamientos y también para verificar si las apreciaciones de los catadores presentaron diferencias significativas. Se utilizó un nivel de significación de 0,05 y el programa Infostat

3. Resultados y discusión

Variables cuantitativas

Humedad

El valor de $p<0,0001$ del ANAVAR indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en la Tabla 5, se puede evidenciar que las medias de los cinco tratamientos se encuentran en diferentes rangos, notándose que T5 presenta el menor contenido de humedad 7,79 % valor que se encuentra dentro del límite establecido en la Norma NTE INEN 2595:2011, 2011 “Granola – Requisitos”, el producto con mayor contenido de humedad fue T1 con 28,66 %, lo que hace deducir que en las muestras evaluadas a mayor contenido de guandul el producto elaborado presentó mayor contenido de humedad esto se debe a que el grano de amaranto reventado presenta un bajo porcentaje de humedad del 12 al 14% (Sáenz, 2016), por lo que la barra energética que tiene un mayor contenido de amaranto presentó menor contenido de humedad. Comparado con los valores presentados por Peñafiel (2013) 5,4 % de humedad de las barras energéticas de amaranto reventado elaboradas en su investigación; la diferencia se debe a la divergencia de la tecnología en el procesamiento de las barras energéticas. Siendo mucho mejor porcentajes bajos de humedad para la prevención de crecimiento de microorganismos perjudiciales como la de mohos y levaduras.

Tabla 5

Prueba de Tukey para la humedad

Tratamiento	Media	Rangos
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	7,79	A
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	9,33	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	18,41	C
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	21,77	D
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	28,66	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)**Proteína**

El valor $p<0,0001$ en el ANAVAR indicó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en la Tabla 6 se establece que las medias de los cinco tratamientos se encuentran en rangos diferentes, siendo T4 el que contiene más proteína con 8,12 %, lo cual lo hace más atractivo para el consumidor. La cantidad de proteína contenida en los productos de los cinco tratamientos fluctuó entre 7,4 % a 8,12 % valores que se encuentran dentro del rango de las barras energéticas comerciales (6% a 12%). Las proteínas que resultan de la mezcla cereales - leguminosas se considera completa en cuanto al contenido de aminoácidos, hay que destacar que el aporte calórico de dicha biomolécula es de 9 kcal/g (Sáenz, 2016).

Tabla 6

Prueba de Tukey para proteína

Tratamiento	Media	Rangos
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	7,40	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	7,51	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	7,71	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	8,04	D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	8,12	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)**Grasa**

El valor $p<0,0001$ en el ANAVAR indicó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en la Tabla 7 se determina que las medias de los cinco tratamientos se encontraban en rangos diferentes, donde T3 contiene 10,52 % de grasa y T1 5,45 %, de lo cual se deduce que a mayor cantidad de amaranto presente en las barras energéticas analizadas, mayor es el contenido de grasa, lo cual se debe a que el contenido de grasa es mayor en el amaranto de 6,1 a 8,1 % que en el guandul 1,3 %. Las grasas son una fuente importante de energía, pues cada gramo de lípidos genera 9 kcal (Badui, 2004).

Tabla 7

Prueba de Tukey para proteína

Tratamiento	Media	Rangos
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	5,45	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	7,59	B
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	7,77	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	10,23	D
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	10,52	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Cenizas

El valor $p=0,0002$ del ANAVAR indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el contenido de cenizas, lo cual se correlaciona con los valores detallados en la Tabla 8, donde las medias de los cuatro tratamientos se encuentran en el rango A, los valores detallados se encuentran dentro de los valores reportados en las barras que se encuentran en el mercado de 1 a 1,9 %. En las cenizas se encuentran minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio, y zinc, muy importantes para el aporte de una dieta balanceada (Ochoa, 2012).

Tabla 8

Prueba de Tukey para cenizas

Tratamiento	Media	Rangos
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	0,99	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	1,04	A
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	1,06	A
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	1,10	A
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	1,36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Fibra

El valor de $p<0,0001$ del ANAVAR determina que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo cual se corrobora con los datos detallados en la Tabla 9 ya que las medias de los cinco tratamientos se encuentran en rangos diferentes, siendo T5 el que contiene un mayor porcentaje de fibra 12,41 %, valor comparable con los presentados por: Lascano (2013) cuya barra energética elaborada en su investigación presentó un contenido de fibra del 11 %, el alto contenido de fibra hace más atractivo el consumo de barras energéticas ya que la fibra absorbe el agua (hasta 5 veces su peso) acelerando el tránsito intestinal lo cual permite eliminar el colesterol y ciertas sales biliares, ayudando a disminuir la cantidad de glucosa y ácidos grasos en la sangre, además de dar una impresión de saciedad, obligando a reducir la cantidad de alimentos ingeridos (INTI 2011). De los datos obtenidos de las muestras se deduce que a mayor cantidad de amaranto presente en la barra energética mayor contenido de fibra en el producto terminado, ya que el contenido de fibra es mayor en el amaranto de 3 a 5 % que en el guandul 1,3% (Zambrano, 2010) (Marroquín, 2012).

Tabla 9

Prueba de Tukey para fibra

Tratamiento	Media	Rangos
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	4,08	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	8,08	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	10,24	C
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	12,15	D
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	12,41	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Carbohidratos Totales (CHT)

De acuerdo al valor $p<0,0001$ del ANAVAR se establece que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en la Tabla 10 se indica que las medias se encuentran en rangos diferentes, donde la mayor cantidad de carbohidratos totales presentó T4 con 61,53 %, contenido similar al de la barra energética de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) expandida enriquecida con concentrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*) cuyo valor fue de 60,9 % (Yenque, 2016) y con 58,87 % de la barra energética de moringa, quinua y amaranto (Velastegui, 2016), el aporte de energía de los carbohidratos es de 4 kcal/g (Badui, 2004).

Tabla 10

Prueba de Tukey para carbohidratos totales

Tratamiento	Media	Rangos
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	52,06	A
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	53,42	B
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	54,01	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	60,17	D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	61,53	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Energía Total

El valor $p<0,0001$ en el ANAVAR indicó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, lo cual se correlaciona con lo que se detalla en la Tabla 11 ya que los cinco tratamientos se encuentran en rangos diferentes, siendo T5 con 364,91 kcal/100g el producto que aporta con la mayor cantidad de energía, valor comparable a los obtenidos por: Velastegui (2016) que fue de 432,3 kcal/100g; 427,01 kcal/100g de la barra energética elaborada por Veloz (2015) y 442,42 kcal/100g de la barra energética obtenida por Lascano (2013), dichos valores contribuyen a afianzar el nombre de barras energéticas a este tipo de productos alimenticios.

Tabla 11

Prueba de Tukey para energía

Tratamiento	Media	Rangos
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	292,33	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	314,39	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	333,76	C
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	348,53	D
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	364,91	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Análisis Microbiológicos

Para determinar la inocuidad de los productos elaborados se realizó el análisis microbiológico según lo que se indica en la Tabla 3, los resultados se reportan en la Tabla 12, dichos valores se encuentran dentro de lo establecido en la norma de referencia NTE INEN 2595: 2011 “Granola – Requisitos”, por lo que dichos productos se consideran de buena calidad, inocuos y aptos para el consumo humano.

Tabla 12
Resultados del análisis microbiológico de las barras energéticas

Tratamiento	Unidad	Recuento Total de Aerobios Mesófilos	Resultado	
			E. coli /Coliformes	Levaduras y Mohos
Norma NTE INEN 2595:2011	<i>ufc/g</i>	10^4	10	10^2
T1	<i>ufc/g</i>	<10	<10	<10
T2	<i>ufc/g</i>	<10	<10	<10
T3	<i>ufc/g</i>	<10	<10	<10
T4	<i>ufc/g</i>	<10	<10	<10
T5	<i>ufc/g</i>	<10	<10	<10

Variables cualitativas

El análisis sensorial se realizó considerando las características organolépticas de los productos de los cinco tratamientos, para lo cual 30 catadores seleccionados evaluaron atributos como: apariencia, color, olor, textura, sabor y el producto en general; dichas características fueron ponderadas para su análisis estadístico en una escala hedónica de cinco puntos (1=muy desgradable, 2=desgradable, 3=ni agradable ni desgradable, 4=agradable, 5=muy agradable).

Atributo Apariencia

El valor de $p<0,0001$ en la prueba de Friedman determina que las muestras evaluadas son estadísticamente diferentes a un nivel de significancia del 5 %. En la Tabla 13 se indica que los tratamientos se encuentran en rangos diferentes, se nota que el producto de mayor aceptación en cuanto al atributo apariencia es T4 con una calificación de 137,50 puntos, la percepción de los catadores en promedio fue de 4,58 puntos, muy agradable, cabe destacar que la apariencia de un producto es un factor inicial determinante al momento de la elección de un producto.

Tabla 13
Prueba de Friedman para el atributo apariencia

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	57,00	1,90	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	66,50	2,22	A B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	82,00	2,73	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	107,00	3,57	D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	137,50	4,58	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Atributo color

El valor $p<0,0001$ en la prueba de Friedman establece que las muestras evaluadas son estadísticamente diferentes, lo cual se evidencia en la Tabla 14, ya que los promedios se encuentran rangos diferentes, el producto que presenta una mayor aceptación por los catadores en cuanto al color es el T4 con 134,00 puntos. En el aspecto visual de un alimento el color es muy importante al momento

de su selección, usualmente el color de un alimento tiene relación directa con su composición físico – química, con las materias primas o el tiempo de vida útil, la percepción en promedio de los cataadores fue de 4,47 puntos, muy agradable.

Tabla 14

Prueba de Friedman para el atributo color

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	49,50	1,65	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	70,50	2,35	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	90,50	3,02	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	105,50	3,52	D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	134,00	4,47	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Atributo olor

El valor de $p=0,0006$ en la prueba de Friedman determina que las muestras evaluadas no son estadísticamente diferentes, en la Tabla 15 se indica que T2, T5 y T3 comparten los rangos A y B siendo similares en el olor, el producto de mayor aceptación es T4 con una valoración de 114,50 puntos. El olor es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas de los alimentos, esta percepción ayuda a determinar el estado de un alimento su frescura y aceptación del mismo.

Tabla 15

Prueba de Friedman para el atributo olor

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	75,00	2,50	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	78,00	2,60	A B
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	90,00	3,00	A B C
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	92,50	3,08	A B C D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	114,50	3,82	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Atributo textura

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 16 se determina que T4 con un puntaje de 3.88 que corresponde a agradable en cuanto a la textura que presenta dicho producto y T1 se encmarca como desgradable. La textura responde al conjunto de propiedades que se derivan de la especial disposición que tienen entre si las partículas que integran los alimentos.

Tabla 16

Prueba de Friedman para el atributo textura

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	60,00	2,00	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	80,00	2,67	B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	88,00	2,93	B C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	105,50	3,52	C D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	116,50	3,88	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Atributo sabor

Según los valores detallados en la Tabla 17 los catadores evalúan de manera similar a los productos de T2, T3 y T5, compartiendo los rangos B y C. El producto de T4 es el de mayor aceptación con un puntaje de 129,50; la percepción de los catadores en promedio fue de 4,30 puntos, agradable.

Tabla 17

Prueba de Friedman para el atributo sabor

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	63,00	2,10	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	77,00	2,57	A B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	87,50	2,92	B C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	93,00	3,10	B C D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	129,50	4,32	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Producto en general

De acuerdo a los datos de la Tabla 18 se establece que las cinco muestras evaluadas son estadísticamente diferentes, donde T1 y T2 comparten el rango A y T3 y T5 comparten el rango C. En el rango E y con el puntaje más alto 122,50 se encuentra el producto de T4 con una media de 4,08 puntos. La valoración del producto en general reúne los atributos de apariencia, color, olor textura y sabor en uno solo como aceptabilidad del producto como tal, el consumidor realiza esta valoración ya que atiende a su propia escala interna de apreciación del producto.

Tabla 18

Prueba de Friedman para el producto en general

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	Rango
T1(43,64% Guandul + 0,00% Amaranto)	69,00	2,30	A
T2(32,73% Guandul + 10,91% Amaranto)	70,50	2,35	A B
T3(23,32% Guandul + 23,32% Amaranto)	92,50	3,08	C
T5(0,00% Guandul + 43,64% Amaranto)	95,50	3,18	C D
T4(10,91% Guandul + 32,73% Amaranto)	122,50	4,08	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

4. Conclusiones

Como conclusiones del presente trabajo de investigación “Evaluación de la barra energética enriquecida con Guandul (*Cajanus cajan*) y Amaranto (*Amaranthus caudatus*)”, es importante mencionar que:

- Los valores de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra, carbohidratos totales y energía total dependen de los componentes y cantidades utilizados en la preparación de las barras energéticas.
- El producto de mayor aceptabilidad por parte del grupo de catadores fue la barra energética T4 (10,91 % Guandul + 32,73 % Amaranto), ya que dicho producto presentó preferencia en función a los atributos sensoriales como: color, olor, textura y sabor en uno solo como aceptabilidad del producto, lo que provoca el deseo de una persona para adquirir y consumir el producto.
- El tratamiento T4 fue el más aceptado por el grupo de catadores, nutricionalmente todos los tratamientos presentan valores que se enmarcan dentro de los reportados en las barras que se encuentran en el mercado.
- un contenido de: carbohidratos totales 61,53 %; proteína 8,12 %; grasa 7,77 %; cenizas 1,10 %; humedad 9,33 %; energía 348,53 kcal/100g y alto contenido de fibra 12,15 %; dichos valores son comparables con los datos de productos elaborados en investigaciones similares. Valores que se encuentran dentro de los requisitos establecidos en la normativa vigente NTE INEN 2595:2011 “Granola – Requisitos”.
- Los resultados del análisis microbiológico de las barras energéticas demostraron que durante la preparación se cumplió con los parámetros de BPM, dando como resultado productos inocuos que se enmarcan dentro del nivel de buena calidad y apto para el consumo humano.

5. Recomendaciones

- El guandul como ingrediente debe ser cocido y triturado ya que al colocarlo entero este no presenta una apariencia agradable en la barra energética.
- Conviene empacar al vacío las barras energéticas para prevenir la oxidación acelerada de los lípidos constituyentes del producto.
- Trabajar bajo parámetros estrictos de Buenas Prácticas de Manufactura para asegurar la calidad e inocuidad de los productos elaborados.
- Desarrollar una estrategia de marketing para llegar la comercialización de barras energéticas.

6. Referencias bibliográficas

ARCSA 067. «Normativa técnica sanitaria para alimentos procesados, plantas procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización, transporte y establecimientos de alimentación colectiva.» Quito, 2015.

Badillo Bustamante, María José. «Elaboración de una barra energética con cereales como: avena, cebada y trigo, adicionando espirulina y ciruela pasa.» Trabajo de titulación, Quito, 2011.

cimpa.s.a.s. «Glucosa ficha técnica.» Ficha técnica, 2014.

- Coello, Karín. «*Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social.*» Tesis Doctoral, Guayaquil, 2011.
- Cribián Folleco, Amanda del Pilar, y Margoth Marilú Mina Acosta. «*Estudio de factibilidad para la creación de una micoempresa en el Valle del Chota, dedicada a la producción y comercialización de Fréjol Guandul.*» Informe de Incorporación, Ibarra, 2012.
- FAO. *Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol en alimentos.* Diciembre de 1997. <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s16.htm> (último acceso: 15 de Septiembre de 2013).
- Inarritu , M., y L. Vega. «*Las barras de cereales como alimento funcional en los niños.*» Revista mexicana de Pediatría, 2001: 8-9.
- INTI. «Programa Pruebas de Desempeño de Productos (Barritas de cereal).» *Trabajo de investigación*, Ministerio de Industria Secretaria de Industria y Comercio, Argentina, 2011.
- Lascano, Alexandra. «*Aprovechamiento de los residuos industriales de uvilla (*Physalis peruviana*) para la elaboración de barras energéticas en la asociación artesanal tierra productiva.*» Tesis Doctoral, Ambato, 2013.
- Marroquín Santamaría, Cecilia Alejandra. «*Formulación y aceptabilidad de barras de amarnato para población escolar.*» Informe de titulación, Quetzaltenango, 2012.
- NTE INEN 1334-2. «*Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos.*» Norma INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 2011.
- NTE INEN 2595:2011, y NTE INEN 2595. «*Granolas. Requisitos.*» Norma INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 2011.
- Ochoa Saltos, Catherine Lorena. «*Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Capari.*» Informe de titulación, Riobamba, 2012.
- Saenz Cardon, Yvis. «*Propuesta para mejorar la calidad de los procesos de elaboración de los productos dmiel procesada y barras energéticas de la empresa Coraca - RI.*» Informe de tesis, La Paz, 2016.
- Saltos, Héctor. Diseño Experimental. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 1993.
- Yenquen Morales, Karen Sarahy. «*Formulación y caracterización de barras energéticas de kiwicha (*Amarantus caudatus*) expandida enriquecidas con concetrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*).*» Informe de titulación, Piura, 2016.
- Zambrano Mendez, William Johnmarx. «*Análisis de la cadena de valor en el cultivo de frejol de palo (*Cajanus cajan*) en la zona sur de la provincia de Manabí.*» Informe de titulación, Santa Ana, 2010.