
CONTRIBUCIÓN DE LA CHIGA (*Campsiandra comosa*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA BARRA NUTRICIONAL**(CONTRIBUTION OF THE CHIGA (*Campsiandra comosa*) IN THE FORMULATION OF A BAR NUTRITION)****Victor Villamizar, Gabriel Cravo, Llelysmar Crespo y Álvaro López**

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela. villamizarvic@gmail.com, cravo50@gmail.com, llely.crespo@gmail.com, alvaroluislopezcaastro@gmail.com.

Recibido: 15-02-18 Aceptado: 21-05-18

RESUMEN

Una barra nutricional es conocida comúnmente como una masa moldeada, compuesta por cereales de distintos tipos, en algunos casos con algún tratamiento previo, como inflado, tostado, entre otros., y puede incluir semillas, trozos de fruta, miel en su mayoría. Asimismo en la agroindustria representa un suplemento alimenticio, que permite reemplazar una fuente de energía alimenticia por carbohidratos complejos. Con esta motivación, a través de la presente investigación se pretendió determinar la contribución de la chiga (*Campsiandra comosa*) en la formulación de una barra nutricional para atletas de alto rendimiento. Para ello se caracterizó física, química y microbiológicamente la chiga, luego se diagnosticaron los factores significativos del proceso de producción de la barra nutricional para atletas de alto rendimiento a base de chiga, posteriormente se diseñó el arreglo de tratamientos óptimos hipercubo latino escalable para su proceso de producción, seguidamente se optimizó vía simulación las condiciones operativas del proceso de producción. Posteriormente se evaluó sensorialmente la barra nutricional y se estableció su eficiencia, a fin de demostrar que la chiga le confiere a la barra un excelente aporte de carbohidratos por el orden del 72,09%, dicho valor es de suma importancia debido a que los atletas de alto rendimiento necesitan ingerir los mismos para que su sistema digestivo convierta estos hidratos de carbono en glucosa (azúcar en la sangre), azúcar empleada como energía para las células, tejidos, órganos y músculos.

Palabras clave: Chiga, rendimiento, hipercubo latino.

SUMMARY

A nutritional bar is commonly known as a molded mass, composed of cereals of different types, in some cases with some prior treatment, such as puffing, roasting, among others, and may include seeds, pieces of fruit, honey in its majority. Likewise, in the agroindustry it represents a nutritional supplement, which allows to replace a source of food energy with complex carbohydrates. With this motivation, through the present investigation it was intended to determine the contribution of the chiga (*Campsiandra comosa*) in the formulation of a nutritional bar for high performance athletes. The chiga seeds was chemical, physical and microbiologically characterized, then the significant factors of the nutritional bar production process were diagnosed for high performance athletes based on chiga, afterwards the arrangement of optimal treatments was designed, hypercube latino escalable for its process of production, then the operating conditions of the production process were optimized via simulation. Later the nutritional bar was sensory evaluated and its efficiency was established to demonstrate that chiga gives the bar an excellent carbohydrate contribution in the order of 72,09%. This value is of great importance because the high athletes performance need to ingest them so that their digestive system converts these carbohydrates into glucose (sugar in the blood), sugar used as energy for cells, tissues, organs and muscles.

Keywords: Chiga, performance, Latin hypercube.

INTRODUCCIÓN

Entre los numerosos factores que contribuyen al éxito en el deporte, se incluyen el talento, el entrenamiento, la motivación y la resistencia a lesiones. Siempre que compiten jugadores de talento, motivados y bien entrenados, el margen entre la victoria y la derrota a menudo es mínimo. La atención en cada detalle puede suponer esa diferencia vital, y la nutrición es un elemento clave de la preparación del deportista disciplinado (COI, 2012).

En efecto la adecuada nutrición en un deportista es vital, debido a que esta contribuye al buen desempeño y rendimiento en las pruebas que su deporte le demande diariamente (Ubico, 2017).

En ese mismo sentido Castellanos (2014), indica que la alimentación debe de ser suficiente para aportar las calorías necesarias por programa de entrenamiento lo cual permita un progreso en el rendimiento del atleta. En la alimentación del atleta se debe evitar pasar más de 5 horas sin comer con el fin de prevenir el catabolismo, por lo cual se necesitan como base 3 comidas principales y entre 1-3 meriendas. Esto para asegurar que la proteína de la musculatura no sea empleada como combustible. En este propósito en los últimos años se ha dado énfasis al diseño de diferentes productos, y particularmente alimentos que aportan una fuente cómoda de nutrientes fáciles de consumir, cuando no haya alimentos cotidianos disponibles o no sea práctico comerlos (Arruti *et al.*, 2015).

En relación con este último cuando éstos se diseñan, lo fundamental es tener en cuenta que van dirigidos a seres humanos y, en consecuencia, deben satisfacer las expectativas de sus consumidores y su accesibilidad económica, sin olvidar su valor nutricional. Sobre la base de las consideraciones anteriores los frutos secos (maní, ajonjolí, almendras, entre otras) han formado parte de la alimentación desde hace miles de años, desde el punto de vista nutricional a pesar del elevado contenido en lípidos, poseen una composición muy adecuada en cuanto a sus ácidos grasos insaturados, son fuente de proteínas, fibra, vitamina E, ácido fólico, minerales y compuestos con características funcionales, además destacan por su elevado contenido energético, siendo en promedio 560 y 640 kcal por cada 100 gramos. De igual manera en estudios epidemiológicos se demuestra que los frutos secos presentan beneficios sobre la salud, relacionando su consumo con una menor incidencia del riesgo a padecer enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes tipo II y obesidad (Luna y Guerrero, 2010).

En este mismo orden y dirección la chiga, Guamo chigo, Acapurana, pertenece a la familia de las leguminosas (*Caesalpiníaceas*), es originario de la cuenca Amazónica, propio de lugares húmedos e inundados, y se encuentra frecuente a lo largo de los ríos. Las grandes legumbres que produce figuran, hasta el presente, como frutos silvestres, sólo aprovechados por los nativos de la región que al procesarlo y convertirlo en harina evidencian un alto contenido de carbohidratos y proteínas de gran utilidad al momento de ser empleado en la formulación de una barra nutricional variada, rica en nutrientes, que cubra las necesidades energéticas que aseguren una ingesta adecuada de todas las vitaminas y los minerales esenciales, a fin de soportar un entrenamiento

intenso, constante, a la vez que reduzca los riesgos de enfermedad.

Hechas las consideraciones anteriores con esta motivación a través de la presente investigación se pretende determinar la contribución de la chiga (*Campsiandra comosa*) en la formulación de una barra nutricional para atletas de alto rendimiento.

METODOLOGÍA

Esta investigación se encuentra enmarcada según Hurtado (2012), dentro del tipo exploratoria, debido a que la misma contempla la investigación de un tema poco conocido, vago, o escasamente definido por la carencia de conocimiento del momento, como es el caso del empleo de la chiga, fruto silvestre poco explotado a nivel industrial, obtenido a orillas del río Matiyure, municipio Achaguas, estado Apure.

Población y Muestra

La población de la investigación consistió en 565 gr, provenientes de la mezcla de ajonjolí, maní, agua, chiga, almendra, miel y proteína, que constituyen la fórmula estructurada nutricionalmente. Asimismo la muestra estuvo compuesta por el producto terminado tipo barra y representado por cantidades de 35 gr.

Después de las consideraciones anteriores la investigación se desarrolló mediante las siguientes fases:

Fase I. Caracterización física, química y microbiológica de la chiga. En esta fase se realizaron análisis físicos como granulometría, posteriormente los análisis químicos que comprenden, pH, °Brix, acidez, proteína, grasas, humedad, carbohidratos entre otros. Así mismo entre los microbiológicos se encuentra coliformes totales, mohos y levaduras.

Fase II. Se diagnosticaron los factores significativos del proceso de producción de la barra nutricional para atletas de alto rendimiento a base de chiga. En esta etapa de la investigación se realizó la operacionalización de las variables para dividir las en variables dependiente e independientes que serán el insumo para la matriz "D" de diseño hipercubo latino, cuando se varían las dosis de las variables independientes.

Fase III. Se diseñó el arreglo de tratamientos óptimos hipercubo latino escalables para el proceso de producción de una barra nutricional para atletas de alto rendimiento a base de chiga. Se empleó el diseño método hipercubo Latino (LatinHypercube) debido a que maximiza la distancia mínima entre los puntos de diseño (igual espaciamiento de los niveles de cada factor). En esta fase se procedió a la elaboración de la barra nutricional bajo condiciones de diseño, para ello se tomó la muestra sólida de chiga, a fin de triturarla y molerla hasta obtener una harina, al mismo se trituraron los demás ingredientes con la finalidad de unificarlos con la miel (según porcentajes obtenidos en la matriz de diseño), empleando un mezclador de paleta rotativa hasta lograr una masa homogénea, que representa el insumo en la etapa de moldeado. En esta etapa se utilizó un modelo rectangular de acero inoxidable con dimensiones de 5x2.5 cm con la finalidad de conformar una barra nutricional 35 gramos, que se llevó al horno a una temperatura de 250°C por 15 minutos, para luego dejar reposar y proceder a la medición de las respuestas

Fase IV. Optimización vía simulación de las condiciones operativas del proceso de producción de una barra nutricional

valores de las respuestas medidas, insumos importantes para el modelo de la barra nutricional.

Trt	h2o (ml)	Maní (g)	Chiga (g)	Miel (ml)	Alme ndra (g)	Ajonj olí (g)	Proteí na (g)	Ph [+]	Hum. (%)	Grasa (%)	Proteí na (%)	POR (mv)
1	2,44	5,00	10,63	3,25	4,89	4,60	7,94	5,11	13,18	20,46	16,629	55,75
2	2,80	5,90	9,93	3,67	4,52	4,87	7,80	5,48	13,50	21,13	16,429	55,33
3	2,62	5,49	9,47	4,18	4,95	4,67	8,19	5,05	13,62	20,85	16,351	54,82
4	2,53	6,23	10,40	3,84	4,31	4,00	7,98	5,69	13,53	20,10	16,543	55,16
5	3,33	5,08	10,87	4,01	4,68	4,47	7,91	5,32	14,33	19,29	15,943	54,99
6	2,89	5,57	11,80	3,00	4,41	4,33	7,87	5,59	13,89	19,59	16,560	56,00
7	2,18	6,15	11,33	3,42	4,73	4,93	8,22	5,27	13,18	21,06	16,878	55,58
8	2,71	5,33	9,70	3,47	4,47	4,80	8,29	5,53	13,71	20,77	16,669	55,83
9	3,24	5,41	9,23	3,76	4,20	4,13	8,14	5,80	14,34	19,08	16,471	55,24
10	2,35	5,25	10,17	4,26	4,25	4,73	8,01	5,75	13,75	19,96	16,403	55,47
11	2,00	5,82	12,50	4,09	4,63	4,53	7,84	5,37	14,00	20,51	16,814	55,18
12	2,57	5,15	10,39	3,38	4,38	4,40	8,18	5,27	13,72	20,57	16,566	55,24
13	2,69	6,07	11,10	3,84	5,00	4,07	8,08	5,00	13,09	20,69	16,961	55,66
14	2,98	5,74	9,00	3,08	4,84	4,20	8,05	5,16	13,98	21,24	16,885	55,92
15	3,06	5,98	11,57	3,50	4,79	4,27	8,33	5,21	14,06	19,73	16,485	55,50
16	3,15	5,66	12,27	3,92	4,57	5,00	8,15	5,43	14,15	19,50	16,161	55,08

Tabla1. Arreglo de tratamientos y Respuestas.

Fuente: Autores, 2017

En la figura 1, se muestran condiciones alcanzadas para maximizar la producción de 19,96 g de barra nutricional a base de chiga para atletas de alto rendimiento, 16,814 g chiga, 9 condiciones a base de chiga. En esta fase, se empleó el programa SAS JMP 8, el módulo de regresión de superficie de respuesta y, para la optimización operativa el módulo de perfiles de respuesta y de deseabilidad, junto con el simulador del programa SAS JMP 8.

El conjunto de datos obtenidos, a través de las técnicas empleadas para el levantamiento de información y uso de instrumentos de recolección de datos, fue clasificado, verificado y cotejado. Se realizó el análisis bajo la condición de conceptos teóricos y definiciones propias del sistema, a fin de conocer el comportamiento y tendencias del proceso.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

El análisis físico realizado a la harina de chiga, mostró un producto con una finura tal que un 90% como mínimo logro pasar a través de un tamiz de 150 µm de abertura de malla, por lo que presenta condiciones apropiadas para ser combinada con los demás ingredientes que conformaran la barra nutricional. Por su parte, el análisis químico evidenció un valor de proteína: 15,31%; grasa: 0,14452 %; cenizas: 0,001 %; humedad: 13,5 y carbohidratos: 72, 09 %; que al ser comparados con lo que establece la norma Venezolana para harina de maíz precocida COVENIN 2135:1996, demuestran estar dentro de los rangos permitidos. Por su parte aunque la chiga tiene alta concentración de carbohidratos y proteínas, su baja actividad de agua restringe el crecimiento microbiano, es por ello que al realizar los análisis de coliformes totales, moho y levaduras no se encontró presencia de microorganismos.

En ese mismo se observa que dicha harina es rica en carbohidratos componente que un atleta de alto rendimiento debe ingerir en grandes cantidades al momento de realizar sus actividades físicas según lo demande cada disciplina deportiva, debido a que representan la fuente más importante para el cuerpo humano. En ese mismo sentido el sistema digestivo convierte estos hidratos de carbono en glucosa (azúcar en la sangre), esta azúcar es utilizada como energía para las células, tejidos, órganos y guarda cualquier azúcar extra en su hígado y músculos para cuando los necesite el cuerpo.

Seguidamente en la tabla 1, se muestra el arreglo de tratamientos, utilizando el algoritmo de muestreo hipercubo latino escalable (HL-S) del programa SAS JMP 8, con una semilla de aleatorización de 100.000; además se indican los

experimentales son de H₂O, 2,57 ml; Maní: 5,01 g; Chiga: 10,27 g; Miel: 3,60 ml; Almendra: 4,30 g; Ajonjolí: 5,00 g; Proteína: 7,80 g. Se obtiene una barra nutricional a base de chiga, con alrededor de 5,83 pH, con una humedad de alrededor de 13,66 %, un porcentaje de grasa de 20,11 %, un contenido proteico de 16,43 % y un potencial oxido reducción de 55,35 mV para las condiciones descritas. En este sentido cuando se formula

una barra nutricional, lo fundamental es tener en cuenta que va dirigido a seres humanos y, en consecuencia, deben satisfacer las expectativas de sus consumidores y su accesibilidad económica, sin olvidar su valor nutricional.

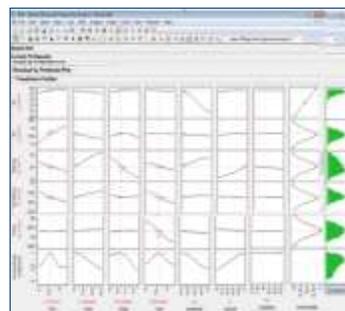


Figura 1. Condiciones de calidad alcanzadas para la barra nutricional.

En la figura 2 que muestra a continuación se observa que los r-cuadrados se encuentran por encima del 96%, reflejando que la bondad de ajuste del modelo, empleando red neuronal predice correctamente, por lo que le permite a las variables pH, humedad, grasa, proteína y POR que puedan explicar el proceso de formulación y elaboración de la barra nutricional a base de chiga para atletas de alto rendimiento.

comportamientos. Esta propiedad es utilizada para desarrollar el algoritmo que permita obtener modelos

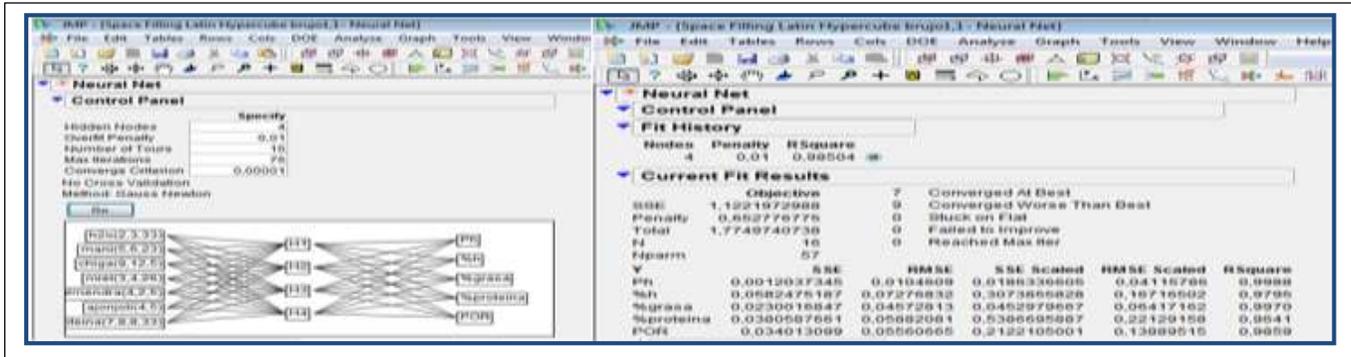


Figura 2. Red neuronal artificial, condiciones de entrenamiento y bondad de ajuste.

En la Figura 2, se puede observar que las condiciones experimentales de entrenamiento virtual del modelo fueron: 4 nodos ocultos, 0,01 de penalidad de sobre ajuste, 16 número de tour, 75 interacciones máximas, un criterio de convergencia de 0,00001, una validación cruzada, significando estos resultados que los pronósticos que se puedan hacer serán de alta confiabilidad y validez para la formulación de la barra nutricional a base de chiga empleada por los atletas de alto rendimiento.

CONCLUSIONES

Luego de los resultados obtenidos en el desarrollo de la presente investigación se han establecido las siguientes conclusiones:

- La chiga le confiere a la barra un excelente aporte nutricional y energético al mismo tiempo que afina sus características sensoriales. Asimismo la chiga es rica en carbohidratos por el orden de 72,09%, fuente que el cuerpo humano convierte en glucosa (azúcar en la sangre), azúcar que es utilizada como energía para las células, tejidos, órganos y músculos para cuando los necesite el cuerpo.
- Los arreglos de tratamientos hiper-cubo latino utilizados, permitieron ajustar modelos lineales aditivos de alto orden, con excelente bondad de ajuste, por lo que el modelo probabilístico describe el comportamiento de una variable (cantidad de chiga) y satisface las expectativas de sus consumidores (atletas de alto rendimiento) y garantiza su accesibilidad económica, sin olvidar su valor nutricional.
- Los modelos ajustados y la metodología de optimización vía simulación, permitieron encontrar (pronosticar) condiciones operativas óptimas para la formulación de la barra a base de chiga. En ese sentido, las redes neuronales empleadas como técnica de optimización presentan una gran ventaja en la aproximación de funciones y caracterización de

probabilísticos a partir de los datos experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruti, I.; Fernández, M.; Martínez, R.** 2015. Diseño y Desarrollo de una barra energética para deportistas de triatlón. *Enfermería: Cuidados Humanizados*. 4 (1): 27-31.
- Castellanos, C.** 2014. *Nutrición Deportiva*. Segunda edición. Guatemala. Editorial Universitaria Universidad de San Carlos de Guatemala.
- COI.** 2012. Comité Olímpico Internacional. *Nutrición para Deportistas*. [Documento en línea]. [Consulta 29/08/2017]. Disponible en http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/docareas_sociales/deporte_y_salud/guia_nutricion_deportistas.pdf
- Cubiro.** 2006. Revisión de literatura. Maní (*Arachis hypogaea*). [Consultado 22/08/2017]. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/348/4/03%20AGI%20198%20-%204%20REVISI%C3%93N%20LITERARIA.pdf>
- Hurtado, J.** 2012. *Metodología de la Investigación Holística*. Editorial Quirón, 4ta Edición. 1380 p.
- Luna, J., Guerrero, J.** 2010. Algunas características de compuestos presentes en los frutos secos y su relación con la salud. *Revista Científica Electrónica Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 1 (4): 37-48. [Consulta 31/08/2017]. Disponible en: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No4-Vol-1/Tsia-4\(1\)-Luna-Guevara-et-al-2010.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No4-Vol-1/Tsia-4(1)-Luna-Guevara-et-al-2010.pdf)
- SAS JMP 8.** 2012. Software SAS Institute Inc. JMP business unit SAS.JMP: John's macintosh program.
- The Math Works Inc.** 2008-a. *Fuzzy Logic Toolbox™ 2 Users Guide*. MATLAB ver 7.6.0.324.
- Ubico, J.** 2017. *Formulación de barras nutricionales dirigidas a deportistas guatemaltecos a partir de frutos secos y deshidratados*. Tesis de Grado. Asunción, Guatemala. 135 p.