

Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto.

Optimization of a mixture for the elaboration of granola based on Andean grain flakes, complying with the amino acids for adults.

Sandra Gissely Cabrera Pérez¹

Universidad Peruana Unión, Juliaca-Perú

sandracabrera@upeu.edu.pe

Thais Arleth Coanqui Zapana²

Universidad Peruana Unión, Juliaca-Perú

thais.coanqui@upeu.edu.pe

Carmen Rosa Apaza Humerez³

Universidad Peruana Unión, Juliaca-Perú

carmen271@upeu.edu.pe

Artículo Recibido: 17-10-22

Artículo Aceptado: 17-02-23

Resumen

Las necesidades nutricionales son una opción para diversos tipos de alimentos funcionales, como la granola a base de cereales andinos, siendo así una alternativa de snack saludable. El presente artículo tiene como objetivo en calcular, elaborar y analizar mezclas de granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha y avena) cumpliendo con el requerimiento proteico para un adulto. El método que se utilizó en esta investigación fue el PDCAAS, que depende de la composición proteica

1 Ingeniero de Alimentos. Especialista en Tecnología de los Alimentos. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2363-4981>

2 Ingeniero de Alimentos. Especialista en Calidad de los Alimentos. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8337-8364>

3 Ingeniero de Alimentos. Especialista en Tecnología de los Alimentos. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2860-3770>

de las hojuelas. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de acuerdo a la aceptabilidad de los consumidores fue la muestra 4 que contiene H. quinua 314 g., H. cañihua 154 g., H. kiwicha 338 g, y H. avena 193 g, las mezclas contienen la cantidad necesaria de aminoácidos esenciales según el patrón de referencia donde el límite mínimo y máximo de la lisina es 45-52 mg/g proteína, aminoácidos azufrados 22-39.36 mg/g proteína; treonina 23-30.4 mg/g proteína, triptófano 6-9.84 mg/g proteína. Los análisis proximales que se realizaron en las diferentes muestras dieron como resultado: Ceniza (1.7 a 2.1 %), Humedad (5-10 %), Aw (0.25 – 0.30 aw), Proteína (15.4 %), Grasa (32.2 %), fibra (5.2%) y el color influye en las distintas muestras. En conclusión, la granola elaborada cumple con los requerimientos de la FAO, que se realizó mediante cálculos del PDCAAS obteniendo 30 formulaciones, en la cual se optimizó, quedando así 6 formulaciones para los análisis sensorial y fisicoquímicos.

Palabras clave:

Hojuelas andinas, aminoácido esencial, PDCAAS, alimento funcional, granola

Abstract

Nutritional needs are an option for various types of functional foods, such as granola based on Andean cereals, thus being a healthy snack alternative. The objective of this article is to calculate, elaborate and analyze mixtures of Andean grains (quinoa, cañihua, kiwicha and oats) fulfilling the protein requirement for an adult. The method used in this research was the PDCAAS, which depends on the protein composition of the flakes. The results obtained in the sensory evaluation according to the acceptability of consumers was sample 4 containing H. quinoa 314 g., H. cañihua 154 g., H. kiwicha 338 g, and H. oats 193 g, the mixtures they contain the necessary amount of essential amino acids according to the reference standard where the minimum and maximum limit of lysine is 45-52 mg/g protein, sulfur amino acids 22-39.36 mg/g protein; threonine 23-30.4 mg/g protein, tryptophan 6-9.84 mg/g protein. The proximal analyzes that were carried out on the different samples gave as a result: Ash (1.7 to 2.1%), Moisture (5-10%), Aw (0.25 – 0.30 aw), Protein (15.4%), Fat (32.2%), fiber (5.2%) and the color influences the different samples. In conclusion, the elaborated granola meets the requirements of the FAO, which was carried out through PDCAAS calculations, obtaining 30 formulations, in which it was optimized, thus leaving 6 formulations for the sensory and physicochemical analyses.

Keywords:

Andean flakes, essential amino acid, PDCAAS, functional food, granola.

Introducción

En los últimos años se han generado problemas de nutrición es por ellos que la industria alimentaria ha desarrollado productos modificando el contenido del alimento, en la actualidad hay una gran aceptación a los productos saludables y nutritivos, ya que favorece al cuidado de las personas que padecen sobrepeso, problemas cardiovasculares, diabetes, etc. (Casale y Longhi, 2017). Los alimentos funcionales aportan uno o más compuestos bioactivos que mejoran las funciones fisiológicas en el organismo, estos ayudan a la reducción de enfermedades crónicas, un alimento funcional no cura, sino que previene, dependiendo si la alimentación es equilibrada y saludable (Cáez y Casas, 2007). Los productos elaborados a base de cereales (granolas, barras energéticas, etc.) son considerados alimentos funcionales, ya que aportan nutrientes al organismo, así mismo son una saludable alternativa como snack, desayunos y también a aquellos que no cuentan con tiempo ya sea por el trabajo u otra actividad que permite que no puedan alimentarse de la manera adecuada (Gaspar y Quintana, 2017). La población a menudo busca consumir alimentos que contengan proteína, sin embargo la mayoría consumen proteína de origen animal y una baja cantidad de cereales, leguminosas y granos, estas tienen un alto valor proteico debido a la cantidad de aminoácidos esenciales que están presentes (Ayala, Ortega, y Moron, 2000). La necesidad para un adulto es mantener la sustitución y el cambio constante de la proteína corporal. (Guerra, Hernández, López, y Alfaro, 2013). La mala nutrición afecta el aporte energético y proteico en el adulto por ello necesitan mantener la cantidad de macro y micronutrientes para la vejez (Serrano, 2010). El PDCAAS muestra el perfil de aminoácidos (AA), evalúa la calidad proteica y es corregido por la digestibilidad cubriendo las necesidades para adultos, escolares y lactantes, se puede predecir el comportamiento debido a ciertas limitaciones en función de la calidad proteica (Suárez, Kizlansky, y López, 2006). La mezcla

perfecta debe cumplir con los patrones de requerimiento según la (FAO/OMS, 2007). La formulación de las mezclas puede influir en la calidad proteica, características organolépticas (aceptabilidad) y fisicoquímicas. Por lo tanto, el presente estudio se enfoca en calcular, elaborar y analizar mezclas de granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha y avena) cumpliendo con el requerimiento proteico para un adulto.

Materiales y metodología

Materiales

Para la búsqueda de información se tomó varias referencias bibliográficas como artículos científicos artículos de revisión, tabla de composición de alimentos (2017), libros, tesis de universidades y entidades como la FAO para ver los indicadores de patrón de requerimiento en adultos. Para lo cual se utilizó los programas de Excel y Design Expert ver.7.0.1.0.

La materia prima utilizada en esta investigación se obtuvo del mercado Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, las hojuelas de quinua, son de diámetro 0.4 mm y cañihua 0.2 mm siendo de la provincia de Taraco, departamento de Puno, las hojuelas de kiwicha son de diámetro 0.2 mm obtenidos de la provincia de Andahuaylas y las hojuelas de avena cuyo diámetro es de 0.8 mm adquiridos del distrito de Pusi, provincia de Huancané. Los insumos complementarios como el coco rallado, semillas de calabaza, arándanos deshidratados, y uvas pasas, son obtenidos del mercado local de la ciudad de Juliaca. El jarabe consta de miel 20% y jarabe de agave 20 % siendo una proporción del 40 % y los insumos secos 60%.

Metodología

Diseño experimental y estadístico

Para obtener las mezclas solidas correctas se basará en los siguientes pasos descritas en la tabla 2, sin embargo, para las mezclas liquidas se describe en la tabla 6.

Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto.

Tabla 1.

Descripción Experimental

Revisión Bibliográfica	Evaluación proteica (PDCAAS)	Formulaciones de mezclas
-Composición proteica	-Computo químico	
-Composición aminoacídico	-Computo aminoacídico	-Optimización (Design Expert)
-Factor de digestibilidad	-Corregido por la digestibilidad	
	-Patrón de referencia	

Fuente: Elaboración Propia

Como primer paso se realizó la recopilación de datos sobre la composición proteica, aminoacídico y factor de digestibilidad de cada alimento. Con el fin de ver si las mezclas alimenticias cumplen con el requerimiento para adultos

Tabla 2.

Revisión Bibliográfica de Hojuelas de Granos y Cereales Andinos

ALIMEN TOS	Peso	Proteína	Lisina	AAS	Treonina	Triptofano	Factor Digestibilidad (%)
	(g)	(g/100g)		mg/g proteína			
	A	B	C	D	E	F	G
Hojuela de Quinua	40	13.9 ^a	61 ^b	48 ^b	8 ^b	11 ^b	0.80 ^f
Hojuela de Cañihua	20	14.5 ^a	53 ^c	46 ^c	3 ^c	9 ^c	0.78 ^g
Hojuela de Kiwicha	30	13.4 ^a	64 ^d	48 ^d	6 ^d	12 ^d	0.82 ^h
Hojuela de Avena	10	13.3 ^a	37 ^e	45 ^e	4 ^c	13 ^e	0.80 ⁱ

Fuentes: ^a (Reyes , Gómez, y Espinoza , 2017); ^b (Davila , 2018); ^c (Apaza , 2010); ^d (Hurtado y Rodríguez, 2011); ^e (Cruz , 2007); ^f (Pezúa, 2017); ^gJavier y Lima (2013); ^h (Ruíz y Vásquez , 2018); ⁱ Barreto y Toledo (2017).

Para la evaluación proteica se necesita sacar la cantidad de proteína de acuerdo al peso del alimento formula (1) y Para el cálculo del cómputo aminoacídico se necesita saber el aporte aminoacídico para lo cual se

utilizó la siguiente fórmula (2) para hacer referencia de requerimiento de acuerdo a la edad se debe tener el factor de digestibilidad fórmula (3) para el PDCAAS se debe alcanzar el valor de la proteína 1 tomar en cuenta los valores que estén por encima de uno ya que esta es un indicador para que cumplan con el patrón de requerimiento para adultos fórmula (4).

Fórmula 1

$$\text{Total, de proteína} = \frac{\text{peso de alimento (g)} \times \text{aporte proteico (g/100g)}}{100}$$

Fórmula 2

$$\text{Total, de aa (mg/g de proteína)} = \frac{\sum \text{aminoácidos (mg/g)}}{\sum \text{Proteína (g/100g)}}$$

Fórmula 3

$$\text{Factor de digestibilidad} = \frac{(a_1 * a_2) + (b_1 * b_2) + \dots + (k_1 * k_2)}{\sum \text{proteína mezcla}}$$

Fórmula 4

$$\text{PDCAAS} = \text{Score(mg/g) proteína} \times \text{digestibilidad}$$

Para obtener las formulaciones de la granola se utilizará el diseño de mezclas en el tipo simplex lattice con orden lineal donde las variables independientes fueron el % de hojuelas siendo los indicadores (mg/g proteína) lisina, AAS (cisteína + Metionina), Treonina y Triptófano cumpliendo el patrón de referencia para adultos.

Tabla 3.

Diseño Experimental

Independiente	Dependientes (mg/g proteína)	Patrón de referencia (FAO)
Hojuela de quinua	Lisina	45
Hojuela de cañihua	AAS (cisteína + metionina)	22
Hojuela de kiwicha	Treonina	23
Hojuela de avena	Triptófano	6

Fuente: Elaboración propia

Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto.

Según los datos procesados en el Excel y el programa Design Expert se puede dar 30 combinaciones con proporciones diferentes que cumplen con el patrón de referencia de los indicadores.

Tabla 4.
Mezclas y Proporciones para la Granola

Soluciones	H. Quinoa	H. Cañihua	H. Kiwicha	H. Avena	Lisina	AA's	Treonina	Triptofano
1	0.288	0.332	0.381	0	47.57	37.89	28.46	8.56
2	0.321	0.18	0.319	0.181	45.08	37.79	28.66	9.05
3	0.464	0.011	0.295	0.231	45.39	38.09	29.34	9.42
4	0.379	0.436	0.151	0.034	45.28	37.31	28.05	8.18
5	0.388	0.097	0.326	0.19	45.60	37.99	29.03	9.23
6	0.157	0.135	0.624	0.083	48.39	38.43	28.92	9.31
7	0.546	0.17	0.142	0.141	45.30	37.75	29.00	8.83
8	0.694	0.141	0.14	0.025	47.74	38.10	29.52	8.72
9	0.154	0.476	0.353	0.017	46.00	37.44	27.73	8.29
10	0.341	0.392	0.246	0.022	46.19	37.55	28.22	8.35
11	0.331	0.097	0.368	0.203	45.48	38.00	28.95	9.29
12	0.314	0.154	0.338	0.193	45.11	37.84	28.73	9.14
13	0.445	0.472	0.075	0.007	45.23	37.21	28.03	8.00
14	0.123	0.473	0.394	0.011	46.29	37.50	27.73	8.33
15	0.382	0.359	0.257	0.002	46.87	37.69	28.43	8.39
16	0.494	0.339	0.167	0	46.74	37.67	28.62	8.33
17	0.267	0.368	0.365	0	47.22	37.77	28.30	8.48
18	0.558	0.301	0.13	0.011	46.71	37.71	28.80	8.38
19	0.164	0.27	0.554	0.012	48.45	38.18	28.57	8.88
20	0.437	0.173	0.224	0.166	45.10	37.75	28.83	8.95
21	0.236	0.208	0.396	0.16	45.53	37.83	28.52	9.05
22	0.339	0.338	0.245	0.078	45.54	37.55	28.30	8.53
23	0.533	0.278	0.127	0.062	45.90	37.64	28.75	8.50
24	0.079	0.368	0.553	0	47.90	37.95	28.13	8.67
25	0.312	0.41	0.278	0	46.58	37.58	28.17	8.31
26	0.337	0.491	0.171	0	45.55	37.27	27.87	8.05
27	0.298	0.108	0.4	0.194	45.69	38.02	28.90	9.29
28	0.365	0.307	0.328	0	47.57	37.90	28.63	8.56
29	0.389	0.408	0.203	0	46.33	37.52	28.25	8.24
30	0.408	0.08	0.379	0.133	47.00	38.22	29.25	9.23

Fuente: Elaboración propia

Límites de mínimos y máximos de la granola según al patrón de referencia

Los valores obtenidos en mínimos y máximos muestran que las mezclas cumplen un perfil óptimo de aminoácidos siendo así, que el producto es un alimento funcional ya que mientras existan límites máximos aumenta la ingesta de aminoácidos por la calidad proteica.

Tabla 5.

Límites de Mínimos y Máximos de Aminoácidos

Aminoácidos	Límite mínimo mg/g proteína	Límite máximo mg/g proteína	Criterio de optimización mg/g proteína
Lisina	45	52	45
AS (cisteína + metionina)	22	39.36	22
Treonina	23	30.4	23
Triptófano	6	9.84	6

Fuente: Elaboración propia

Gráficos de trazos de los aminoácidos

Figura 1 (*).

Gráfico de Trazos en Función a la Lisina

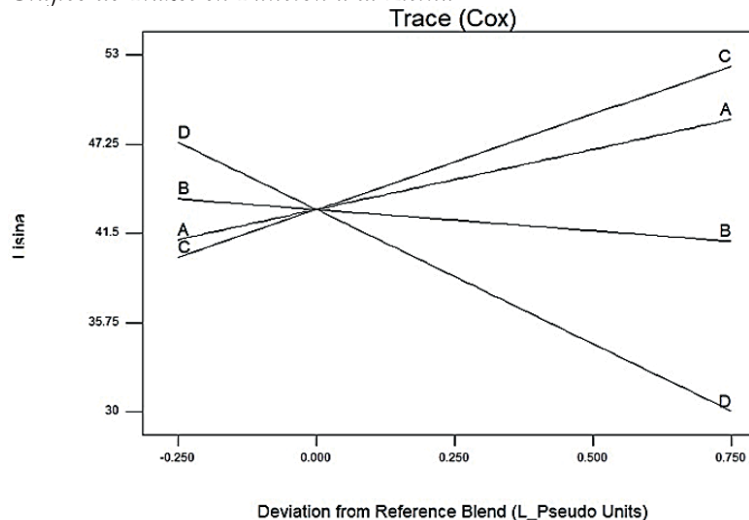


Figura 2 ().**

Gráfico de Trazos en Función a los AAS

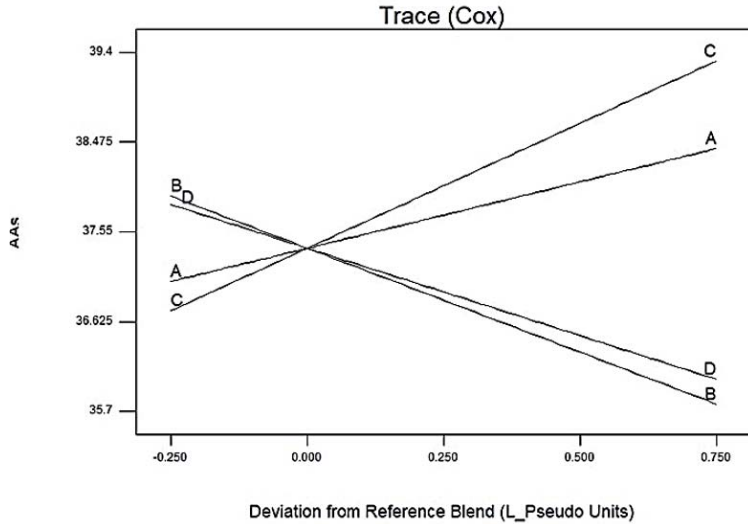


Figura 3 (*)**

Gráfico de Trazos en Función a la Treonina

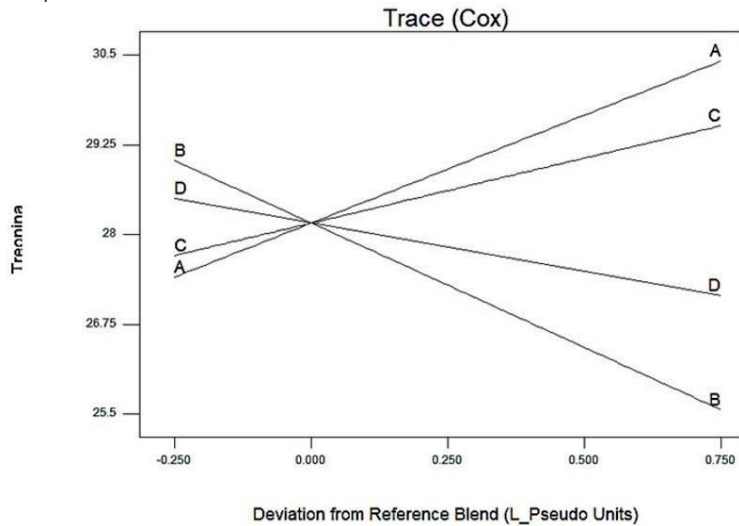
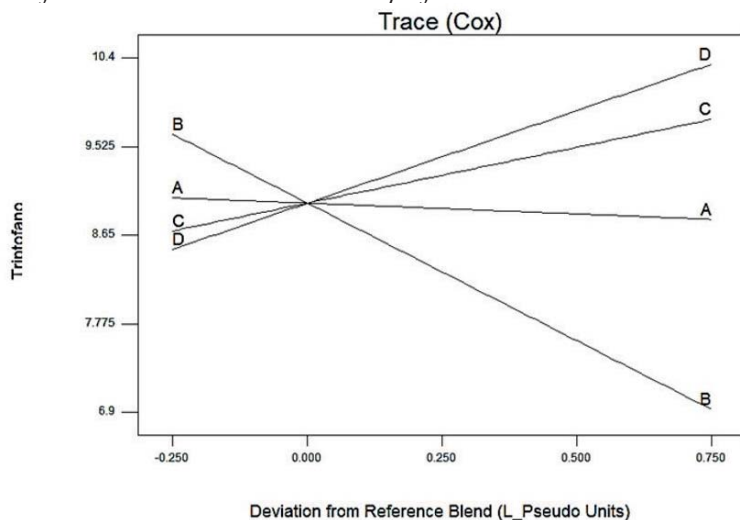


Figura 4 (**).**

Gráfico de Trazos en Función al Triptófano



(*) Los granos andinos en su mayoría contienen lisina ya que se le considera como el aminoácido limitante, la quinua y kiwicha son las que aportan mayor lisina (52 mg/g proteína), así como se muestra en el gráfico. Sin embargo, a mayor cantidad de avena que contenga la granola, el resultado de lisina será menor.

(**) Respecto a los aminoácidos azufrados muestra que al contener quinua y kiwicha en la granola cumple con estos aminoácidos, pero a mayor cantidad de cañihua en la mezcla, el porcentaje de AAS será baja.

(***) La treonina es un aminoácido necesario para sintetizar la proteína, ayuda en el metabolismo del intestino y en el sistema inmunológico (Lozano, 2018). Como podemos observar en el gráfico la quinua contiene un alto valor de treonina en comparación de la cañihua que esto puede disminuir en función a un tratamiento térmico. Según el patrón de referencia para un adulto es de 23 (mg/g proteína) que se debe cumplir mínimamente entonces en nuestra formulación la granola alcanza un máximo de 30.4 (mg/g de proteína).

(****) El triptófano en la figura 4 se comporta muy diferente ya que en la avena y la kiwicha es elevado en contenido de este aminoácido esto

ayuda a regular mediante la serotonina en el estado afectivo de las personas (Sabbah, 2015) para un adulto el valor mínimo de consumo debe ser de 6 (mg/g proteína) cuando existe una mezcla de cereales como la granola o barras esta puede aumentar, en el trabajo realizado el límites máximo que alcanzo el triptófano es de 9.89 (mg/g proteína).

Procedimiento de la granola

En la elaboración de la granola para todas las formulaciones se realizó el mismo proceso, como primer paso fue el pesado de los insumos secos, después se utilizó la mezcladora en donde se colocó los insumos secos por 3 minutos, seguidamente se añadió el jarabe por 5 min más, luego se llevó a un horno NOVA a 140°C durante 20 minutos, finalmente se colocó en bolsas herméticamente cerradas de densidad media y se almacenó a temperatura ambiente a 15°C.

Imágenes de color

El color es una cualidad organoléptica medible por el sentido de la vista de manera físico y psicológico, el color que se percibe de un objeto es a través del rayo de luz que se rechaza y se capta en longitudes de onda al ojo humano que puede distinguir 200 tonalidades. El color es estimulado por la radiación electromagnética sobre el alimento para realizar el análisis de color es el sistema CIELAB, formado por 3 coordenadas; L* (luminosidad), a* y b*(cromaticidad). (Dos Santos & Hurtado, 2015).

Análisis fisicoquímicos

El análisis fisicoquímico en los alimentos es muy importante ya que asegura la calidad, determina el valor nutricional y verifica el cumplimiento de parámetros en el producto (Millan & Ciro, 2012). Incluye reglamentos técnicos sanitarios, normas legales bajos varios marcos legales para la ingesta de alimentos sanos y seguros para los consumidores. En este trabajo se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos:

- Determinación de Humedad. (Horwitz y Latimer, 2005)
- Determinación de Aw. (Medidor digital de actividad de agua)
- Determinación de Cenizas (Horwitz y Latimer, 2005).
- Determinación de Proteína (Método Kjeldahl) (García, Fernández, y Fuentes, 2013)
- Determinación de Grasa (Método soxhlet) (Márquez , 2014)
- Determinación de Fibra (Método de digestión ácido – base) (FAO, 1984)

Resultados

Evaluación Sensorial por método Check all that apply (CATA)

El análisis sensorial se realizó a 100 consumidores donde describieron las características de la granola para ver el grado de aceptabilidad general (Me disgusta muchísimo/me gusta muchísimo) con fichas de prueba hedónica del producto. Las muestras fueron debidamente codificadas para evitar confusión durante la prueba de catación y se pidió que bebieran agua para enjuagar la boca antes de pasar a la siguiente muestra, también se le recomendó completar los datos personales como la edad para cumplir el requerimiento de adultos que comprenden de 19 años a menores de 60 años de edad Instituto Nacional de Salud (2013). Para obtener los resultados de la evaluación sensorial los datos se introdujeron en el programa STATGRAPHICS Vers. Prueba.

Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto.

Figura 5.

Ficha de Aceptabilidad

Ficha para la prueba de aceptación

Frente a usted se encuentra siete muestras de granola pruebe de forma ordenada y responda con (X) cada pregunta

Nombre y Apellido:

Edad:

1. Grado de aceptabilidad	G(1)	G(2)	G(3)	G(4)	G(5)	G(6)	G(7)
	850	800	844	872	909	961	915
Me gusta muchísimo							
Me gusta mucho							
Me gusta moderadamente							
Ni me gusta ni me disgusta							
Me disgusta moderadamente							
Me disgusta mucho							
Me disgusta muchísimo							

Tabla 6.

ANOVA para Aceptabilidad por Muestra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	16.2651	5	3.25301	2.34	0.0407
Intra grupos	683.783	492	1.3898		
Total (Corr.)	700.048	497			

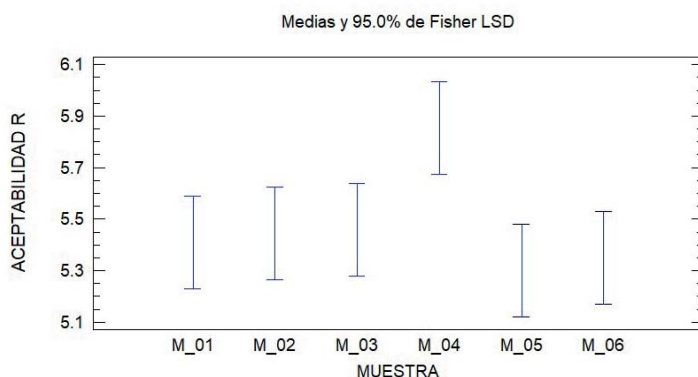
En la tabla 6, Anova descompone la varianza de Aceptabilidad donde la razón-F es igual a 2.34 y el Valor-P de la prueba-F es 0.04, donde se muestra que es menor a 0.05 por ende existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de aceptabilidad, entre un nivel de muestra y otro, con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico STATGRAPHICS, generando la prueba de medias, como podemos observar en el cuadro que la cuarta muestra tiene mayor aceptabilidad ya que están compuestas por H. quinua 314 g., H. cañihua 154 g., H kiwicha 338 g, y H. avena 193 g. que está dentro del rango (me gusta moderadamente / me gusta muchísimo) y con esto se puede demostrar que

existe una prueba significativa entre las muestras.

Figura 6.

Gráfico de Medias para la Aceptabilidad



Fuente. Elaboración propia

Uno de los procesos de la elaboración de la granola que sufre cambios es la del horneado, ya que son sometidos a calor en el cual desencadenan reacciones de caramelización conocida como la reacción de Maillard, en esta etapa se desarrolla pardeamiento no enzimático, esto es debido a la presencia de azúcares que contiene la granola, también hay presencia de compuestos aromáticos en el cual puede influir en la aceptación del producto (Gil, 2010).

Color













En la tabla elaborada se puede observar cómo se cambia el color a través del colorímetro digital modelo WR10CQ con el sistema de CIELAB, los colores acentuados son distintos tonos de café como podemos ver la muestra 4 es más caramelizada ya que esta formulación contiene H.Q.= 314 g., H.C.=154 g., H.K.=338 g. y H.A.=193 g.; según (Bello, 2000) las reacciones químicas, enzimáticas y el tratamiento térmico son claros ejemplos de color por que durante la cocción existe la reacción de maillard

Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto.

y la caramelización, por ende se desarrollan distintas tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un café intenso.

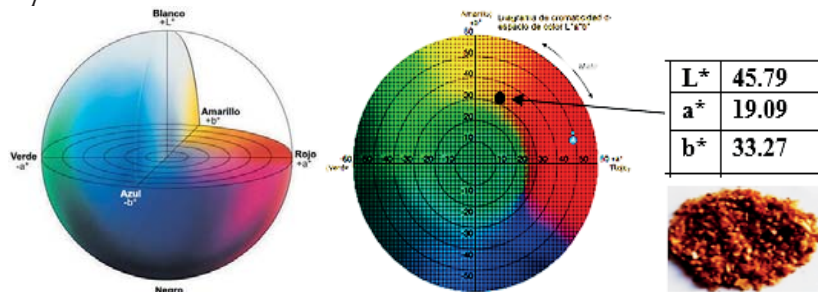
Tabla 7.

Colores Acentuados a Partir de Valores Promedios.

Muestras	SciLab	Color acentuado						
M_01	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>17.44</td></tr> <tr><td>a*</td><td>15.72</td></tr> <tr><td>b*</td><td>17.62</td></tr> </table>	L*	17.44	a*	15.72	b*	17.62	
L*	17.44							
a*	15.72							
b*	17.62							
M_02	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>29.92</td></tr> <tr><td>a*</td><td>26.16</td></tr> <tr><td>b*</td><td>25.43</td></tr> </table>	L*	29.92	a*	26.16	b*	25.43	
L*	29.92							
a*	26.16							
b*	25.43							
M_03	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>45.79</td></tr> <tr><td>a*</td><td>19.09</td></tr> <tr><td>b*</td><td>33.27</td></tr> </table>	L*	45.79	a*	19.09	b*	33.27	
L*	45.79							
a*	19.09							
b*	33.27							
M_04	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>17.47</td></tr> <tr><td>a*</td><td>21.81</td></tr> <tr><td>b*</td><td>19.65</td></tr> </table>	L*	17.47	a*	21.81	b*	19.65	
L*	17.47							
a*	21.81							
b*	19.65							
M_05	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>31.49</td></tr> <tr><td>a*</td><td>20.87</td></tr> <tr><td>b*</td><td>25.39</td></tr> </table>	L*	31.49	a*	20.87	b*	25.39	
L*	31.49							
a*	20.87							
b*	25.39							
M_06	 <table border="1"> <tr><td>L*</td><td>10.05</td></tr> <tr><td>a*</td><td>18.70</td></tr> <tr><td>b*</td><td>14.26</td></tr> </table>	L*	10.05	a*	18.70	b*	14.26	
L*	10.05							
a*	18.70							
b*	14.26							

Fuente: Elaboración propia

Figura 7.
Espacio CIELab



Fuente. Elaboración propia

Análisis fisicoquímicos

Los resultados para los análisis fisicoquímicos realizados en nuestra granola se muestran en la tabla 8 y comparando con diferentes autores.

Tabla 8.

Comparación de la Composición Proximal del Producto.

Análisis químico	Propio	Autores					
		(Coral & Rashta, 2015)	(Figueroa, 2018)	(Del Carmen, 2018)	(Báez & Borja, 2013)	(Olivera, 2012)	(Medina, 2006)
Humedad	9.95	7.65	-	7.80	14.29	9.9	10.80
Aw	0.30	-	-	-	-	-	0.45
Ceniza	1.78	2.4	-	1.6	-	1.46	1.40
Proteína	15.4	11.83	8	14.30	11.93	15.7	8.10
Grasa	32.2	9.49	14.01	20.78	11.37	12.6	3.93
Fibra	5.2	10.22	6.2	7.33	-	3.4	12.56

Nota: Comparación de resultados propios y de diferentes autores

Discusiones

Montesinos (2003), indica que a partir de las coordenadas como L^* (luminosidad) que van desde 0 negro -100 blanco en cambio a^* (variación verde a rojo) y b^* (variación azul a amarillo) la numeración es de 10 en 10, también otra manera de observar es el grafico plano donde nos muestra una cromaticidad de colores donde podemos identificar las muestras por ejemplo identificar solo con a^* y b^* ya podemos ver que se va al borde de la zona roja y amarillo con un tanto café. (Rettig y Hen, 2014) mencionan que el ojo humano puede distinguir aprox. 200 tonalidades 20-25 grados de saturación y 500 grados de luminosidad, es en el cerebro donde se lleva a cabo esta interpretación pero existen tonos que no pueden ser distinguidos por el individuo, por eso es recomendable usar este tipo de sistemas que permite ver con precisión el color y su tonalidad.

La cinética química de la reacción de Maillard es compleja, ya que los azúcares reductores actúan con los aminoácidos libres presentes en las proteínas, esto sucede cuando la granola es sometida al proceso del horneado, en el cual las características finales que presenta la granola es el color, sabor, aroma y textura (Fayle y Gerrard, 2002).

En el trabajo elaborado por (Coral y Rashta, 2015) nos indica que la humedad de su granola es de 7.65 %, sin embargo (Báez & Borja , 2013) obtienen datos de humedad elevados de 14.29 %. (Luna, 2014) menciona que frecuentemente la estabilidad del producto depende del contenido de agua y también la capacidad de deterioro y este valor da una predicción de vida en anaquel y elegir el empaque correcto, por lo tanto, la humedad impide el crecimiento del microorganismo en la estabilidad química y física del alimento.

Según Scott en el año 1953, manifiesta que la vida útil de los alimentos depende de la actividad de agua (a_w) en el producto. La ventaja de que un producto tenga baja cantidad de actividad de agua es que disminuye el crecimiento de microorganismos, las reacciones catalizadas por enzimas y también el pardeamiento no enzimático. (Ferrer, 2014)

La actividad de agua de (Medina, 2006) es de 0.45 aw por ende, este producto no tendrá crecimiento de microorganismos ya que está dentro del rango establecido y la conservación de dicho producto no afectará su calidad. El análisis de actividad de agua que realizamos a nuestra granola dio como resultado 0.30 aw, el cual está dentro del rango permitido

Las cenizas son residuos inorgánicos de un producto que al momento de incinerar permanecen en forma de óxidos y depende de la composición de alimentos, la determinación de cenizas también permite averiguar si existe contaminación metálica durante el proceso de producción (Márquez, 2014).

Respecto al análisis de cenizas, la granola elaborada del trabajo (Del Carmen, 2018) es de 1.6 %. Según (Gracia, 2001) menciona que las granolas comerciales varían del rango 1.2 - 1.9 %, mientras nuestra granola obtuvo 1.7% en cenizas, por lo tanto podemos decir que la granola contiene la cantidad de minerales que cumple con lo indicado.

En el trabajo elaborado de granola por (Olivera, 2012) obtuvieron 15.7 % de proteína en su producto cabe indicar que la granola fue enriquecida con avena, germen de trigo, ovoalbúmina, ya que al contener estos insumos influye favorablemente en el contenido de proteico, sin embargo en el trabajo realizado por (Figueroa, 2018) el % de proteína es 8% esto puede variar de acuerdo a la cantidad de materia prima y su valor de proteína.

La granola contiene proteína que son provenientes de los frutos secos y hojuelas de los cereales. Las granolas, barras etc., comerciales por lo general contienen bajo de proteína, <10% USDA, 2018. En nuestro análisis de proteína por el método Kjeldahl obtuvimos como resultado 15.4 % comparando con los autores de la tabla 8 está en un rango que cumple con el requerimiento para adultos según la FAO.

Los productos a base de cereales como granola, barras, etc., contienen cierta cantidad de grasas, las cuales aportan energías para el organismo. El análisis de grasa realizado en nuestra granola dio como resultado 32.2 %, siendo un aporte muy elevado, ya que las granolas y barras comerciales

están dentro un rango de 3% por (Medina, 2006) y 20% de grasas según (Del Carmen, 2018) de grasas, sin embargo, en el trabajo elaborado excede el porcentaje de grasa debido a que nuestra granola incluye frutos secos y semillas de calabaza que principalmente están compuestas por omegas 3, 6 y 9 que son necesarios para nuestro cuerpo.

La ausencia de fibra puede causar distintas enfermedades las comunes son la colitis, la hemorroides y el cáncer del colon, los cereales son excelentes para evitar el estreñimiento junto a eso se han elaborado productos como barras energéticas, granolas, galletas, panes ricos en fibra que ayudan a evitar este tipo de enfermedades, para mejorar el beneficio de las fibras es importantes acompañarlo con una cantidad de agua adecuada que favorece a la digestión (Badui, 2006) ,en el trabajo elaborado el porcentaje de fibra es de 5.2 % esta puede ser debido a la cantidad de mezclas que se usó en la formulación, sin embargo según el trabajo de (Medina, 2006) que consta de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo el valor de fibra es un 12.56 %,siendo así que las leguminosas ayudan al aumento de fibra en este tipo de productos.

Conclusión

La elaboración de granola con mezclas de hojuelas andinas se logró cumplir con el requerimiento aminoacídico para adultos según la FAO, que se realizó mediante cálculos del PDCAAS obteniendo 30 formulaciones, en la cual se optimizo, quedando así 6 formulaciones para los análisis sensorial y fisicoquímicos.

En la evaluación sensorial que se realizó por el grado de aceptabilidad, la cual obtuvimos como respuesta que la cuarta formulación (H.Q.= 314 g., H.C.=154 g., H.K.=338 g. y H.A.=193) fue la más aceptable por los consumidores evaluados, es decir que existe diferencia significativa entre las muestras.

El análisis de color dio como resultado que las 6 muestras presentan diferentes tonalidades en torno al color marrón como resultado del proceso

de horneado y la reacción de Maillard

Los análisis fisicoquímicos son un punto clave en la industria alimentaria, mediante estos análisis se puede ver la calidad del producto. La muestra 4 fue la que más resaltó, siendo así al que se le realizó todos los análisis respectivos dando como respuesta los siguientes datos: Ceniza (1.7 a 2.1 %), Humedad (5-10 %), Aw (0.25 – 0.30 aw), Proteína (15.4 %), Grasa (32.2 %), Fibra (5.2%), estos resultados están dentro del rango de investigaciones realizadas por diferentes autores, sin embargo, hay algunos parámetros como la proteína que superan los límites debido a que fueron analizadas según a la calidad proteica de las hojuelas y la grasa fue a consecuencia que contienen semillas de calabaza siendo altos de omegas que fortalecen el desarrollo en la etapa adultez.

La granola es apta para el consumo adulto ya que es considerado como un alimento multifuncional.

Referencias

- Apaza , V. (2010). *Manejo y mejoramiento de kañiwa*. Convenio Insituto Nacional de Innovación Agraria INIIA - Puno . (Ed). Altiplano E.I.R.L <https://es.scribd.com/document/464498208/Libro-Manejo-y-Mejoramiento-Kaniwa>
- Ayala, G., Ortega , L., y Moron , C. (2000). Valor nutritivo y usos de la quinua. *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. FAO, UNA - Puno, CIP. Santiago de Chile, 184-266 <https://www.redalyc.org/articulo/70503603>
- Badui, S. (2006). *Química de alimentos* .107-108 (4ª. ed). Mexico: Pearson Educacion
- Báez, L., y Borja , A. (2013). *Elaboración de una barra energyica a base de sachá inche(plukenetia volubilis) como fuente de omega 3 y 6*. [Tesis de Título, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2380>

- Bello, J. (2000). *Ciencia Bromatológica: Principios generales de los alimentos*. Editorial: Díaz de Santos .
- Cáez, G., y Casas, N. (2007). Formar en un estilo de vida saludable: otro reto para la ingeniería y la industria. *Educación y Educadores*, 10(2), 103-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83410209>
- Casale, G., y Longhi, S. (2017). *Producción de Barras de Cereales sin T.A.C.C.* [Tesis de Título, Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Institucional UNCU. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8859/proyecto-final-casale-y-longhi.pdf
- Coral , E., y Rashta, W. (2015). *Elaboración de granola en barra a base de trigo enriquecido con quinua pop (Chenopodium quinoa), Kiwicha pop (Amaranthus caudatus) y granis de chía (Salvia hispánica)*. [Tesis de Título. Universidad Nacional de Santa]. Repositorio Institucional UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2628/30736.pdf>
- Cruz , A. (2007). *Estudio de la composición química de espigas, hojas y tallos de avenas cultivadas en hidalgo y tlaxcala en los ciclos de cultivo 2003 y 2004*. [Tesis de Título. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio Institucional UAEH <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/11204/E>
- Davila , A. (2018). *Influencia de la composición químico proximal de la chía (Salvia hispánica L.) y quinua (Chenopodium quinoa W.) sobre las características bromatológicas de una barra energética*. [Tesis de Título. Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1975/TESIS_2018_
- Del Carmen, E. (2018). *Estudio del efecto de diferentes aglutinantes sobre propiedades nutricionales y de textura en barras tipo granola*. [Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional IPN. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/26843/1/Estefano%20Mu%C3%B1oz%20del%20Carmen.pdf>
- Dos Santos, Z., y Hurtado, P. (2015). Análisis colorimétrico del extracto acuoso de hojas de teca. *Revista Árvore* 39(5),953-961.

- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48842815018>
- FAO. (1984). *Análisis Proximales*. Aquilla II
- FAO/OMS. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. Organización de las Naciones Unidas.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411>
- Fayle, S., y Gerrard, J. (2002). *The Maillard Reaction*. (3º ed). Birmingham: Elsevier. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=320493>
- Ferrer, S. (2014). Fundamentos de actividad de agua. *AquaLab*. Cervera <https://blog.actividaddeagua.com/wp-content/uploads/2014/05/Fundamentos-de-actividad-de-agua.pdf>
- Figuerola, A. (2018). *Elaboración de granola nutritiva tipo snack en la aminoración de población Limeña*. [Tesis de Título. Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1b127f09-13e6-4618-a37a-2d8d7b87d741/content>
- García, E., Fernández, I., y Fuentes, A. (2013). *Aplicación de la determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con una base fuerte*. (Ed). Universitat Politècnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/29832>
- Gaspar, P., y Quintana, A. (2017). *Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)*. [Tesis de Título. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1013/1/T026_43675135_T.pdf
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Editorial Médica Panamericana. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=561427>
- Gracia, Y. (2001). *Evaluación de la calidad de los principales macronutrientes: proteína, grasas y carbohidratos en diferentes marcas de granola*. [Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.]. Repositorio Institucional UANL <http://eprints.uanl.mx/6627/>
- Guerra, M., Hernández, M., López, M., y Alfaro, M. (2013). Valores de

- referencia de proteínas para la población venezolana. *Revista nutrición*, 63(4), 278 - 291. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v39n3/art03.pdf>
- Horwitz, W., y Latimer, G. (2005). *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemists.
- Hurtado, J., y Rodríguez, J. (2011). *Elaboración de una bebida láctea enriquecida con harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaulle*) y kiwicha (*Amarantus caudatus*)*. [Tesis de Título. Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3327/HurtadoMarchena_J%20-%20RodriguezBarreto_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lozano, A. (2018). *Los aminoácidos y su rol en el desarrollo y crecimiento de los pollos de engorde*. [Tesis de título, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional CC. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6093/1/2018_Los_amino%C3%A1cidos_y_su_rol.pdf
- Luna, Z. (2014). *Determinación de humedad en alimentos, balance de materia y energía*. [Tesis de título, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio institucional NSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4184/IAlumuz009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Márquez, B. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones*. [Tesis de título, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio institucional NSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isA>
- Medina, M. (2006). *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)*. [Tesis de título, Universidad de Honduras]. Repositorio institucional H. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/813a7094-49b7-4efe-ada7-7788feb4fc4d/content>
- Millán, L., y Ciro, H. (2012). *Caracterización mecánica y fisico-química del banano tipo exportación (*Cavendish Valery*)*. [Tesis de título, Universidad La Sallista]. Repositorio

- institucional LS. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/136/1/10.%20163-192.pdf>
- Montesinos,R.(2003). *Especificación cromatica de gamas de colores usadas en la industria de calzado*. [Tesis de titulo ,Universidad de Alicante]. Repositorio institucional A. <https://web.ua.es/es/gvc/documentos/docs/colores-curtidos.pdf>
- Ochoa , C. (2012). *Formulación, Elaboración y Control de Calidad de Barras Energéticas a Base de Miel y Avena para la Empresa Apicare*. [Tesis de titulo ,Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional PC. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2577/1/56T00345.pdf>
- Olivera,E. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena Nutricional* ,39(3),18-25 <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v39n3/art03.pdf>
- Pezúa, R. (2017). *Digestibilidad in vitro de la proteína y la composición nutricional de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa W.) germinada y cocida*. [Tesis de bachiller ,Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio institucional JMA. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/253/Raul_Tesis_bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rettig, M., y Hen, A. (2014).Color in food as a measurable quality criterion.*Revista. Agro sur*,42(2),57-66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Reyes, M.,Gómez, I.,y Espinoza,C.(2017). *Tabla peruana de composición de alimentos*.Instituto Nacional de Salud. https://issuu.com/ins_cenan/docs/tablas-peruanas-2017
- Ruíz,J., y Vásquez,G. (2018). *Valor biológico de las proteínas de Amaranthus caudatus Kiwicha de la región la Libertad*[Tesis de bachiller,Universidad Nacional de Trujillo].Repositorio institucional NT. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10654/Ruiz%20Rodriguez%20Jeferson%20Joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sabbah, S. (2015). *Estudio sobre proporciones de triptofano ,aminoacidos neutros y gelucosa para la sintesis de serotonina cerebral en niveles fisiologicos normales relacionados a la neuroconducta*.

[Tesis de maestría, Universidad de San Martín de Porres].
Repositorio Institucional SMP. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2943/abbu_sms.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Tript%C3%B3fano%20es%20precursor%20de%20serotonina,entre%20ellas%20depresi%C3%B3n%20y%20ansiedad.

Serrano , M., Ral , P., y López, C. (2010). *Guía de alimentación para personas mayores*. Arboleda. <https://fiapam.org/wp-content/uploads/2013/07/GuiaAlimentacion.pdf>

Suárez, M., Kizlansky, A., y López, B. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 21(1), 47-51. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21n1/original7.pdf>

