



Diseño y análisis de un software para formulación de mezclas alimenticias a base de cultivos andinos

Design and analysis of a software for the formulation of food mixtures based on Andean crops

Percy Arapa Carcasi

Universidad Nacional de Juliaca, Perú. ✉ Percyarapa@gmail.com

Recibido: 12.12.2019 / Aceptado: 02.06.2020

Resumen El uso de software para la ingeniería en distintas áreas se acrecienta cada vez más, con la finalidad de hacer los procesos más eficientes y de esta forma reducir los costos en los productos y servicios que elabora una determinada empresa. En el mercado se puede encontrar una variedad de software para la elaboración de mezclas alimenticias, que no contienen en su base de datos productos andinos como el Tarwi (*Lupinus mutabilis*), Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Sp.), Maca (*Lepidium meyenii*), Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Maíz (*Zea mays* L.), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*), lo cual no permiten el uso de este software para la formulación de mezclas alimenticias con cultivos andinos. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un software de aplicación de mejor aproximación a los resultados obtenidos en un laboratorio para formular mezclas alimenticias a base de cultivos andinos. El software de aplicación “Formulación de Mezclas”, el diseño del prototipo y la prueba unitaria de desarrolló se realizaron aplicando la metodología ágil XP (Extreme Programming). Se realizaron pruebas de aceptación del software con la técnica basada en la experiencia, con un muestreo no probabilístico analizando los resultados obtenidos previamente con mezclas de productos andinos y sus derivados como pan de trigo, galletas de cañihua, bebidas a base de quinoa y otras mezclas alimenticias. Con el uso del software de aplicación se determinó que no existe diferencias significativas entre los resultados obtenidos en laboratorio con los resultados obtenidos utilizando el software de aplicación para el contenido de nutrientes y el cómputo químico.

Palabra claves: Nutriente; metodología ágil XP; cómputo químico; prueba del software; software de aplicación.

Abstract The use of software for engineering in different areas is increasing in order to make more efficient processes and thus, reduce costs in the products and services that a certain company produces. In the market, there is a variety of software for food mixtures formulation, but none with information of Andean products such as Tarwi (*Lupinus mutabilis*), Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Sp.), Maca (*Lepidium meyenii*), Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Corn (*Zea mays* L.), which does not allow the application of the software for the formulation of food mixtures with Andean crops. The objective of this work was to develop application software that best approximates the results obtained in a laboratory to formulate food mixtures based on Andean crops. The application software “Formulation of Mixtures”, the design of the prototype and the unit test of development were carried out applying the agile methodology XP (Extreme Programming). Software acceptance tests were carried out with the technique based on experience, with non-probability sampling, analyzing the results obtained previously with mixtures of Andean products and their derivatives such as wheat bread, cañihua cookies, quinoa-based drinks and other mixtures. food. With the use of the application software, it was determined that there are no significant differences between the results obtained in the laboratory with the results obtained using the application software for nutrient content and chemical computation.

Keywords: Nutrient; agile XP methodology; chemical computation; software testing; application software.

Introducción

Las mezclas alimenticias (papillas con cereales, productos listos para consumo y alimentos enriquecidos) se definen como alimentos que elevan el valor nutricional de la dieta familiar. Además, mejoran el aporte de nutrientes insuficientes en los alimentos básicos (Villaquiran et al., 2017). La calidad de las mezclas alimenticias depende de las proporciones con las que participan los ingredientes y no de la cantidad absoluta (Pacheco, 2016). Una alimentación saludable no solo debe satisfacer las necesidades energéticas, también requiere de alimentos de alta calidad nutricional e inoocuos para alcanzar un estado nutricional saludable (FAO/OPS/WFP/UNICEF, 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (United States Food and Drug Administration) adoptaron el cómputo químico corregido por la digestibilidad de la proteína para determinar la calidad proteica de un alimento (Marrugo et al., 2016). El potencial nutricional de un alimento depende en gran medida de su calidad proteica al igual que del tipo y cantidad de aminoácidos que contiene (Marrugo et al., 2016). El valor biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables, conocido los valores es decir la cantidad de nutrientes es posible predecir, dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo; para ello solo es necesario contar con un adecuado patrón de comparación (Suarez et al., 2006). En la región andina de países como Perú, Ecuador y Colombia, se cuenta con numerosas especies alimenticias de alto valor nutricional que con una adecuada transformación industrial se puede utilizar para diseñar y formular mezclas alimenticias para satisfacer las necesidades nutricionales (Higinio, 2011).

Entre los métodos para resolver problemas en las ciencias de la alimentación, se han desarrollado paquetes de cómputo (software), con el fin de evitar el cálculo manual que consume mucho tiempo y suele ser impreciso

(Nunes et al., 2015). Un software de aplicación es un programa independiente y específico para procesar datos técnicos que facilitan las operaciones y toma de decisiones en tiempo real (Ospina, 2012). El desarrollo de un software sigue una metodología sistemática con el fin de realizar, gestionar y administrar el proyecto con altas posibilidades de éxito (ULADECH, 2017). Para el desarrollo de un software de aplicaciones existen numerosos lenguajes de programación, entre ellos podemos citar al Visual Basic.NET que surgió en el año 1991 y está orientado a objetos (De los Santos, 2017).

Existen una amplia variedad de software para la valoración nutricional de los alimentos, aunque ninguno con información de base de datos productos andinos como el tarwi, cañihua, maca, quinua, maíz y kiwicha. La ausencia de bases de datos con información propia, no permiten el uso eficiente del software existente o disponible. Un ejemplo de ello es el software NutriINCAP que realiza evaluaciones de consumo de alimentos y usa como referencia la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (Castillo, 2019). También podemos mencionar el software “Alimentador”, “DIAL”, el software “EasyDiet” (San Mauro y Hernández, 2014). Teniendo en contexto lo anteriormente indicado el objetivo de este trabajo fue desarrollar un software de aplicación de mejor aproximación a los resultados obtenidos en un laboratorio para formular mezclas alimenticias a base de cultivos andinos.

Materiales y métodos

Desarrollo del software de aplicación

El software de aplicación se desarrolló en la plataforma Visual Basic.NET de Microsoft Corporation, utilizando la metodología ágil XP (Extreme Programming) aplicando los 12 principios del software ágil (Beck, 2001).

Para el cálculo de proteínas, grasas, carbohidratos y energía, se aplicó la ecuación 1 y datos de la tabla peruana de composición de

alimentos (Ministerio de Salud/INS, 2017). El cálculo del cómputo químico se realizó aplicando la Ecuación 2 con datos del contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos de las proteínas de la FAO (1981).

El diseño del prototipo de la aplicación, la prueba unitaria y la integración continua se realizó en la empresa Servicios Agroindustriales EL ALTIPLANO SAC. La prueba de aceptación se desarrolló en la empresa Alimentos Andinos Omega SRL. El proceso del desarrollo del software de aplicación se detalla en la Figura 1.

Cálculo del contenido de proteínas, grasa, carbohidratos para el desarrollo del software

Para el cálculo del contenido de proteínas, grasa, carbohidratos, kilocalorías y porcentaje de kilocalorías provenientes de la proteína, carbohidratos y grasa se utilizaron ecuaciones simultáneas.

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z &= b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z &= b_2 \\ a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z &= b_3 \end{aligned} \right\} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde

$a_{11} \dots \dots, a_{33}$: son coeficientes reales (proteína, grasa y carbohidratos) de la materia prima;

$b_1 \dots \dots, b_3$: son términos independientes (proteína, grasa y carbohidratos) de la mezcla, y

x, y y z : son valores porcentuales de materia prima que ingresan a la mezcla.

Cálculo de cómputo químico para el desarrollo del software

El cálculo del cómputo químico se realizó aplicando la siguiente expresión (Villón, 2018).

$$\text{Cómputo Químico} = \frac{\text{mg de aminoácidos} / \text{g mezcla de proteína}}{\text{mg de aminoácidos} / \text{g de proteína requerimientos}} \quad (\text{Ec. 2})$$

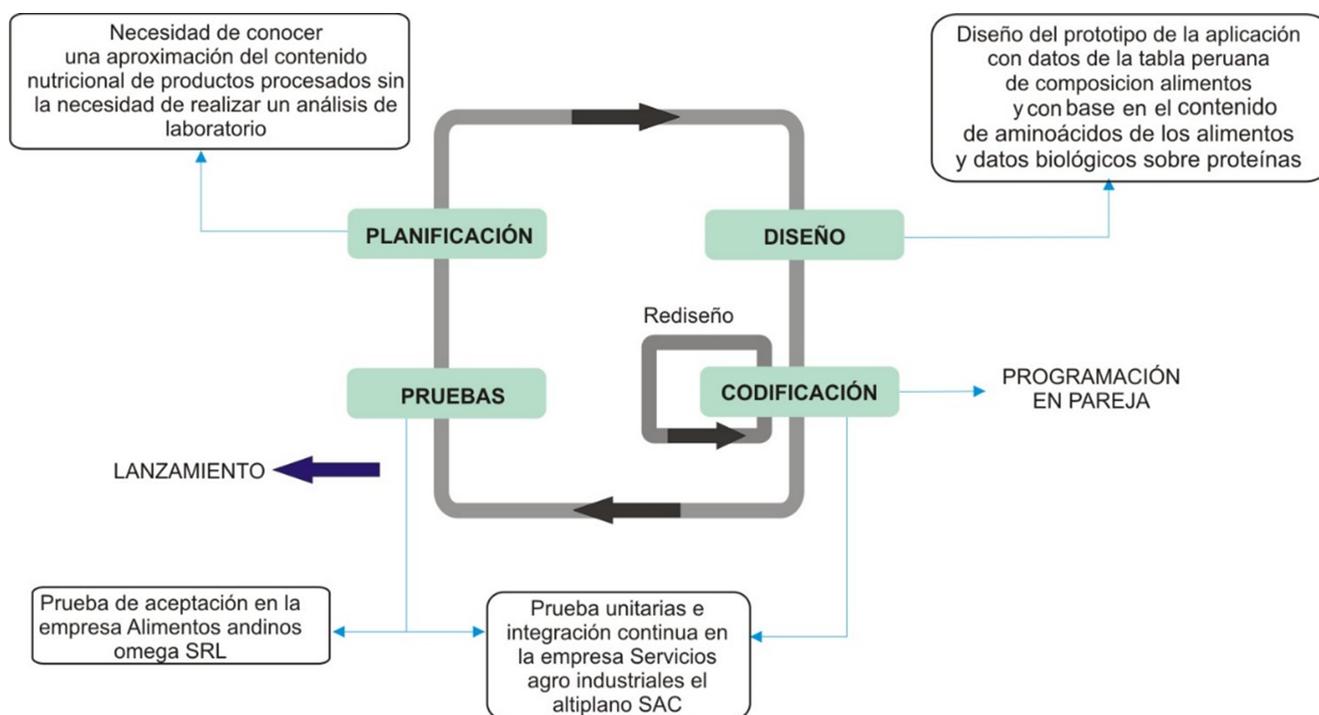


Figura 1. Proceso de desarrollo del software de aplicación

Elaboración de la mezcla alimenticia y análisis de laboratorio

Se elaboró una mezcla alimenticia que cumpliendo con las Especificaciones Técnicas de los Términos de Referencia N° 007-2003-CA/Puno para Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas del Programa Nacional de Asistencia Alimentaria – PRONAA (PRONAA, 2003). La mezcla se elaboró en las instalaciones de la empresa Alimentos Andinos Omega SRL. El proceso productivo se detalla en Figura 2, Tabla 1, donde se presenta la formulación utilizada para la elaboración de una mezcla fortificada de cereales y leguminosas.

Para el análisis de la mezcla fortificada de cereales y leguminosas se tomaron muestras correspondientes para ser analizadas en el laboratorio Zvi- corp SAC. Los métodos de análisis de laboratorio utilizados para determinar los nutrientes de la Mezcla Fortificada de Cereales y leguminosas se detallan en la Tabla 2.

Prueba al software aplicación “Formulación de mezcla”

Para la prueba del software se utilizó la técnica basada en la experiencia con pruebas exploratorias al software de aplicación

Tabla 1. Formulación para la elaboración de Mezcla Fortificada de Cereales y leguminosas

Materia Prima e Insumos	Porcentaje de mezcla
Maíz	4.00
Quinua	5.00
Cebada	14.43
Arroz	20.00
Soya	3.00
Concentrado Proteica de Soya (CPS)	2.00
Leche en Polvo	6.00
Azúcar	34.00
Aceite	9.00
Pre mezcla de vitaminas	0.26
Fosfato Tricálcico	2.00
Saborizante	0.20
Estabilizante	0.11
Total	100

Fuente: Elaboración propia

(Sánchez, 2015), basado en el marco de la norma ISO/IEC 25000 (Caicedo, 2018; Baldeón, 2015).

Se realizó un muestreo no probabilístico, teniendo como condición para ser considerado dentro del estudio, haber realizado estudios con productos andinos. De acuerdo con los resultados obtenidos en los laboratorios de análisis de alimentos de la Universidad Nacional del Altiplano – Perú, Universidad Nacional del Callao – Perú, Universidad la Salle – Colombia, Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta-España, y el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y el Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Como herramienta estadística se utilizó el software IBM SPSS Statistics (IBM Corp. Released, 2017)

Resultados y discusión

Método tradicional

Los resultados del contenido de nutrientes de la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas utilizando el método tradicional se presentan en la Tabla 3 y el cálculo del cómputo químico se presenta en la Tabla 4. Los resultados obtenidos se contrastaron con los requisitos exigidos por las Especificaciones Técnicas de los Términos de Referencia N° 007-2003-CA/Puno, para Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas, donde se observa que el contenido de carbohidratos y grasas se encuentran dentro del rango.

Tabla 2. Métodos de análisis de laboratorio utilizados para determinar el contenido de nutrientes de la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas

Nutriente	Método de análisis de laboratorio
Humedad	NTP 209:264-2001
Cenizas	NTP 209:265-2001
Proteína	NTP 209:262-2001
Grasa	NTP 209:263-2001

Fuente: Elaboración propia con datos de Zvi-corp SAC (2003)

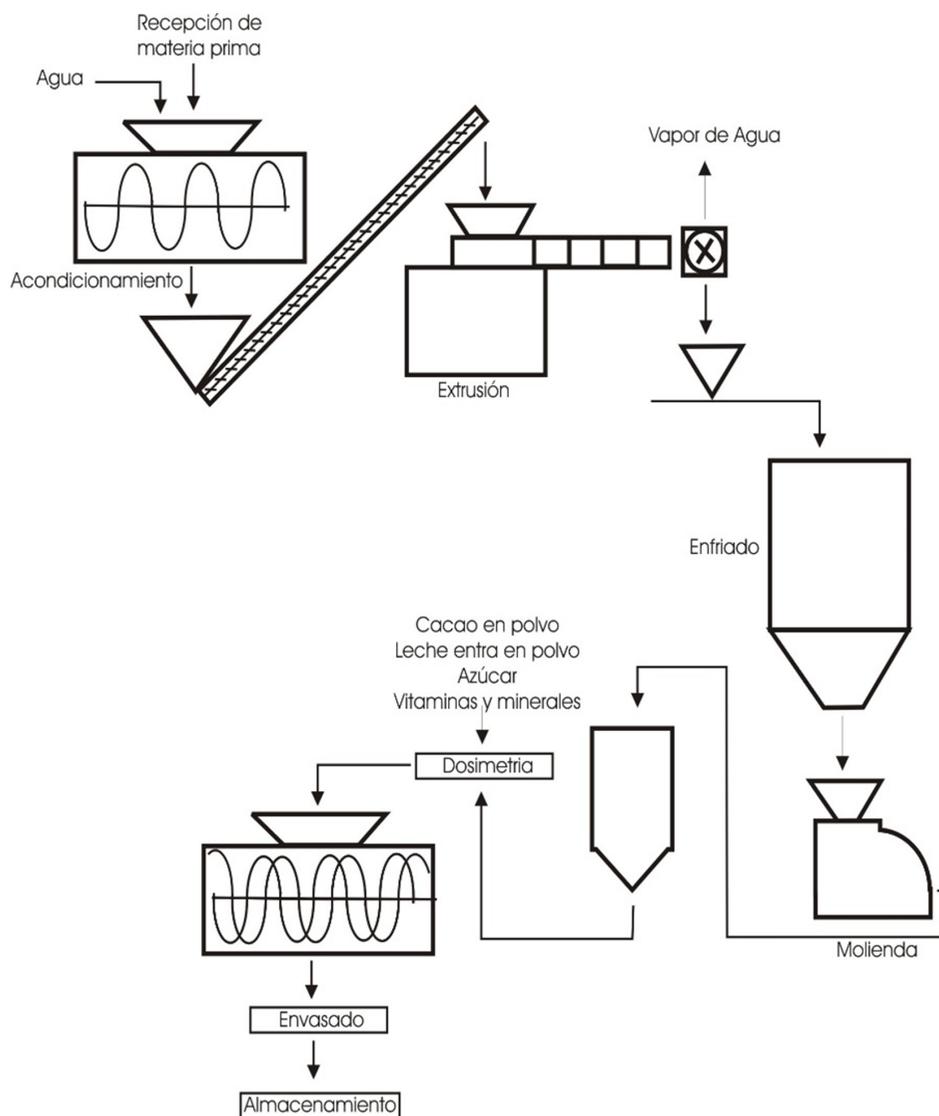


Figura 2. Diagrama del proceso productivo de la mezcla alimenticia (Arapa, 2018)

Tabla 3. Cálculo de contenido de proteínas, carbohidratos, grasa y porcentaje de kilocalorías utilizando el método tradicional

Materia Prima e Insumos	Carbohidratos	Grasa	Proteína	Kilocalorías
Maíz	2.78	0.04	0.34	12.84
Quínuia	3.45	0.27	0.58	18.49
Cebada	11.05	0.26	1.00	50.53
Arroz	15.56	0.10	1.64	69.70
Soya	1.07	0.57	0.85	12.77
C.P.S.	0.35	0.04	1.36	7.21
Leche en Polvo	2.17	1.56	1.62	29.18
Azúcar	33.69	0.00	0.00	134.78
Aceite	0.00	8.91	0.00	80.19
% Kilocalorías	67.47	25.43	7.10	415.69

Fuente: Elaboración propia con base en información de Ministerio de Salud/INS (2017).

Con respecto al contenido de proteína se observa que cumple con los requerimientos exigidos en la especificación técnica a diferencia del cómputo químico, que no cumple con el estándar requerido.

Prueba unitaria e integración continua

Los resultados del contenido de nutrientes y del cómputo químico de la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas, utilizando el software de aplicación “formulación de mezcla” se presentan en la Figura 3. En el resultado del cómputo químico se evidencia como aminoácido

Tabla 4. Cálculo del aminoácido limitante utilizando el método tradicional

Alimento	Gramos de proteína en la mezcla	miligramos aminoácido / gramos mezcla								
		Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina+Cisteína	Fenilalanina+Tirosina	Treonina	Triptófano	Valina	Histidina
Maíz	0.38	13.98	47.61	10.15	13.19	33.08	13.68	2.68	18.42	10.34
Quinua	0.60	21.60	36.00	39.74	21.02	41.38	28.51	6.53	26.98	14.40
Cebada	1.59	60.99	113.53	58.81	54.73	140.22	72.69	21.24	114.08	35.67
Arroz	1.34	59.01	115.76	50.90	51.57	113.28	46.62	18.92	81.30	32.88
Soya	0.85	42.15	72.13	59.22	24.04	74.95	35.77	11.87	44.53	23.45
C. P. S.	1.36	72.06	116.67	90.67	46.05	133.61	62.75	22.91	78.02	37.94
Leche en Polvo	1.56	80.69	151.35	110.76	53.79	150.13	64.31	21.76	98.29	43.77
Total	7.67	350.47	653.06	420.26	264.40	686.65	324.33	105.90	461.62	198.44
mg aa/Proteína en alimento		45.67	85.11	54.77	34.46	89.49	42.27	13.80	60.16	25.86
Patrón de las Bases		37	80	62	34	68	39	14	45	23
Computo Químico		123.4	106.4	88.3	101.3	131.6	108.4	98.6	133.7	112.4

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (1981)

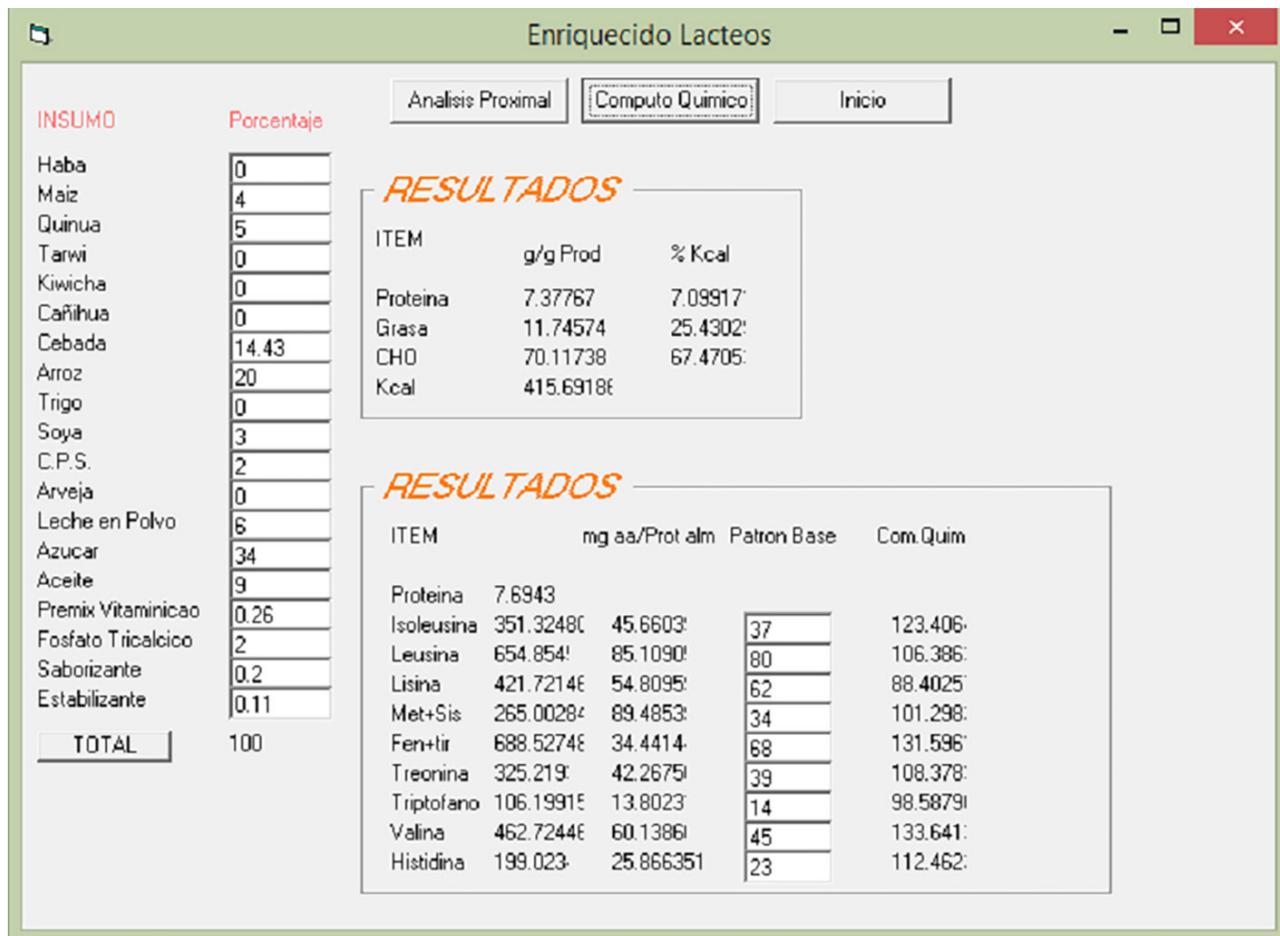


Figura 3. Resultados obtenidos con el uso del software aplicación de la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas

limitante la Lisina. Cotejando los resultados obtenidos con el método tradicional y con el uso de software de aplicación se observa analogía.

Prueba de aceptación

Cotejando los resultados de nutrientes y del cómputo químico obtenidos con el uso de software de aplicación “formulación de mezcla”, para el producto la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas (Figura 3) y los resultados obtenidos en el laboratorio de la empresa Zvi-corp SAC (Tabla 5), se observan diferencias en las kilocalorías provenientes de proteínas, grasa y carbohidratos, encontrándose los resultados por ambos métodos probados dentro de las Especificaciones Técnicas de los Términos de Referencia N° 007-2003-CA/Puno para el producto Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosas.

Prueba al software aplicación “Formulación de mezcla”

Contenido de nutrientes

Los valores nutricionales obtenidos en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano, Universidad la Salle, Universidad de Antofagasta, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Universidad Técnica de Ambato, Universidad Nacional del Callao y los valores obtenidos con el uso del software de aplicación “formulación de mezcla” y de los productos derivado como galletas con cañihua, bebida a base de quinua, harina de cereales y leguminosas, mezcla instantánea, mezcla de alimentos andinos (arroz, maíz, trigo, arveja, chocho o tarwi) y pan de trigo se presentan en la Tabla 6.

Tabla 5. Resultado del análisis de laboratorio de la Mezcla Fortificada de Cereales y Leguminosa Zvi-corp (2003)

Certificado Físico Químico N° 03 0099-B			
Determinaciones	Resultados de Ensayo	Requisitos	Evaluación
Humedad exp. en %	2.25	Max 5.00%	Conforme
Cenizas exp. en %	1.96	Max 5.00%	Conforme
Proteína exp. en % N x 6.25	8.35	---	Conforme
Grasa exp. en %	10.91	---	Conforme
Carbohidratos exp en %	76.53	---	Conforme
Energía por ración de 50 g exp. en Kcal	218.86	200.00 a 230.00 Kcal	Conforme
Kcal proveniente de Proteína exp. En %	7.63	6.00 - 10.00 %	Conforme
Kcal proveniente de Grasa exp. En %	25.01	25.00 - 30.00 %	Conforme
Kcal proveniente de Carbohidratos exp. En %	69.94	Diferencia	Conforme
Acidez exp. En % como H2SO4	0.093	Menor o igual a 0.4 %	Conforme
Índice de peróxido exp. En meq/kg grasa	2.89	< 10 Meq/Kg grasa	Conforme
Proteína animal exp. En %	31.18	Min 20 % de proteína total	Conforme
Densidad energética exp. En Kcal/ml.	1.09	Min. 0.70 Kcal/mL	Conforme
Computo químico exp. en %	103	Min. 85.00 %	Conforme
Saponina exp. en %	N.E.	N.E.	---
Kcal. de contenido de Micronutrientes en 50g.			
Vitamina C exp. En mg	47.71	Min. 47.50 mg.	Conforme

Exp en % = expresado en porcentaje N.E. = No Especifico

Tabla 6. Valores nutricionales obtenidos en laboratorio y con el uso del software de aplicación

Alimento	Proteína		Grasa		Carbohidratos		Energía	
	Laboratorio	Software	Laboratorio	Software	Laboratorio	Software	Laboratorio	Software
Galletas con cañihua ^(a)	10.121	9.76	13.97	13.25	62.98	64.46	418.13	416.24
Pan de trigo ^(d)	8.23	8.74						
Harina de cereales y leguminosa ^(e)	9.5	10.17						
Arroz ^(f)	7.5	8.2						
Maíz(f)	9.5	8.4						
Trigo ^(f)	12.2	10.5						
Arveja ^(f)	22.5	21.6						
Chocho o Tarwi ^(f)	31.2	31.2						
Bebida a base de quíinoa ^(c)	17.6	15.68	10.04	9.8				
Mezcla instantánea ^(b)	11.04	12.72	3.82	3.94	71.48	69.72	349	365

Fuente: Elaboración propia con base en Arroyate y Esguerra^(d)(2006); Cerezal, et al^(e), (2011); Ancco^(a)(2008); Higinio^(b)(2011); Ocaña^(c)(2012); Santillán^(f)(2018)

Los estudios realizados hacen referencia en su totalidad al contenido de proteína seguido del contenido de grasa. Debido a esta característica de los datos, el análisis de variación se realizó al contenido de proteína y de grasa estos resultados se detallan en la Tabla 7.

La diferencia de medias en el contenido de proteína y las comparaciones de varianza de ambos métodos (laboratorio y software) a través de la prueba de Levene arroja una significación P -valor > 0.05 y cumple los requisitos de homocedasticidad, indicando la similitud entre ambos métodos (Tabla 7) Para la prueba t de Student se observa en la Tabla 7 que es $p > 0.05$, con lo cual se acepta la hipótesis alterna que indica que no hay diferencias entre ambos métodos y la variación no es significativa. Lo

anterior corrobora que los resultados obtenidos en laboratorio y de los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación son similares.

La diferencia de las medias en el contenido de grasa y las comparaciones de varianza de ambos métodos (laboratorio y software) a través de la prueba de Levene arroja una significación P -valor > 0.05 y cumple los requisitos de homocedasticidad lo cual indica que ambos métodos son similares (Tabla 7). Para la prueba t de Student se observa en la Tabla 7 que es $p > 0.05$ con lo cual se acepta la hipótesis alterna, indicando que no hay diferencias entre ambos métodos y la variación no es significativo. Esto indica que los resultados obtenidos en laboratorio y de los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación son similares.

Tabla 7. Resultados del análisis de variación para el contenido de proteína y grasa

	Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias				
	F	P- valor	t	Grados de libertad	p	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia
Proteína	0.023	0.882	0.077	18	0.940	0.25870	3.37848
Grasa	0.019	0.898	0.070	4	0.948	0.28000	4.01438

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de cajas descrito en la Figura 4 se observa que no existe variación entre los valores obtenidos en el laboratorio y los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación, para el análisis de la proteína y para el análisis de la grasa, solo se observa un valor atípico en el contenido de proteína del tarwi.

Cálculo del cómputo químico

Los valores obtenidos para el cálculo del cómputo químico de los productos obtenidos en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano, Universidad Técnica de Ambato, Universidad Nacional del Callao y los valores obtenidos con el uso del software de aplicación “formulación de mezcla” se presentan en la Tabla 8, donde también se incluyen los derivados de productos galletas con cañihua, bebida a base de quinua y mezcla instantánea.

Los estudios realizados con referencia a los aminoácidos esenciales evidencian que solo se cuenta con datos completos para los aminoácidos Lisina, Metionina, Cisteina y Treonina, de los productos derivados galletas con cañihua, bebida a base de quinua y mezcla alimenticia (Tabla 8). Debido a esta característica, el análisis de varianza se realizó solo a 4 aminoácidos (Lisina, Metionina, Cisteína y Treonina) (Tabla 9).

Para el caso del cálculo del contenido de lisina descrito en la Tabla 9 se observa en los resultados que la diferencia de las medias comparando la

varianza de ambos métodos a través de la prueba de Levene arroja una significación P -valor > 0.05 y cumple los requisitos de homocedasticidad lo cual indica que ambos métodos son similares. Para la prueba t de Student se observa en la Tabla 9 que es $p > 0.05$ con lo cual cumple con la hipótesis alterna lo cual indica que no hay diferencias entre ambos métodos la variación no es significativo, esto indica que los resultados del laboratorio y de los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación son similares.

En el caso del cálculo del contenido de metionina + cisteína descrito en la Tabla 9 se observa en los resultados que la diferencia de las medias comparando la varianza de ambos métodos a través de la prueba de Levene arroja una significación P -valor > 0.05 y cumple los requisitos de homocedasticidad lo cual indica que ambos métodos son similares, para la prueba t de Student se observa en la Tabla 9 que es $p > 0.05$ con lo cual cumple con la hipótesis alterna lo cual indica que no hay diferencias entre ambos métodos la variación no es significativo, esto indica que los resultados del laboratorio y de los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación son similares.

El cálculo del contenido de treonina descrito en la Tabla 9, se observa que la diferencia de medias comparando la varianza de ambos métodos a través de la prueba de Levene arroja una significación P -valor > 0.05 y cumple los requisitos de homocedasticidad lo cual indica

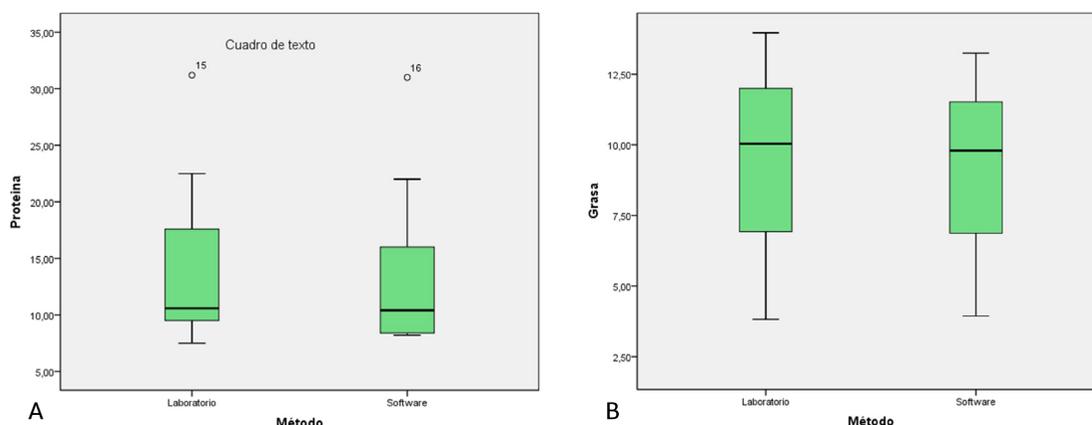


Figura 4. Diagrama de cajas para el análisis de proteína y grasa

Tabla 8. Valores obtenidos del cómputo químico en laboratorio y con el uso del software de aplicación

Aminoácidos	Bebida a base de quinua ^(c)	Software	Mezcla instantánea ^(b)	Software	Galletas con cañihua ^(a)	Software
Isoleucina	151.58	107.14	237.5	316.22		
Leucina	110.39	120.76	400	420.63		
Lisina	114.09	95.52	312.5	344.9	261,76	264.04
Metionina + Cisteína	127.35	102.11	456.25	442.75	233.43	213.28
Fenilalanina + Tirosina	128.24	145.36	187.5	146.88		
Treonina	129.43	112.65	225	234	218.08	204.23
Triptófano	105.72		62.5	62.3	71.56	68.19
Valina	148.9	99.71	300	316.69		
Histidina	136.9	194.74	156.25	165.63		

Fuente: Elaborado Propia con base en Ancco^(a) (2008); Higinio^(b) (2011) y Ocaña^(c) (2012)

Tabla 9. Resultados del análisis de variación del cálculo del cómputo químico

	Prueba de Levene			Prueba T para la igualdad de medias			
	F	P - valor	t	Grado de libertad	p	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia
Lisina	0.042	0.847	0.350	4	0.744	27.96333	79.87046
Metionina + Cisteína	0.004	0.951	0.141	4	0.895	19.63000	139.46926
Treonina	0.126	0.740	0.151	4	0.887	7.21033	47.74820

Fuente: Elaboración propia

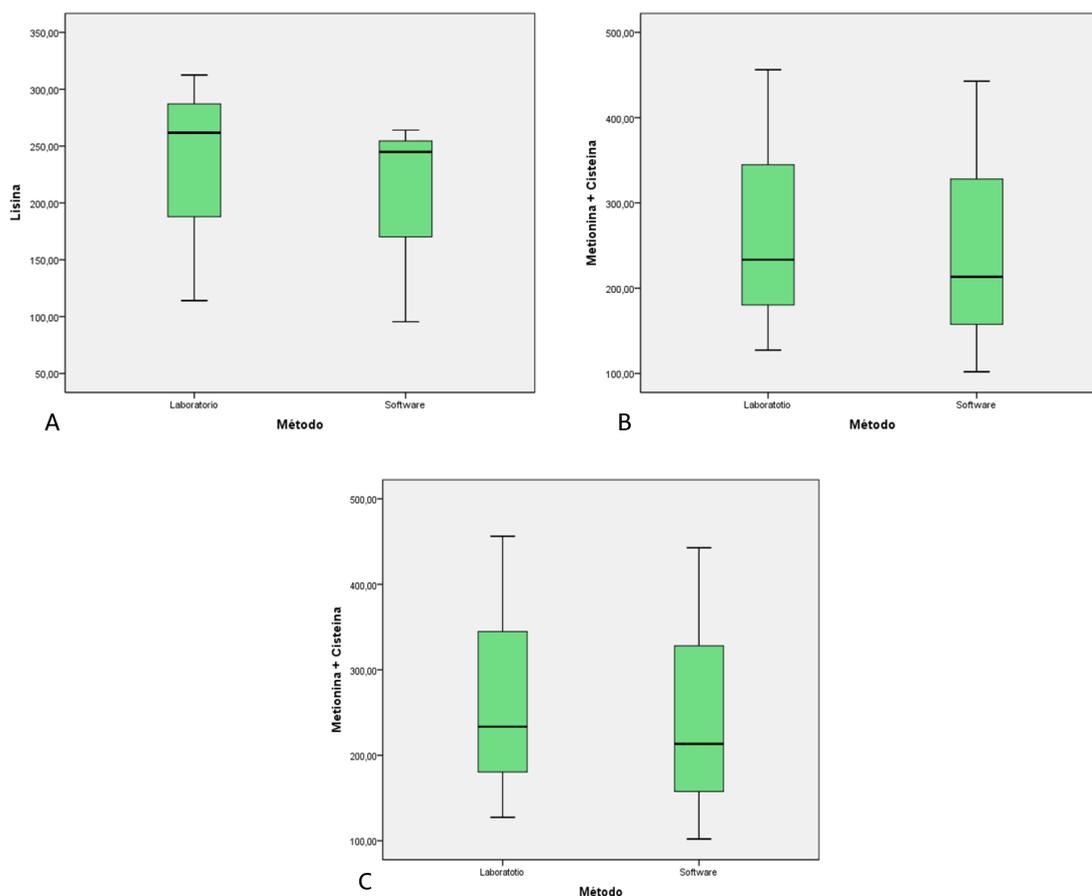


Figura 5. Diagrama de cajas para el Cálculo del contenido de Lisina, Metionina + Cisteína y Treonina

que ambos métodos son similares, para la prueba *t* de Student se observa en la Tabla 9 que es $p > 0.05$ con lo cual cumple con la hipótesis alterna lo cual indica que no hay diferencias entre ambos métodos la variación no es significativo, esto indica que los resultados del laboratorio y de los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación son similares.

En el diagrama de cajas descrito en la Figura 5 se observa que no existe variación entre los cálculos del contenido de aminoácidos obtenidos en los análisis de laboratorio y los resultados obtenidos con el uso del software de aplicación, para el cálculo del contenido de lisina, metionina + cisteína y treonina.

Conclusiones

Con el uso del software de aplicación “formulación de mezcla” y teniendo en cuenta a los cultivos andinos se evidencia que en el contenido de proteínas, grasa, carbohidratos y energía no existe diferencias significativas entre los resultados obtenidos con el uso del software y los resultados obtenidos en laboratorio, lo que valida el uso de software como herramienta útil en la formulación de mezclas alimenticias. Este mismo principio se cumple para el contenido de aminoácidos.

El uso de los datos obtenidos mediante el software depende del conocimiento previo en formulación de mezclas alimenticias no siendo los resultados absolutos, pero perfilan un producto alimenticio formulado con cultivos andinos.

Referencias

Ancco, T. 2008. *Determinación de vida en anaquel de galletas enriquecidas con kañihua (Chenopodium pallidicaule Sp) por pruebas aceleradas de almacenamiento.* Tesis. de Maestría. Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú. URL: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/627>

Arapa, P. 2018. *Ciencia y tecnología de la quinua.* (2 ed.). Percy Arapa Carcasi Editor. Publicación independiente. 69 p.

Arroyate, L. y Esguerra, C. (2006). *Utilización de la harina*

de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación. Tesis de pregrado. Universidad de la Salle, Bogotá Colombia. URL: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/utilizacion-de-la-harina-de-quinua-chenopodium-quinua-wild-en-el-proceso-de-panificacion>

Baldeón, E. J. 2015. *Método para la evaluación de calidad de software basado en ISO/IEC 25000.* Tesis de Maestría. Universidad San Martín de Porras, Lima Perú. URL: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/1480/baldeon_vej.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Beck, K.; Beedle, M.; Bennekum, A.; Cockburn, A. et al. 2001. *Manifiesto for Agile Software Development,* Utah EEUU. URL: <https://agilemanifesto.org/>

Caicedo, H. 2018. *Desarrollo de un plan de pruebas para el software toolcase de la empresa Finding SOA SAC.* Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Colombia. URL: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/10323/20/TO7925.pdf>

Castillo, R. 2019. *Estado nutricional y adecuación de nutrientes en escolares de primero de primaria, jornada matutina de la escuela oficial urbana mixta Mario Méndez Montenegro, del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala.* Tesis. Universidad Rafael Landívar. Sacatepéquez. Guatemala.

Cerezal, P.; Urtuvia, V.; Ramírez, V. et al. 2011. *Desarrollo de producto aso re la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; I: Formulación y aceptabilidad.* *Nutrición hospitalaria.* 26(1): 152-160. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226769018>

De los Santos- Bermúdez, L. C. 2017. *Guía de estudio teórica/práctica Visual Basic.NET, Lecasabe Capacitación práctica, Montevideo Uruguay.* 48 p. URL: https://lecasabe.com/materiales/vb.net/2018_lecasabe_Gu%C3%ADa-Te%C3%B3ricaPr%C3%A1ctica-VB.NET.pdf

FAO. 1981. *Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.* Roma Italia. 84 p URL: <http://www.fao.org/3/AC854T/AC854TOO.htm>

FAO/OPS/WFP/UNICEF. 2018. *América Latina y el Caribe: Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional 2018.* FAO. doi: <https://doi.org/ISBN978-92-5-309608-4>

Higinio, V. 2011. *Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (Oryza sativa), cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) y Kiwicha (amarantus caudatus) por el método de cocción extrusión.* Reporte final. Universidad Nacional del Callao, Callao Perú. URL: https://unac.edu.pe/images/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/2011/Noviembre/IF_HIGINIO%20RUBIO_FIPA.pdf

IBM Corp. Released. 2017. IBM SPSS Statistics para Windows, versión 25.0, Armonk, NY EEUU

Marrugo, Y.; Montero, P. y Duran, M. 2016. *Evaluación Nutricional de Concentrados Proteicos de Phaseolus lunatus y Vigna unguiculata.* *Información Tecnológica.* (27) 6: 107-114. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600011>

Ministerio de Salud/INS. 2017. *Tablas peruanas de composición de alimentos (10 ed.).* Elaborado por María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos Lima Perú. URL: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/>

- bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Nunes, C.; Ortiz, V.; de Souza, A. et al. 2015. The use of statistical software in food science and technology: Advantages, limitations and misuses, *Food research international*. (75): 270-280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.011>
- Ocaña-Albán, J. E. 2012. *Estudio de la aceptación de una bebida instantánea en base de semillas de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus cruentus) para niños de edad escolar*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador. URL: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2030>
- Ospina, C. E. 2012. *Análisis, diseño, desarrollo, pruebas y despliegue de software, con los estándares de calidad, proceso y tecnologías usadas en Pragma S.A*. Tesis de pregrado. Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia. URL: http://repositorio.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/737/1/ Metodologia_desarrollo_software_Pragma.pdf
- Pacheco-Alfaro, A. R. 2016. *Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (Chenopodium quinoa willd) y almidón de papa (Solanum tuberosum)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. URL: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2605>
- PRONAA. 2003. *Especificaciones técnicas de los términos de referencia N° 007-2003-CA/Puno, para mezcla fortificada de cereales y leguminosas*. URL: <http://www.sipi.siteal.iipe.unesco.org/politicas/364/programa-nacional-de-asistencia-alimentaria-pronaa>
- San Mauro, I. y Hernández, B. 2014. Herramientas para la calibración de menús y cálculo de la composición nutricional de los alimentos; validez y variabilidad, *Nutrición hospitalaria*. 29(4); 930-934. DOI: <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7096>
- Sánchez-Peno, J. M. 2015. *Pruebas de software. fundamentos y técnicas*. Informe de proyecto. Universidad Politécnica de Madrid. 130 p. URL: http://oa.upm.es/40012/1/PFC_JOSE_MANUEL_SANCHEZ_PENO_3.pdf
- Santillán, E. 2018. Sobre el desarrollo de mezclas de alimentos andinos aminoacídicamente completas de bajo costo para la alimentación infantil. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. (2): 370-392. URL: http://www.revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/608/pdf_83
- Suarez, L.; Kizlansky A. y López, L. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando en escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*. 21(1): 47-5. URL: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/2978.pdf>
- ULADECH. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. 2017. *Metodología de desarrollo de software*. Chimbote Perú. 39 p. URL: <https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2018/metodologia-desarrollo-software-v001.pdf>
- Villaquiran, Z.; Burbano, P.; Osocio, O. et al. 2017. Diseño de un alimento infantil listo para consumir fortificado con hierro a base de arveja (*Psium sativum*). *Universidad y salud*. 20 (1): 4-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.182001.104>
- Villón, J. E. 2018. *Formulación de una mezcla alimenticia a nivel piloto con Plátano variedad bellaco (Musa paradisiaca, L), kiwicha (Amaranthus caudatus, L.) y leche entera en polvo*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. URL: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2508>