

Conference Paper

Obtaining Extruded Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) Flavor to Vanilla, Chocolate, Passion Fruit and His Industrial Process

Obtención de Extruido de Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) Sabor a Vainilla, Chocolate, Maracuyá y Su Proceso Industrial

Diego Villa Valdivieso, Mabel Parada Rivera, and Marlene García Veloz

*International Congress of
Biotechnology, Environment,
Chemistry and Food*

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador

Corresponding Author:
Diego Villa Valdivieso
diego.villa@epoch.edu.ec

Published: 29 August 2021

Production and Hosting by
Knowledge E

© Diego Villa Valdivieso et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

The main objective of this work was to design the industrial process for the elaboration of quinoa extruded (*Chenopodium quinoa Willd*) of vanilla, chocolate and passion fruit flavors. The first step was the physical, bromatological and microbiological characterization of the raw material according to the 'NTE INEN 1673 (2013): Quinoa Requirements'. Next, both the laboratory and industrial processes were performed, in which the unitary operations suitable for precise design were determined, including extrusion, evaporation, mixing and drying. Simultaneously, data of the necessary processes were taken (humidity, temperature and time) which facilitated all engineering calculations essential to generate a daily production using 17 kg of natural quinoa extrude to obtain 22,702 kg of vanilla, 23,491 kg of chocolate or 24,137 kg of passion fruit values that were determined by mass balances. With these processed samples, a sensory evaluation was conducted using a preference test in which the vanilla flavor obtained a 63.03% acceptability, followed by passion fruit with 20.72%, and finally chocolate with 16.22%. Once it was completed, the design was validated through the 'NTE INEN 2570 (2011): grain, cereal and seed snacks. Requirements', recording values within the limits recommended by the norm. Thus, the product is suitable for human consumption.

Keywords: Humidity, Extrusion, Mass balance, food safety, Statgraphycs (software)

Resumen

El presente trabajo tuvo por principal objetivo diseñar el proceso industrial para la elaboración de extruido de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) sabor a vainilla, chocolate y maracuyá, donde para cumplirlo se inició con la caracterización física, bromatológica y microbiológica de la materia prima acorde a la 'NTE INEN 1673 (2013): Quinoa. Requisitos.', seguido a esto se desarrolló el proceso tanto a nivel de laboratorio como industrial en donde se determinaron las operaciones unitarias idóneas para un diseño preciso entre las que constan la extrusión, la evaporación, el mezclado y el secado, a la vez se tomaron los datos necesarios de las variables del proceso (humedad, temperatura y tiempo) que ayudarían a realizar todos los cálculos de ingeniería indispensables para generar una producción diaria que utiliza 17 kg de extruido de quinua natural para obtener 22,702 kg de vainilla, 23,491 de chocolate o 24,137 kg de maracuyá, valores que fueron determinados mediante balances de masa. Con las muestras elaboradas se procedió a realizar una ficha de evaluación sensorial utilizando una prueba de

 OPEN ACCESS



preferencia en la que el sabor de vainilla tuvo un 63,03% de aceptabilidad, seguido del de maracuyá con un 20,72% y por último el de chocolate con un 16,22%. Una vez se culminó el diseño se realizó su validación a través de la 'NTE INEN 2570 (2011): Bocado de granos, cereales y semillas. Requisitos.', registrando valores dentro de los límites recomendados por dicha norma, por lo tanto el producto es apto para el consumo humano.

Palabras Clave: Humedad, Extrusión, Balance de masa, Seguridad alimentaria Statgraphycs (software)

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un pseudocereal propio de América del Sur [1], debido a su alta calidad nutricional y a la capacidad de soportar condiciones ambientales extremas, la quinua ha sido seleccionada como uno de los cultivos destinados a ofrecer seguridad alimentaria en el siglo XXI [2], a tal punto de ser considerado un superalimento. En nuestro país, las provincias que mayor aptitud tienen para el cultivo de esta especie son: Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua. La quinua como producto industrial y alimenticio inició a ganar espacio en el mercado mundial, especialmente como producto orgánico [3]. La quinua se utiliza en la alimentación del ser humano, en el desayuno como producto balanceado con otros granos, en sopas, guisos, chicha blanca, por enumerar algunas de los preparados tradicionales en los países andinos [4], lastimosamente y en especial los niños no ven a la quinua como un producto agradable al gusto a pesar de que éste es recomendado por profesionales para un crecimiento fuerte y sano. A medida que el hombre evoluciona, las necesidades y las ganas de que su nivel de vida mejore aumentan; de la manufactura artesanal, pasa a la industrial gracias a la ciencia y tecnología, satisfaciendo las necesidades de un mercado más amplio [5].

Dichos antecedentes han provocado que investigadores pongan su interés en desarrollar productos derivados de la quinua, para aumentar su consumo y por ende mejorar los ingresos económicos de sus productores. Con este motivo actualmente se han desarrollado diferentes líneas de productos elaborados, los más populares son: quinoto, harina, hojuelas, pasta, premezclas de harina fortificada, precocidos con vegetales y carnes, sopas, bebidas, extruidos, entre otros [6]. Por lo que en el presente estudio se desea establecer formulaciones para elaborar extruido de quinua a nivel de laboratorio y diseñar un proceso para su obtención a nivel industrial, a partir de quinua como materia prima, diferentes insumos y varias operaciones unitarias para su procesamiento.

2. Materiales y Métodos

Como materia prima se utilizó el grano de quinua orgánica procesado por la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH), ubicada en el cantón Colta, perteneciente a la provincia de Chimborazo, mientras que



los insumos tales como: El saborizante de vainilla, la barra de chocolate, la pulpa de maracuyá, la leche y el azúcar fueron productos de marcas comerciales.

Se caracterizó la quinua mediante un análisis físico, bromatológico y microbiológico acorde a la NTE INEN 1673:2013 [7]. Para la caracterización física se utilizó el método de ensayo suscrito en la NTE INEN 1671:2013 [8], Tabla 1; para su análisis bromatológico fueron necesarios los métodos siguientes: para humedad AOAC 925.10 [9], para proteína AOAC 2001.11 [10], para ceniza AOAC 923.03 [11], para grasa AOAC 2003.06 [12], para fibra cruda NTE INEN 522:2013 [13], y el respectivo cálculo para carbohidratos, Tabla 2; y para su estudio microbiológico en el cual se hizo un conteo de mohos y de levaduras se requirió del método AOAC 997.02 [14], Tabla 3.

Table 1

Resultados de la caracterización física de la quinua.

Requisito	Valores NTE INEN 1673		Resultado
	Mínimo	Máximo	
Piedrecillas en 100 gramos de muestra	-	Ausencia	Ausencia
Insectos (enteros, partes o larvas)	-	Ausencia	Ausencia

Table 2

Resultados de la caracterización bromatológica de la quinua.

Requisito	Valores NTE INEN 1673		Resultado
	Mínimo	Máximo	
Humedad	-	13,5%	9,77
Proteínas	10%	-	12,99
Cenizas	-	3,5%	2,65
Grasa	4%	-	7,25
Fibra cruda	3%	-	1,93
Carbohidratos	65%	-	65,41

Table 3

Resultados de la caracterización microbiológica de la quinua.

Requisito	Valores NTE INEN 1673		Resultado
	m (buena calidad)	M (calidad aceptada)	
Mohos	10^2	10^5	10 UFC/g
Levaduras	-	-	< 10 UFC/g

La formulación de cada uno de los productos se llevó a cabo a nivel de laboratorio en el que fueron definidas las cantidades exactas tanto de materia prima como de insumos a utilizar, de la siguiente manera: El extruido de vainilla posee en su formulación un 59,5% de quinua, 26% de leche, 12% de azúcar y 2,5% de saborizante; por su parte el de chocolate presenta un porcentaje de quinua del 59%, de leche un 13%, de azúcar

un 8% y de chocolate en barra un 20%; y por último el extruido de maracuyá tiene el 43% de quinua, 9,5% de leche, 9,5 % de agua, 19% de azúcar y 19% de pulpa de maracuyá. De esta manera se obtuvo un producto de calidad en términos de su proceso de producción ya que cumple con las normas técnicas de referencia INEN tanto en la materia prima como en el producto terminado.

Se determinó el conjunto de operaciones unitarias (extrusión, evaporación, mezclado y secado) capaces de emular el procedimiento de laboratorio a una escala mayor y las variables de proceso a controlar durante el mismo (humedad, temperatura y tiempo), mediante estas operaciones se podrá modificar las propiedades de la materia prima con el fin de obtener el producto deseado [15].

2.1. Análisis de aceptabilidad

Se realizó un análisis mediante una Ficha de Evaluación Sensorial con una prueba de preferencia donde el consumidor (111 personas) realizó una elección entre los productos, esto con el fin de determinar el sabor o los sabores de extruido de quinua que se deberán producir, con qué frecuencia, y cuál será la oportunidad que tiene cada uno para ingresar al mercado, a continuación se detalla rápidamente el resultado del estudio:

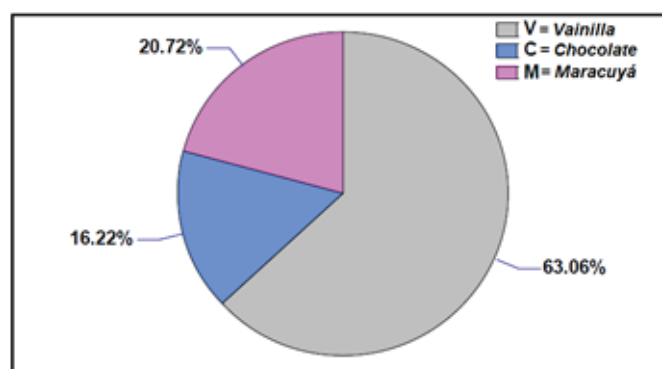


Figure 1

Porcentaje de aceptabilidad de cada tipo de extruido de quinua.

Con todo lo antes expuesto se procedió a realizar el escalamiento industrial, es decir, convertirlo de su escala de investigación (laboratorio) a escala industrial (producción) [16], para esto las cantidades mencionadas posteriormente corresponden al diseño de una producción diaria de cada uno de los tipos de sabores del producto final.

2.2. Extrusión

Haciendo uso de 19,45 kg de quinua con 18% de humedad se llevó a cabo la extrusión (proceso por lotes), donde se alimentó la extrusora tipo cañón que de acuerdo con sus especificaciones tiene la capacidad de extruir 1,024 kg de quinua por minuto, la cual por efecto de la presión y temperatura idóneas hace que la quinua cambie su textura, forma y sabor [17], se obtuvo 0,895 kg de extruido de quinua natural por cada lote, es



decir, se elaboró 17 kg de este subproducto, el mismo que fue empacado para evitar que, por su alto nivel de higroscopía, se altere su textura.

2.3. Mezclado de insumos

Los insumos tales como la leche y el azúcar se mezclaron respectivamente con cada uno de los saborizantes (vainilla, barra de chocolate, pulpa de maracuyá), constantemente agitando por un lapso de 5 min, tiempo necesario para conseguir una mezcla totalmente homogénea. Al final, se obtuvo tres distintas mezclas, cada una con diferente sabor, que servirán para el siguiente proceso.

2.4. Evaporación

Se procedió a evaporar cada una de las mezclas anteriores, a una temperatura de 92°C y al cabo de 3 hr se obtuvo concentrados valorados mediante métodos de análisis como: para la viscosidad el método Brookfield, los grados Brix mediante el refractómetro, la densidad mediante el picnómetro y el pH con el método potenciométrico:

Table 4

Condiciones óptimas del evaporado de cada sabor.

Producto	Viscosidad	Grados brix	Densidad	pH
Extruido vainilla	27,959 kg/m.s	66,82° Bx	1453 kg/m ³	6,1
Extruido chocolate	112,836 kg/m.s	71,32° Bx	1244 kg/m ³	6,8
Extruido maracuyá	17,132 kg/m.s	75,76° Bx	1323 kg/m ³	3,4

2.5. Mezclado

Se pesó 17 kg de extruido de quinua natural que previamente fue empacado, esta cantidad fue colocada en un mezclador regulado a una velocidad de 1000 rpm, se procedió a realizar la operación insertando paulatinamente un determinado concentrado (vainilla, chocolate o maracuyá) por alrededor de 5–10 min, tiempo en el que se consigue una mezcla homogénea.

2.6. Secado

En seguida al obtener la mezcla, ésta se colocó (500 g aprox.) en cada una de las bandejas del secador, a continuación, se realizó una buena distribución en las mismas para luego ingresarlas al equipo que estuvo acondicionado a 75°C durante 2 hr. Al término de este proceso se observó que de los 17 kg de extruido de quinua natural que se utilizó y añadido su respectivo concentrado se obtuvo: 22,702 kg de extruido de quinua sabor a vainilla, 23,491 kg sabor a chocolate y 24,137 kg sabor a maracuyá.

2.7. Envasado y almacenamiento

Se utilizó un envase interno de polipropileno de baja densidad y como envase externo cajas de cartón, esto para darle una buena presentación y que esté a la altura de productos de la competencia, cada caja tiene un contenido neto de 200 g. A continuación, el producto pasó al área de almacenamiento para su posterior distribución.

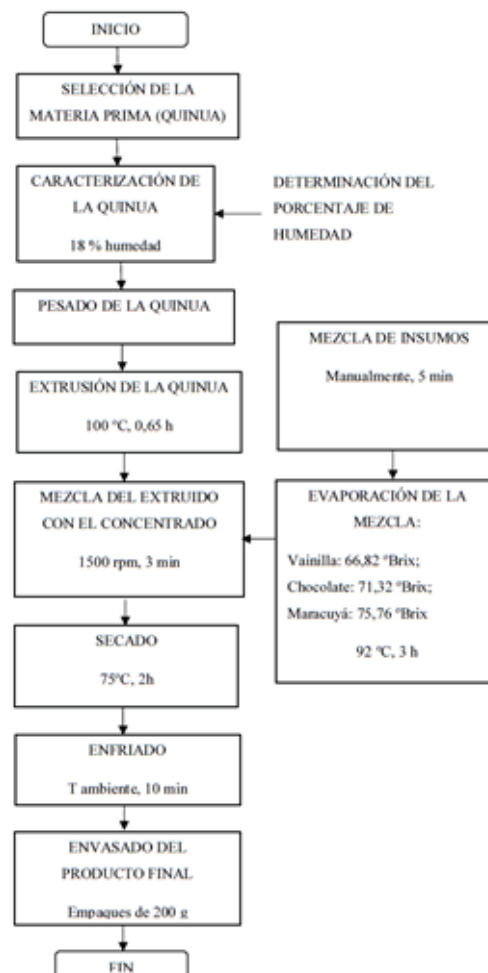


Figure 2

Diagrama del proceso.

3. Resultados

Para llevar a efecto el actual estudio en primer lugar se realizó el análisis de la materia prima (quinua) perteneciente a la empresa COPROBICH, esta caracterización se basó en la NTE INEN 1673:2013 [7], obteniendo los resultados mostrados en las Tablas 1, 2 y 3.

Al haber aplicado una ficha de evaluación sensorial a 111 personas elegidas al azar que actuaron como jueces afectivos y después de haberles realizado una degustación



de los tres tipos de extruido de quinua saborizado, se determinó que considerando todos los parámetros analizados la muestra con código 'V' perteneciente al sabor de vainilla es la que cuenta con la mayor aceptabilidad por parte de los jueces con un 63,06%, en segundo lugar con un 20,72% se encuentra la muestra 'M' correspondiente al sabor maracuyá y por último tenemos la muestra 'C' propia del sabor chocolate con un porcentaje de aceptabilidad del 16,22%.

Se realizó los cálculos de ingeniería tales como balances de masa parciales y globales, cálculo de pérdidas por evaporación, de variación de humedad, de velocidad de secado, entre otros; necesarios para utilizar en la producción diaria de 17 kg de extruido de quinua natural, además se contempló los equipos que serán imprescindibles adquirir para llevar a cabo el proceso de una manera óptima. Para que el proceso industrial funcione tal y como se ha diseñado, se deberá utilizar una extrusora de cereales tipo cañón, ésta es fabricada en acero inoxidable 304 con tapa de alta resistencia y con capacidad de 60 kg/h, en la cual va a ingresar los 19,5 kg diarios de quinua necesarios para la producción planificada, obviamente en lotes (1,024 kg), cabe recalcar que el proceso de extrusión se demora 1 min aproximadamente por tal motivo se considera que para la cantidad mencionada se va a utilizar 40 minutos tomando en cuenta los lapsos entre ingresar la materia prima y sacar el extruido; se necesitará una marmita en la que se van a desarrollar los concentrados para cada uno de los sabores, se ha sugerido que ésta sea eléctrica para no tener que utilizar un caldero además de que tenga una capacidad de 25 L para que sea suficiente para manejar la producción planificada. También se deberá adquirir un mezclador con capacidad para 40 l considerando que van a ingresar para el sabor vainilla 23,96 kg entre extruido natural y concentrado, para el de chocolate 25,242 kg o para el de maracuyá 26,114 kg, que serán mezclados en lotes. Y por último se deberá adquirir un secador de bandejas tipo armario con capacidad de albergar en cada bandeja 500 g de muestra lista para ser secada.

La validación de este proceso industrial se efectuó con base en un análisis de los tres extruidos de quinua saborizados mediante una caracterización bromatológica y microbiológica, en las que se observa un cumplimiento satisfactorio con la NTE INEN 2570: 2011 [18]. Para su análisis bromatológico se utilizó los siguientes métodos: para grasa AOAC 2003.06 [12] y para índice de peróxidos NTE INEN ISO 3960:2013 [19], Tabla 5; y su estudio microbiológico en el cual: se realizó un conteo de mohos y de levaduras por medio del método AOAC 997.02 [14], un conteo de aerobios totales con el AOAC 990.12 [20] y finalmente un conteo de *Escherichia Coli* con el método de ensayo AOAC 991.14 [21], Tabla 6.

4. Discusión

La quinua con la que se trabajó corresponde a la variedad de quinua 'Nativa de Chimborazo', por lo que su composición va a ser diferente a la quinua que se da en otros lugares del país, es por eso que se realiza un contraste, de este tipo de quinua versus la variedad Tunkahuan, fundamentado en el estudio 'La quinua en Ecuador' realizado por el Ing. Eduardo Peralta del INIAP, en el cuál se describe que este tipo contiene un 66,73% de carbohidratos [22], por lo que se recomienda realizar pruebas

**Table 5**

Resultados de la caracterización bromatológica del extruido de quinua.

Requisito	Valores NTE INEN 2570	Resultado
Extruido de quinua sabor a Vainilla		
Grasa Extraída Índice de peróxidos	- 10,00	5,05% 0,00 meq O ₂ /kg
Extruido de quinua sabor a Chocolate		
Grasa Extraída Índice de peróxidos	- 10,00	11,64% 1,66 meq O ₂ /kg
Extruido de quinua sabor a Chocolate		
Grasa Extraída Índice de peróxidos	- 10,00	3,83% 0,00 meq O ₂ /kg

Table 6

Resultados de la caracterización microbiológica del extruido de quinua.

Requisito	Valores NTE INEN 2570	Resultado
Extruido de quinua sabor a Vainilla		
Mohos y levaduras	10	<10 UFC/g
Aerobios tot.	10 ³	10 UFC/g
<i>E. Coli</i>	<10	<10 UFC/g
Extruido de quinua sabor a Chocolate		
Mohos y levaduras	10	<10 UFC/g
Aerobios tot.	10 ³	1,2*10 ² UFC/g
<i>E. Coli</i>	<10	<10 UFC/g
Extruido de quinua sabor a Chocolate		
Mohos y levaduras	10	<10 UFC/g
Aerobios tot.	10 ³	20 UFC/g
<i>E. Coli</i>	<10	<10 UFC/g

con esta variedad y observar si se puede tener un extruido con mejores propiedades ya que el porcentaje de carbohidratos es fundamental en el proceso de extrusión tanto como la humedad.

El proceso industrial para la producción de los diferentes tipos de pop de quinua saborizado se diseñó utilizando las operaciones unitarias que más óptimo hagan del mismo, tanto económica como técnicamente, mismo que al compararse con el proceso de producción planteado por Stephanie Erazo en su 'Plan de negocios para la producción y exportación de pop de quinua orgánica con endulzantes naturales a Madrid-España' difieren bastante en las operaciones usadas (explosión para pop – horneado – caramelizado) [23], esto puede deberse a que en el mencionado trabajo no se saboriza sino solamente se endulza, a la vez cabe mencionar que en este estudio sí se probó con un horno pero por optimización de recursos se decidió utilizar un secador de bandejas y el resultado prácticamente fue el mismo. En el mismo trabajo se analiza la parte comercial del producto, donde Erazo menciona que el precio óptimo para llegar a competir con el producto en el mercado de destino es de € 4,89 [24], es decir, \$5,78 aproximadamente por cada 300 g de producto, esto fue determinado mediante un Análisis de Precios Van Westendorp por tal motivo el modelo es aceptado como confiable, a partir de esto se observa que nuestro precio (\$2,50 por 200 g de



producto) es bastante aceptable para el mercado nacional, además de que es rentable y tiene el valor agregado de ser saborizado.

Según Milagros Arotaype y Maura Medina, en su tesis de maestría en finanzas 'Plan de negocios para la producción y comercialización de productos en base a quinua: Pop – quinua, en la ciudad de Arequipa', menciona que: Dada esta tendencia y el resultado de nuestra encuesta en la que el 91% estaría dispuesto a probar una nueva marca de cereal [25], se escoge el pop de quinua; con estos datos y observando la aceptabilidad que tuvo el producto objeto de este estudio se determina tanto técnica como económicamente que el estudio es factible de poner en marcha.

Cabe destacar que no se encuentran estudios técnicos similares para poder comparar los resultados de mejor manera y por eso se realizó así.

4.1. Estimación del proyecto y viabilidad del proyecto

El desarrollo de productos derivados de quinua en la actualidad presentan un alto potencial comercial en todo el mundo debido a que la FAO denomina a la quinua como un recurso alimentario natural de gran valor nutritivo cuya importancia es cada vez más reconocida en la seguridad alimentaria [26]. Es así que se plantea elaborar los tres tipos de extruido de quinua saborizado con 4,7 toneladas de quinua que se tendría a disposición anualmente, la planta deberá trabajar de lunes a viernes, es decir, 20 días al mes durante todo el año produciendo 2313 empaques de extruido de quinua de 200 g c/u, esto tendrá la capacidad de generar ingresos por un monto de \$32368,32 aproximadamente y sabiendo que la inversión total para el primer año de funcionamiento de la planta es de \$45897,50 se puede deducir que al cabo de 1 año y medio aproximadamente ya se estaría recuperando la inversión por completo.

5. Conclusiones

Se verificó que los parámetros valorados en la materia prima se encuentren dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013): Quinua. Requisitos., es así que, se consideró la quinua como apta para la elaboración de los tres tipos de extruido de quinua saborizado.

Se determinó las variables de proceso indispensables tales como: Humedad, temperatura y tiempo, las cuales a lo largo de la elaboración del extruido de quinua fueron minuciosamente controladas, en las diferentes operaciones que conforman el proceso.

Se estableció tanto la formulación correcta para cada uno de los tipos de producto como el listado de equipos y maquinarias necesarias para poder poner en marcha este proceso de producción.

Se evidenció que los productos finales obtenidos cumplen satisfactoriamente con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2570 (2011): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos.



Agradecimientos

Se agradece a la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo COPROBICH por su aporte brindado al presente y de manera especial al Comité Europeo para la Formación y la Agricultura CEFA por haberse interesado en este estudio y aportar con el financiamiento para que éste sea llevado a la realidad como un emprendimiento local.

References

- [1] Peiretti P, Gaia F, Tassoneb S. Fatty acid profile and nutritive value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds and plants at different growth stages. *Animal Feed Science and Technology* 2013;183:56–61.
- [2] Jacobsen S. Cultivo de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito: Abya Yala; 2002; p. 5.
- [3] Villacrés E, Peralta E, Egas L, Mazón N. Potencial agroindustrial de la quinua. *Boletín divulgativo* 2011;146:5.
- [4] Mujica A, Jacobsen S. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botanica económica de los Andes Centrales* 2006;32:449–457.
- [5] Cuadrado S, Cerda N. La uuinua en el Ecuador, situación actual y su industrialización [Tesis]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2012.
- [6] Consultoría: Estudio de Mercado de la Quinua y sus derivados para la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo “COPROBICH”. 2016; p. 2–3.
- [7] Ecuador Instituto Nacional Ecuatoriano De Normalizacion. Quinua. Requisitos; 2013.
- [8] Ecuador Instituto Nacional Ecuatoriano De Normalizacion. Quinua. Determinación del nivel de infestación y de las impurezas; 1988.
- [9] AOAC International. Official method 925.10 – Determination of moisture. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [10] AOAC International. Official method 2001.11 – Protein (crude) in animal feed, forage (plant tissue), grain, and oilseeds. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [11] AOAC International. Official method 923.03 – Determination of total ash and organic matter. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [12] AOAC International. Official method 2003.06 – Fat in food, cereals and fodder. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [13] Ecuador Instituto Nacional Ecuatoriano De Normalizacion. Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra; 2013.
- [14] AOAC International. Official method 997.02 – Yeast and mold count in foods. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [15] Ribas AI, Barbosa-Canovas GV. Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Mundi-Prensa Libros; 2005; p. 25.
- [16] Anaya-Durand A, Pedroza-Flores H. Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina. *Tecnología, Ciencia, Educación* [Internet] 2008;23(1):32. Disponible de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48223105>
- [17] Colina M. SGPWE extrusión [Internet]. 2018. Disponible de: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/extrusion.pdf>
- [18] Ecuador Instituto Nacional Ecuatoriano De Normalizacion. Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos; 2011.
- [19] Ecuador Instituto Nacional Ecuatoriano De Normalizacion. Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Determinación del índice de peróxido. Determinación yodométrica del punto final (IDT); 2013.
- [20] AOAC International. Official method 990.12 – Aerobic plate count in foods. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [21] AOAC International. Official method 991.14 – coliform and *Escherichia coli* count in foods. 17th ed. Rockville, MD: AOAC International; 2000.
- [22] Peralta E. La Quinua en Ecuador “Estado del Arte” [Internet]. 2009; pp. 16–17. Disponible de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>



- [23] Erazo S. Plan de negocios para la producción y exportación de pop de quinua orgánica con endulzantes naturales a Madrid-España [Internet]. 2019; pp. 60–61. Disponible de: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11467>
- [24] Erazo S. Plan de negocios para la producción y exportación de pop de quinua orgánica con endulzantes naturales a Madrid-España [Internet]. 2019; p. 21. Disponible de: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11467>
- [25] Arotaype M, Medina M. Plan de negocios para la producción y comercialización de productos en base a quinua: Pop – quinua, en la ciudad de Arequipa [Internet]. 2019; p. 46. Disponible de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625830>
- [26] Organización para la Alimentación y la Agricultura. Quinua [Internet]. 2019. Disponible de: <http://www.fao.org/quinoa/es/>