



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación

**Evaluación del diseño de la extrusora
prototipo en el proceso de extrusión quinua
(*Chenopodium Quinoa Willd*)
de la empresa Foods Peru Andinos S.R.L.**

para optar el Grado Académico de Bachiller en
Ingeniería Industrial

**Angela Margot Ccora Huaman
Miguel Angel De La Cruz Jorge**

Huancayo, 2019



Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La evaluación de las maquinas a través de los proceso unitarios que desarrollan en para transformar las materias corresponden a un conjunto de actividades ejecutadas con la finalidad de aportar a la gestión de procesos Industriales, la cadena productiva y al bienestar de los consumidores, su función primordial es buscar la mejora continua de los procesos productivos en los que se soporta la gestión de procesos.

Se ha observado que existen deficiencias en los procesos de extrusión de granos de quinua en maquinarias diseñadas para extruir cereales, que en su mayoría ya tienen los accesorios y parámetros determinados para este fin, debido a que la quinua es un grano con bajo contenido de almidón no facilita los procesos de emulsión y desdoblamiento de azúcares y requieren de parámetros que se ajusten a las características fisicoquímicas de este grano que posee componentes proteicos esenciales. El diseño de máquinas genéricas para la extrusión posee deficiencias al momento de procesar quinua debido a que no cuenta con un diseño que se ajuste al comportamiento fisicoquímico del grano durante el proceso de extrusión, en base a esa necesidad se evaluara la máquina que fue diseñada y fabricada por la empresa Foods Peru Andinos SRL bajo el financiamiento de INNOVATE.

1.1.1. Formulación del problema

1.1.1.1 Problema General

¿Cuál es el efecto que genera el diseño del extrusor prototipo en el proceso de extrusión de la quinua variedad Hualhuas?

1.1.1.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el efecto que genera el diseño del husillo de extrusor prototipo en el Índice de absorción de agua (IAA) de la quinua extruida variedad Hualhuas?

- b. ¿Cuál es el efecto que genera el diseño del husillo del extrusor prototipo en el índice solubilidad en agua (ISA) de la quinua extruida variedad Hualhuas?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto que genera el diseño del extrusor prototipo en el proceso de extrusión de la quinua variedad Hualhuas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a. Evaluar el efecto que genera el diseño husillo del extrusor prototipo en el Índice de absorción de agua (IAA) de la quinua extruida variedad Hualhuas.

- b. Evaluar el efecto que genera el diseño del husillo del extrusor prototipo en el índice solubilidad en agua (ISA) de la quinua extruida variedad Hualhuas.

1.3. Justificación

En los procesos de extrusión ocurren diversos fenómenos entre ellos el desdoblamiento del almidón lo que facilita la biodisponibilidad de los nutrientes del grano de quinua, la cual representa una actividad de suma importancia en la calidad de los granos de quinua.

Con la intención de ofrecer nuevas opciones para la obtención de quinua extruida al 100% , en esta investigación se evaluarán los efectos del proceso de extrusión sobre los componentes nutricionales y características fisicoquímicas de la quinua, mediante la evaluación de propiedades fisicoquímicas de cada tratamiento y sus cambios luego de realizar el proceso de extrusión. Para ello a la quinua entera se le someterá a un análisis proximal e índice de absorción de agua (gelatinizado).

Los requerimientos del mercado actual están asociados a la revalorización de los cereales como alimento y el comportamiento de los consumidores que los llevan a preferir alimentos de calidad. Del mismo modo las empresas del rubro alimentario demandan de tecnología y equipamiento que le permita llegar a la satisfacción del consumidor final.

La realización de esta investigación es necesaria porque los procesos unitarios convencionales no permiten obtener la quinua gelatinizada cercana al 100% alterando el contenido proximal del grano procesado. Por lo que se requiere identificar los parámetros de extrusión en la maquina prototipo y poner al alcance un tecnología que pueda ser aprovechada según convenga.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

En la investigación desarrollada en Colombia titulada Evaluación del Efecto del Proceso de Extrusión en Harina De Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) Normal, las semillas germinadas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) tienen diferencias en su valor nutricional y asimilación en el organismo respecto a las semillas normales, por ello, se buscó identificar el efecto del proceso de extrusión sobre harina de quinoa normal y germinada. Se identificó que en la harina de quinoa normal se incrementó a 5,8761 g gel/g M. S. en la harina de quinoa extruida. (1)

La extrusión es un proceso que ordena diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeado, viene del verbo extruir y se define como: el moldeado de un material por forzamiento, a través de una o muchas aberturas de diseño especial, después de haber sido acondicionado a un previo calentamiento. Por esto, la extrusión en primer término se orientó hacia el moldeado de materiales plásticos blandos que pasan a través de un molde o dado de salida (2).

La elección de la adecuada disposición del extrusor es crítica para el éxito de la extrusión. El fabricante del equipo de extrusión deberá tener la habilidad de atender las configuraciones del extrusor para el procesado de un producto específico. Existen muchos tipos de extrusores, y cada uno tiene una gama específica de aplicaciones. Una elección inadecuada del extrusor para la aplicación específica muy raramente da como resultado un proceso operando de forma uniforme. (3)

Debido a los altos costos de este tipo de tecnología y la baja disponibilidad exclusiva de estos equipos en el medio, no se tiene productos elaborados a base de quinoa con la tecnología de extrusión en el mercado local o nacional. También, se debe tomar en cuenta que no todas las empresas de manufactura y empresas de metal mecánica construyen equipos de extrusión, específicos para granos de quinoa. De la investigación de campo realizada en La Paz y El Alto, de 50 talleres y empresas de metal mecánica menos del 10% construyen equipos de extrusión para maíz los cuales son adaptados para procesar otros cereales. (4)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Quinua

La quinua, quínoa es un grano que pertenece a la subfamilia chenopodioideae de las amarantáceas. Es un cultivo, producido en los Andes de Perú, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia y Ecuador además de los Estados Unidos. Se la denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales “tradicionales”, pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal. (4)

El cultivo de este grano se glorifica a épocas prehispánicas donde las culturas existentes le otorgaban múltiples usos a los diferentes ecotipos y variedades como: La medicina y forraje para el ganado, pero principalmente en sus diversas formas para su alimentación, en la actualidad sigue siendo el alimento básico de muchos pueblos. La quinua en forma de krispy, hojuelas, tostada, pito, etc. ha sido un alimento común durante cientos de años y todavía es muy popular en varios países andinos. (5).

2.2.2. Extrusor de tornillo simple

En la industria de hoy en día el término “extrusor” típicamente significa una máquina con unas características de tornillo de Arquímedes (es decir, un tornillo roscado girando que se ajusta suficientemente apretado en un cilindro para transportar el fluido) que procesa de modo continuo al producto. Los extrusores se pueden diseñar para incluir las operaciones de trituración, mezclado, homogeneización, cocción, enfriamiento, producción de vacío, moldeado, cortado y llenado. No todos los extrusores secos son del tipo cocción–texturización. Existen varios tipos de extrusores secos, extrusores de tornillo de rosca interrumpida, extrusores de tornillo simple y extrusores de doble tornillo. (2)

2.2.3. Proceso de extrusión de cereales

La extrusión de alimentos en un sistema de cocción de alta temperatura en corto tiempo (HTS) utilizado como medio para la reestructuración de material alimenticio con contenido de almidón y/o proteínas, de esta forma se elabora diferentes tipos de alimentos texturizados. En este proceso, el alimento se somete a altas temperaturas, elevada compresión e intenso esfuerzo cortante

(cizallamiento) en periodos cortos, los cuales producen entre otros, los siguientes fenómenos:

Modificación de las características físicas, químicas y físico-químicas de las macromoléculas. Ocurren fenómenos como la gelatinización y dextrinización del almidón, desnaturalización y/o texturización de las proteínas y la desnaturalización de las partes de las vitaminas presentes. (8)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Husillo

La tuerca husillo es un tipo de mecanismo que está constituido por un tornillo (husillo) que al girar produce el desplazamiento longitudinal de la tuerca en la que va enroscado. (3)

2.3.2. Diseño

El diseño se define como el proceso previo de configuración mental, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. (6)

2.3.3. Solubilidad

La solubilidad es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada solvente. Implícitamente se corresponde con la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad determinada de disolvente, a determinadas condiciones de temperatura, e incluso presión (en caso de un soluto gaseoso). (7)

2.3.4. Quinoa Hualhuas

(Nolasco et al.,2013) mencionan que la quinua denominada Hualhuas es una variedad liberada por la Universidad Nacional del Centro cuyo origen es un material de la zona (UNC-H-20-P-69), esta variedad presenta cierto grado de asociación genética entre las variedades del sur (Illpa, Salcedo y Real Boliviana) lo que sugiere un mismo origen genético. La variedad más sembrada en el departamento de Junín es la variedad dulce Hualhuas.

3. CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general.

El diseño del husillo extrusor prototipo es determinante para el proceso de extrusión de la quinua variedad Hualhuas

3.1.2. Hipótesis específicas

- a. El diseño del husillo del extrusor prototipo mejora el Índice de absorción de agua (IAA) de la quinua extruida variedad Hualhuas.
- b. El diseño del husillo del extrusor prototipo mejora el índice solubilidad en agua (ISA) de la quinua extruida variedad Hualhuas.

4. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Métodos y alcance de la investigación

4.1.1. Lugar de ejecución

Las pruebas de la quinua extruida se desarrollaran con el extrusor prototipo de la empresa Foods Perú Andinos SRL. La cual fue diseñada y fabricada con el financiamiento de Innóvate código PIMEN-11-P-236-040-16.

Los análisis de Índice de absorción de agua (IAA) e índice solubilidad en agua (ISA) se desarrollaron en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

4.1.2. Materiales y Equipos

- Extrusora prototipo de la empresa Foods Perú Andinos SRL.
- Balanza resolución ± 5 g.
- Balanza analítica marca OHAUS sensibilidad 0.001.
- Equipo de Computo
- Estufa Fisher Scientific

4.1.3. Diseño de la investigación

- **Para las pruebas de ISA e IAA**

El diseño experimental utilizado para ejecutar la investigación será un DCA con arreglo factorial de 2x2 para la quinua, seguido de un análisis de varianza a un nivel de confianza del 5%. Por lo tanto el modelo aditivo lineal a emplear es:

- $$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

- Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta (Índice de absorción de agua (IAA) e índice solubilidad en agua (ISA))

μ = Media general

A_i = Efecto del i ésimo nivel del factor diseño del husillo del extrusor (A_1 =Husillo de paso doble, A_2 =Husillo de Paso simple)

B_j = Efecto del j ésimo nivel del factor temperatura de extrusión (B_1 =100°C, B_2 =150°C)

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los diferentes niveles de los factores A (Diseño del husillo de Extrusora) y B (Temperatura de extrusión).

ε_{ijk} = Error experimental

- Para el análisis estadístico se utilizara:

El programa SPSS versión 17 para obtener el análisis de varianza (ANOVA)

La prueba de Tukey para los resultados obtenidos en el proceso de extrusión y en la determinación del IAA e ISA de las harinas.

4.1.4. Población y muestra

El muestreo a emplear es el probabilístico aleatorio sin reemplazo por que cada muestra tiene la misma probabilidad de ser elegida para el desarrollo de la investigación.

Población:	▪ Variedades de quinua
Muestra:	▪ Variedad Hualhuas cultivada en el valle del Mantaro.
Tamaño de la unidad experimental	▪ 30 kg de quinua
Número De Repeticiones	▪ Dos repeticiones por tratamiento

5. CAPÍTULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1. Presupuesto

ESPECIFICACIONES	SUB TOTAL	TOTAL
Bienes:		S/. 4.280,00
· Materiales de procesamiento de datos	S/. 800,00	
· Materiales fotográfico y fílmico	S/. 180,00	
· Instrumentación de medición	S/. 1.800,00	
· Alimentos y refrigerios	S/. 500,00	
· Impresos y suscripciones	S/. 500,00	
· Otros	S/. 500,00	
Servicios		S/. 18.300,00
· 12 Análisis de IAA de FPA	S/. 2.400,00	
· 12 Análisis de ISA de FPA	S/. 2.400,00	
· 3 Análisis de IAA de quinua extruida de otra marca	S/. 600,00	
· 3 Análisis de ISA de quinua extruida de otra marca	S/. 600,00	
· Servicios terceros	S/. 2.000,00	
· Impresiones	S/. 1.800,00	
· Movilidad y transporte	S/. 500,00	
· Otros	S/. 8.000,00	
TOTAL		S/. 22.580,00

5.2. Cronograma

Nro	Actividad	MESES						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Elaboración del proyecto	X						
2.	Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X		
3.	Reunión de coordinación			X				
4.	Recopilación de información			X	X	X	X	
5.	Análisis de laboratorio					X	X	
6.	Sistematización de la información							X
7.	Evaluación de resultados							X
8.	Establecimiento de conclusiones							X
9.	Redacción y revisión de informe final				X	X	X	X
10.	Sustentación							X

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd).* **Tover Hernández, Cristhian Emilio, Perafán Gil, Edgar Alberto y Enríquez Collazos, Mario German.** 2, Bogota : Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2017, Vol. 15. ISSN 1696-3561.
2. **Reynaga, Arturo.** *PROTOTIPO DE EXTRUSOR DE QUINUA REAL PARA PEQUEÑO Y MEDIANO PRODUCTORES.* La Paz, Bolivia : Anakainoo Producciones Gráficas, 2012.
3. **Gómez Millán, Simón.** *Procedimientos de Mecanizado.* Madrid : Paraninfo , 2006.
4. **Panduro Valle, Ricardo Luis.** *Diseño y Contruccion de una Escarificadora de Quinoa por Vía Seca en un Flujo Continuo .* Ayacucho, Peru : Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, 2010.
5. **Junge Ramirez, Alberto Luis.** *Quinoa el grano de los Andes.* Bolivia : Secretaria nacional de industria y comercio., 2002.
6. *Cultivos andinos subexplotados.* **Tapia, M.** 2000, Organizacion de las naciones unidas para la agricultura, págs. 23-30.
7. *Quinoa (Chenopodium quinoa, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components.* **Repo-Carrasco, Ritva Ann-Mar y Serna, Lesly.** Lima - Peru : . (2011). Food Science and Technology (Campinas), 31(1), 225-230., 2011, Trabajos de Investigacion UNALM, págs. 65-71.