



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1324>

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de investigación

*Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la empresa ASOALIENU*

*Optimization of the decontamination process of quinoa by the washing method, a practical case in the company ASOALIENU*

*Otimização do processo de descontaminação da quinoa pelo método de lavagem, um caso prático na empresa ASOALIENU*

Juan Carlos Villarroel-Pérez <sup>I</sup>  
[juank\\_jhoan51@hotmail.com](mailto:juank_jhoan51@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-4241-1516>

Jhonny Marcelo Orozco-Ramos <sup>II</sup>  
[jhonny.orozco@epoch.edu.ec](mailto:jhonny.orozco@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-2353-1600>

Juan Carlos Cayán-Martínez <sup>III</sup>  
[jcayan@epoch.edu.ec](mailto:jcayan@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9573-3706>

Eduardo Francisco García-Cabezas <sup>IV</sup>  
[egarcia@epoch.edu.ec](mailto:egarcia@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3547-472X>

\***Recibido:** 21 de mayo de 2020 \***Aceptado:** 17 de junio de 2020 \* **Publicado:** 18 de julio de 2020

- I. Ingeniero Industrial, Técnico de Planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Huambaló, Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Diseño Producción y Automatización Industrial, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Facultad de Mecánica, Proyecto de Investigación - Vinculación, Carrera de Ingeniería Industrial, Ecuador.
- III. Diploma Superior en Formulación y Evaluación de Proyectos de Investigación, Magíster en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional, Ingeniero (A) Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Facultad de Mecánica, Proyecto de Investigación - Vinculación, Carrera de Ingeniería Industrial, Ecuador.
- IV. Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial, Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Facultad de Mecánica, Proyecto de Investigación - Vinculación, Carrera de Ingeniería Industrial, Ecuador.

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la empresa  
<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

## Resumen

El presente proyecto de titulación se desarrolló como parte del Proyecto de Vinculación con la Comunidad, entre la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la asociación de emprendedores “Asoalienu”. Se realizó un análisis detallado del caso de estudio. Se diseñó una máquina lavadora de quinua bajo parámetros de cantidad de procesamiento ya establecidos por la empresa ASOALIENU de 1 tonelada de quinua semanalmente. Se investigó los tipos de materiales que pueden estar en contacto directo con los alimentos mediante la normativa vigente en el Ecuador, se optó por la aplicación de la Norma Técnica Sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Seleccionando como material idóneo para la construcción de la lavadora de quinua el acero inoxidable AISI 304. La lavadora de quinua está conformada por una estructura metálica resistente a 640 kg con un factor de seguridad 1, se seleccionó un motor de 2 HP y una bomba GOULS 4SH, que cumple con las características de succión de mezcla de granos y agua. Construida la lavadora de quinua, se realizaron pruebas para la determinación de su correcto funcionamiento y se efectuó la comparación con el proceso de lavado manual, determinándose la efectividad de la lavadora al procesar 500 libras de quinua en 31 minutos y 42 segundos, comparándose con el tiempo de lavado manual para la misma cantidad de producto con un resultado de 5 horas y 52 minutos. Consiguiendo una relación de optimización de tiempo de aproximadamente 12:1 Dentro de las ventajas que presenta la lavadora de quinua implementada en la empresa “Asoalienu” son la reducción considerable de tiempos de producción y la obtención de un grano de quinua libre de saponina. Además, que el proceso de producción de quinua sea en un nivel industrial gracias a su gran capacidad de lavado.

**Palabras Claves:** Tecnologías y ciencias de la ingeniería; ponderación; óptima; quinua (vhenopodium quinoa); motor trifásico de 2hp; eliminación de la saponina.

## Abstract

The present degree project was developed as part of the Community Link Project, between the Chimborazo Polytechnic School and the association of entrepreneurs "Asoalienu". A detailed analysis of the case study was performed. A quinoa washing machine was designed under processing quantity parameters already established by the ASOALIENU company of 1 ton of

Optimización del proceso de desaponificado de la quinoa por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

---

quinoa weekly. The types of materials that may be in direct contact with food were investigated through the regulations in force in Ecuador, and the application of the Substitute Technical Standard of Good Manufacturing Practices for Processed Foods was chosen. Selecting the AISI 304 stainless steel as the ideal material for the construction of the quinoa washing machine. The quinoa washing machine is made up of a metal structure resistant to 640 kg with a safety factor of 1, a 2 HP motor and a GOULS pump were selected. 4SH, which meets the grain and water mixing suction characteristics. Once the quinoa washing machine was built, tests were carried out to determine its correct operation and a comparison was made with the manual washing process, determining the effectiveness of the washing machine in processing 500 pounds of quinoa in 31 minutes and 42 seconds, comparing it with the manual washing time for the same amount of product with a result of 5 hours and 52 minutes. Achieving a time optimization ratio of approximately 12: 1 Among the advantages of the quinoa washing machine implemented in the company "Asoalienu" are the considerable reduction of production times and the obtaining of a saponin-free quinoa grain. In addition, that the quinoa production process is at an industrial level thanks to its great washing capacity.

**Keywords:** Technologies and engineering sciences; weighing; optimal; quinoa (vhenopodium quinoa); 2hp three phase motor; saponin removal.

## Resumo

O presente projeto de graduação foi desenvolvido como parte do Projeto Community Link, entre a Escola Politécnica de Chimborazo e a associação de empreendedores "Asoalienu". Uma análise detalhada do estudo de caso foi realizada. Uma máquina de lavar quinoa foi projetada sob parâmetros de quantidade de processamento já estabelecidos pela empresa ASOALIENU de 1 tonelada de quinoa por semana. Os tipos de materiais que podem estar em contato direto com os alimentos foram investigados através dos regulamentos em vigor no Equador, e foi escolhida a aplicação do Padrão Técnico Substituto de Boas Práticas de Fabricação de Alimentos Processados. Selecionando o aço inoxidável AISI 304 como o material ideal para a construção da máquina de lavar quinoa A máquina de lavar quinoa é composta por uma estrutura metálica resistente a 640 kg com fator de segurança 1, um motor de 2 HP e uma bomba GOULS. 4SH, que atende às características de sucção da mistura de grãos e água. Depois que a máquina de lavar quinoa foi

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

---

montada, foram realizados testes para determinar seu funcionamento correto e uma comparação foi feita com o processo de lavagem manual, determinando a eficácia da máquina de lavar no processamento de 500 libras de quinoa em 31 minutos e 42 segundos, comparando-a com o tempo de lavagem manual para a mesma quantidade de produto, resultando em 5 horas e 52 minutos. Atingindo uma taxa de otimização de tempo de aproximadamente 12: 1 Entre as vantagens da lavadora de quinoa implementada na empresa "Asoalienu" estão a considerável redução do tempo de produção e a obtenção de um grão de quinoa sem saponina. Além disso, o processo de produção de quinoa é industrial, graças à sua grande capacidade de lavagem.

**Palavras-chave:** Tecnologias e ciências da engenharia; pesagem; ótimo; quinoa (quinoa vhenopodium); Motor trifásico 2hp; remoção de saponina.

## Introducción

La Asamblea General de la ONU declaró 2013 Año Internacional de la Quinoa. En el Ecuador a partir del 2008 se creó e implementó la política de seguridad alimentaria, dando un énfasis a los alimentos tradicionales y autóctonos. La quinua es un súper alimento en más de un sentido. Es una buena fuente de proteínas, la más alta de todos los granos integrales, y sus semillas comestibles proporcionan todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo humano necesita. Rica en fibra, la quinua es también rica en magnesio, fósforo y hierro, así como en vitamina E y potasio.

El INIAP a partir de la década de los 80, inicio con el programa de investigación, recolección y evaluación de cereales nativos de la provincia de Chimborazo, incentivando a los pequeños agricultores a continuar con la siembra, cosecha y comercialización de productos autóctonos entre los cereales que el INIAP puso mayor énfasis fueron el amaranto y la quinua.

El desamargado de la quinua o la eliminación de saponina de su grano siempre ha sido un problema común, a partir del año 1945 empezaron los primeros esfuerzos por industrializar este proceso. Se tomó como base de investigación el lavado manual de la quinua y se concluyó que este proceso tiene mucho potencial para un desarrollo tecnológico e industrial. En la actualidad se ha dado cabida dentro del sector productivo de la quinua a máquinas lavadoras de tambor, estas son una evolución de licuadoras industriales utilizadas en diversos procesos.

El tiempo de lavado de la quinua dependerá de varios factores, como, la cantidad de quinua, temperatura del agua, velocidad del motor de la máquina, entre otros.

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

El grano de quinua luego de ser lavado debe tener un porcentaje de saponina ( $< 0,12\%$ ), para ser aceptado en los mercados europeos y norteamericanos.

## Marco Teórico

### La Quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa willd*) es una planta herbácea identificada comúnmente como pseudogramínea (pseudocereal), es un cultivo de origen andino que se siembra en la sierra central del Ecuador fundamentalmente en las provincias de Cañar, Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar, se la suele cultivar entre los 2300 y 3700 metros sobre el nivel del mar. (Peralta, 2012)

**Figura 1:** Principales provincias productoras de quinua en el Ecuador



Realizado por: Juan Villarroel

### Historia de la Quinua

“Es un cultivo muy antiguo de los andes, en 1970 el historiador Núñez indica que, al norte de Chile en un complejo Arqueológico, encontró granos de quinua que datan de 3000 años a.c., Max Hule en 1919, historiador peruano indica que la quinua tiene una antigüedad de 5000 años a.c., en forma general, podemos indicar que en los diferentes lugares donde se han encontrado estos granos de quinua al ser analizados mediante el carbono 4 (C.14) ratifican esta antigüedad. La singularidad

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

---

encontrada es que mientras más antigua sea la semilla, se encontrara un mayor porcentaje de semillas de quinuas silvestres o ayaras (grano negro), lo que indica que el proceso de selección ha tenido varios siglos para poder lograrse una variedad” (Hanco, 2003).

En la actualidad atribuimos el origen de la quinua a la zona del Altiplano Perú-Boliviano, por estar caracterizada por la gran cantidad de especies, reconociéndose cinco categorías básicas: Quinua de los valles, altioplánicas, de los salares, al nivel del mar y sub-tropicales.

En Ecuador la quinua fue muy apreciada por sus cualidades alimenticias y medicinales, los Cañarís lo cultivaban por el siglo XVI, tras la conquista de los pueblos aborígenes por los españoles estos en 1549 dispusieron que la vendieran en los tambos. Vásquez de Espinoza que recorrió el Ecuador en 1614 indica que en Chimbo “hay también quinua que es una yerba parecida a los cenizos de España, la semilla es menudita, como mostaza, pero su color blanco; de ella hacen buenos guisados, como panetelas y mazamoras de mucho regalo y sustento”. (Estrella, 1998).

Los indígenas de Tungurahua, en el siglo XVI, tenían como principal actividad diaria la “el cultivo de la tierra”, cosechando entre los productos: maíz, frejoles, y quimián (quinua).

Considerando los datos del INIAP podemos saber que desde mediados del siglo XVIII en el Ecuador se diferenció dos grandes clases de quinua:

- a) Blanca, cuyo grano es menudo, redondo, chato, sin piel; se cultiva en sementeras grandes de tierras frías “se come como el arroz, de buen gusto fresco”.
- b) Colorada, de grano muy menudo y redondo, cuyo único uso es comerlo tostado, porque revienta y se esponja mucho y es de bello gusto”.

### **Propiedades Nutricionales de la Quinua**

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad. Ya que la quinua contiene un alto porcentaje de aminoácidos esenciales, es considerada como un súper alimento, que debería estar presente en la dieta de la población mundial, ya que cuenta con: proteínas, grasas, hidratos de carbono, hierro y no cuenta con azúcar un beneficio muy importante para las personas que sufren de diabetes. (PROINPA, 2011)

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

**Tabla 1:** Propiedades nutricionales de la quinua

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vacuna	Leche Humana
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20		3.50	3.50
Hidratos de Carbono	71.00					
Azúcar					4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20		2.50	

**Realizado por:** Juan Villarroel.  
**Fuente:** (MDRT-BOLIVIA, 2009)

### Tipos de Quinua en el Ecuador

A nivel mundial se tiene una inmensa cantidad de variedades de quinua, en Ecuador podemos encontrar de dos tipos.

**Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.: Variedades INIAP Tunkahuan e INIAP Pata de Venado



**Fuente:** (Peralta, 2012)

Las diferencias entre estos dos tipos de quinuas son mínimas, pero a continuación detallaremos los más importantes.



Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

**Tabla** ;Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.: Diferencias entre Tunkahuan y Pata de Venado

VARIEDAD	ALTURA	DÍAS	DÍAS	COLOR	CONTENIDO	RENDIM.	ALTITUD
	PLANTA	FLORAC.	COSECHA	GRANO	DE SAPONINA	Kg/ha (promedio)	ÓPTIMA m
INIAP TUNKAHUAN	150	109	180	Blanco	Bajo (0.06%)	2000	2600- 3200
INIAP PATA DE VENADO	75	73	150	Blanco crema	Bajo (0.05%)	1400	3000- 3600

**Realizado por:** Juan Villarroel 2018  
**Fuente:** (Peralta, 2012)

### Usos y derivados de la quinua

A la quinua la podemos utilizar de diversas formas y en diferentes tipos, desde su planta como forraje, que sirve de alimento para los animales de sectores rurales hasta finas harinas para la industria alimenticia.

A continuación, detallaremos estos tipos de uso:

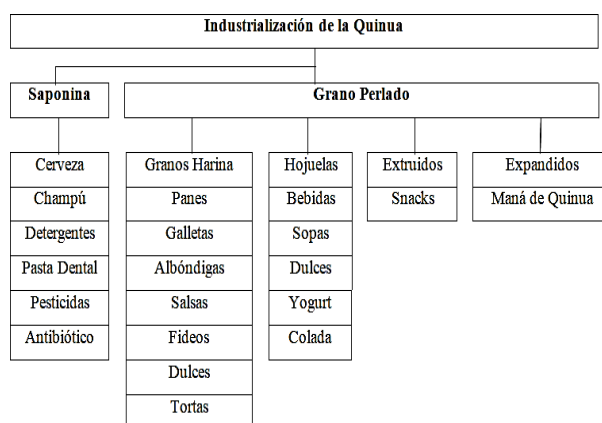
- Uso medicinal:** Tienen uso medicinal: las hojas son machacadas y se las utiliza como analgésico para aliviar el dolor de muelas y dientes.,El tallo ha sido utilizado como cicatrizante y la infusión de hojas y tallos es una bebida utilizada para desinflamar las vías urinarias; se utilizan también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos. (FAO, 2013)
- Alimentación Animal:** La planta entera se usa como forraje verde. También se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves.
- Alimentación humana:** Se usan el grano, las hojas tiernas hasta el inicio de la formación de la panoja-el contenido de proteínas de estas últimas alcanza hasta 33,3% en materia seca-, y con menor frecuencia las panojas tiernas. El valor nutritivo es relevante. Destacan el contenido y la calidad de proteínas por su composición en aminoácidos esenciales y es especialmente apta para mezclas alimenticias con leguminosas y cereales. (FAO, 2013).
- Industria alimentaria:** De los granos enteros y de harina de quinua se preparan casi todos los productos de la industria harinera. La principal ventaja de la quinua como suplemento en la

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

industria harinera, está en la satisfacción de una demanda creciente en el ámbito internacional de productos libres de gluten.

- e) **Otros usos industriales:** La quinua es un producto del cual se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio, cosmético, farmacéutico y otros como se muestra en la Figura.

**Tabla 3:** Industrialización de la quinua



**Realizado por:** Juan Villarroel 2018  
**Fuente:** (FAO, 2013)

## La Saponina en la Quinua

### Definición de saponina

Esta palabra viene (del latín sapo, "jabón") son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón. Su característica principal es la de formar gran cantidad de espuma, cuando se encuentra en contacto con el agua.

Las saponinas son tóxicas debido a esta característica se hace imposible el consumo humano debido a que se pondría en riesgo el sistema digestivo y en sí la salud de las personas.

Muchos alimentos de consumo diario contienen saponinas entre ellas podemos mencionar a la yuca, el ginseng y la quinua.

Las saponinas de la quinua han sido aprovechadas en la fabricación de cerveza, como un complemento para los compuestos que se encuentran presentes en los extintores de incendios, en shampoos e inclusive en la industria farmacéutica.

## **Desaponificación de la Quinua**

Se lo llama así al proceso de eliminación de saponinas de la quinua, o desamargado de la quinua.

### **Métodos de desaponificación de la quinua**

Con el pasar de los años y el avance de la tecnología se desarrollado varios tipos de desaponificado siempre partiendo de los conocimientos ancestrales de los pueblos indígenas.

- ★ Método de lavado por agitación y turbulencia.
- ★ Método de lavado por fricción o rozamiento.
- ★ Método termo-mecánico en seco.
- ★ Método químico.
- ★ Método combinado.

## **Lavadora de Quinua**

Es una máquina cuya función principal es la eliminación de saponina mediante el rozamiento entre los granos de quinua y las paredes internas del tambor de la máquina, este rozamiento se consigue mediante el movimiento que produce las aspas que se encuentran en el interior del tambor de la máquina, durante todo este proceso los granos de quinua se encuentran en contacto con el agua.

Las primeras lavadoras de quinua fueron adaptadas de licuadoras industriales en los años 70, al ver que estas adaptaciones servían para su objetivo principal que era el de la eliminación de saponina del grano de quinua, se tomó como base para las futuras lavadoras de quinua.

Hoy en día la mayoría de las lavadoras de quinua tienen el diseño básico que es el de un tambor circular el cual dentro contiene aspas en diversos modelos: rectos, ondulados, semicirculares. El diámetro y la altura del tambor de las lavadoras de quinua dependen de la capacidad de lavado que tiene la máquina.

## **Metodología**

### **Diseño y construcción**

#### **Parámetros de diseño**

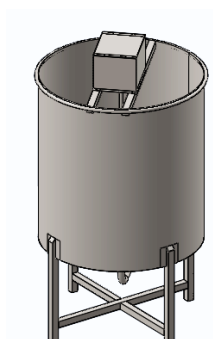
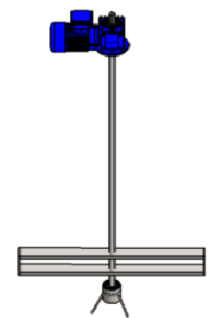
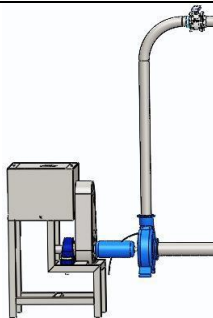
Al ser este proyecto de titulación una implementación en la empresa ASOALIENU nuestra lavadora de quinua debía cumplir ciertos parámetros de capacidad de lavado que fueron solicitados por la empresa.

## Diseño del Equipo

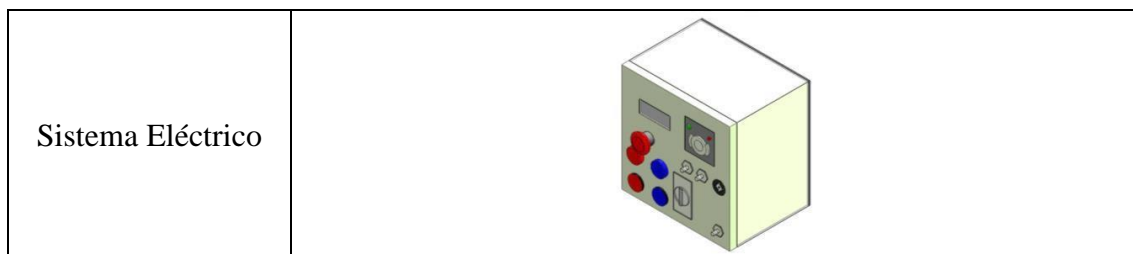
Con el propósito de tener una mejor comprensión del diseño de la lavadora de quinua a continuación se divide la maquina en 4 sistemas:

- ★ Sistema Estructural.
- ★ Sistema Motriz.
- ★ Sistema de Bombeo y Re-circulación.
- ★ Sistema Eléctrico.

**Tabla 4:** Sistemas de la lavadora de quinua

Sistemas	Figura
Sistema Estructural	
Sistema Motriz	
Sistema de Bombeo y Re-circulación	

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU



Realizado por: Juan Villarroel 2018

## Construcción del Equipo

### Equipos utilizados en la construcción

En la fase de construcción de la lavadora de quinua se utilizó varios equipos para las diferentes operaciones que a continuación se detallan.

**Tabla 5:** Equipos utilizados para la construcción

Código	Equipo.
E 1	Soldadora de Alta Frecuencia TIG
E 2	Soldadora de Arco Eléctrico
E 3	Torno
E 4	Baroladora
E 5	Cortadora por Plasma
E 6	Plegadora
E 7	Taladradora de Pedestal
E 8	Esmeril

Realizado por: Juan Villarroel 2018

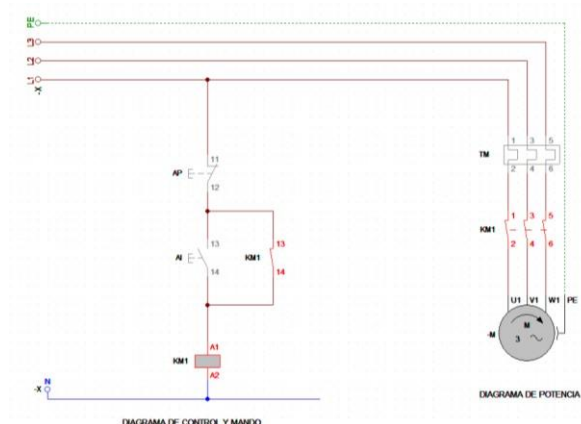
Estos equipos nos permiten desarrollar la lavadora luego de analizar cada uno de los sistemas y componentes.

## Sistema Eléctrico

El sistema de la maquina escarificadora está conformado por el diagrama básico de control de un motor trifásico:

- ★ Diagrama del circuito de control y mando.
- ★ Diagrama del circuito de potencia.

**Figura 3:** Diagrama de control y mando



Realizado por: Juan Villarroel 2018

Dónde:

L1: Fase 110V

L3: Fase 110V.

N: Neutro.

AI: Accionamiento de Inicio

TM: Fusible Térmico

L2: Fase 110V.

LP: Protección.

AP: Accionamiento de Parada

KM1: Contactor

M: Motor

## Circuito de control y mando

Sirve para la puesta en marcha, se logra presionando el botón de arranque AI, esto permite que la corriente llegue a la bobina de Contactor KM1.

El Contactor KM1 alimentado cierra los contactos principales, en el circuito de potencia permite que la tensión llegue al motor y gire. También cierra el contacto auxiliar en paralelo con el botón pulsador de arranque, cuando dejemos de presionar, permitirá al cerrarse que la bobina continúe alimentándose.

## Circuito de potencia

El circuito de potencia es la parte que controla el consumo de corriente del sistema.

Esta parte es la que se encarga de excitar los relés para activar un dispositivo a su salida, ya sea un motor de continua, una bombilla, etc.

Este tipo de circuito se caracteriza sobre todo por trabajar a tensiones superiores 230V, 400V y más, en corriente alterna principalmente.

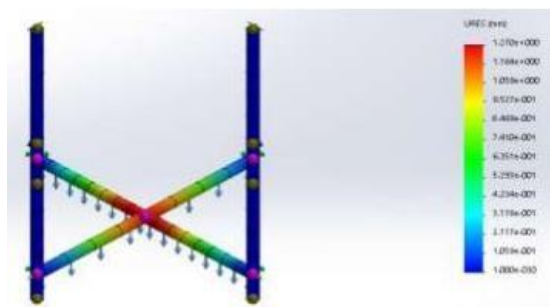
Los circuitos de potencia se representan en los esquemas de potencia, donde se incluyen una serie de elementos. Entre los más representativos se encuentran:

- ★ Fusibles.
- ★ Interruptores tripolares.
- ★ Contactores.
- ★ Relés térmicos.
- ★ Motores

## Resultados

Una vez diseñado cada uno de los elementos de la lavadora se procede a realizar un análisis estático de los elementos que soporten a mayor fuerza o presión como es el caso de la estructura que soporta el peso del taque más el agua y la quinua colocada en el lavado con un peso de análisis de 640 kg en una estructura de tubo de acero inoxidable de 1 pulgada  $\times$  1 pulgada  $\times$  2 mm de espesor, realizado en SolidWorks educacional.

**Figura 4:** Análisis estático, deformación en mm por efecto de las fuerzas aplicadas



La deformación máxima resultante es de 1.270e+000mm en el nodo: 9489 que se puede observar en la figura 4 del color rojo, de esta manera se asegura la construcción de la estructura soporte.

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la empresa ASOALIENU

Al asegurarse que cada elemento sometido a esfuerzo soporte el peso aplicado se procede a realizar la construcción y posteriormente las pruebas de funcionamiento.

### Componentes de la lavadora de quinua

En la construcción de la lavadora de quinua se considera como esenciales para cumplir con las especificaciones técnicas.

Es muy importante aprovechar al máximo posible los materiales adquiridos.

A continuación, se presenta una tabla con los elementos de la lavadora de quinua.

**Tabla 6:** Componentes de la lavadora de quinua

Sistema	Elemento	Cantidad	Descripción
Sistema Estructural	Estructura	1	Tubo cuadrado
	Cuerpo	1	Plancha
	Anillo Superior	1	Tubo redondo
	Cono	1	Plancha
	Placa para Estructura	1	Plancha
	Puente Soporte	1	Plancha
	Protector de Polea y Banda	1	Plancha
	Cubre Motor	1	Plancha
	Tapa Cubre Motor	1	Plancha
	Base para Motor	1	Plancha
Sistema Motriz	Eje Motriz	1	Eje
	Bocín de Eje	1	Normalizado
	Rodamiento	1	CMB UCP 205-16
	Paletas Internas	2	Platina
	Chumaceras Eje Motriz	2	Normalizado
	Motor	1	WEG
	Banda	1	Normalizado
Sistema de Bombeo y Re-circulación	Estructura para Bomba	1	Tubo cuadrado
	Tubería de Succión, Circulación y Descarga	1	Tubo redondo
	Placa de Soporte de Motor	1	Plancha
	Motor	1	Normalizado
	Chumacera	1	Normalizada
	Bomba	1	Normalizada
	Eje Para Bomba	1	Eje
	Válvula Esférica	1	Normalizada
	Cubre Motor de Bomba	1	Plancha
	Polea Conductora	1	Normalizada
	Polea Conducida	1	Normalizada
	Banda Trapezoidal	1	Normalizado



Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

Siste ma Eléctri co	Protector de Polea y Banda	1	Plancha
	Eje de Perilla de Válvula	1	Eje
	Perilla de Válvula	1	Platina
	Eje Motriz	1	Plancha
	Pulsador	1	Normalizado
	Luz Piloto	1	Normalizado

Realizado por: Juan Villarroel 2018

### Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas en la lavadora de quinua se las realizó con 500 libras de quinua.

**Figura 4:** Pesaje de las libras y ubicación en la lavadora en este caso 5 quintales de 100lb



Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

---

**Figura 5:** Lavado y evacuación de la quinua lavada



Según la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria INEN 1672 que determina el porcentaje de saponinas procesada en la lavadora de quinua se procede a realizar pruebas y encontrar el porcentaje de saponina mediante los siguientes pasos:

- ★ Se mide 0.50g de quinua, colocando en un tubo de ensayo junto con 5,0 ml de agua destilada
- ★ Se agita fuertemente el tubo durante 30 segundos, este proceso se efectuó en la máquina centrifugadora del laboratorio de ciencias de la ESPOCH, a 5000rpm y con un tiempo de centrifugado de 30s
- ★ Por último, se mide la altura de espuma en el tubo de ensayo.

Siguiendo los pasos establecidos se tiene como resultado 0,5cm de espuma

El contenido de saponinas se lo calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ps = \frac{(0,646 \cdot h) - 0,104}{10}$$

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la empresa ASOALIENU

Dónde:

$\rho = \text{densidad del agua} \text{ en kg/m}^3$ ,  $\rho = \text{densidad del jabón}$

$h = \text{altura del agua en el sistema de lavado}$

$\eta = \text{eficiencia del sistema de lavado}$

Remplazando los valores tenemos:

$$P_s = \frac{(0,646 \times 0,5) - 0,104}{0,5 \times 10}$$

$$\rho = 0,0438$$

El porcentaje de saponinas obtenido en el sistema de lavado es menor al 0,12 % con lo cual cumple con el requerimiento de los mercados internacionales, para el consumo humano, de esta manera se puede exportar.

### Análisis de Resultados de Lavado

A continuación, se realiza la comparación de tiempos de lavado, de un proceso manual y un proceso semiautomático mediante la lavadora de quinua.

### Tiempo de lavado manual

Para la obtención de estos tiempos de lavado manual se realizó pruebas de lavado en cubetas plásticas de 20 litros, se optó por utilizar este tipo de recipientes debido a que las personas que realizan el proceso de lavado manual así lo realizan debido a la comodidad, la altura y la forma que estos recipientes tienen. Mediante el análisis de un diagrama de proceso se obtuvo el siguiente resultado.

**Tabla 7:** Resumen del diagrama de procesos

RESUMEN	
OPERACIÓN 	18
TRANSPORTE 	3
INSPECCION 	1
DEMORA 	1
ALMACENAJE 	1
ACTIVIDAD CONVINADA 	0
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>
DISTANCIA RECORRIDA (m)	155







Realizado por: Juan Villarroel 2018

### Tiempo de lavado mediante la lavadora de quinua

Para la obtención de estos tiempos se realizó pruebas de lavado en la maquina lavadora, con una capacidad de 500 libras de quinua, con agua a temperatura ambiente.

Y mediante un diagrama de procesos se obtuvo es siguiente resultado.

**Tabla 8:** Resumen del lavado mediante la lavadora de quinua

RESUMEN	
OPERACIÓN 	7
TRANSPORTE 	2
INSPECCION 	0
DEMORA 	0
ALMACENAJE 	1
ACTIVIDAD CONVINADA 	0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>
Distancia Recorrida (m)	150
Tiempo Total (s)	1902

**Realizado por:** Juan Villarroel 2018

### Análisis de resultados

**Lavado manual:** Con el estudio e interpretación del diagrama de proceso manual podemos concluir que un saco de quinua de (100 libras aproximadamente) son lavadas en 1 hora, 10 minutos y 24 segundos.

Cabe recalcar que este tiempo está dividido en Tres partes:

- ★ Un proceso inicial de preparación de la quinua para su lavado en donde el trabajo sería de una sola persona con un tiempo de 21 minutos.
- ★ Un tiempo de espera o demora de 30 minutos para que el agua se encuentre en contacto con la quinua y así facilite su desaponificado.
- ★ Y un proceso final o proceso de lavado para el cual se necesitaría de 10 personas con un tiempo de trabajo de 19 minutos y 24 segundos.

**Lavado en la máquina lavadora de quinua:** Con los resultados del proceso de lavado mediante la maquina llegamos a la conclusión que en un tiempo de 31 minutos y 42 segundos se lava 5 sacos de quinua de (100 libras aproximadamente). Y se requiere de un solo operario que sea el encargado

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la del trabajo en la máquina.  
empresa ASOALIENU

---

## Conclusiones

Los pasos secuenciales en el proceso de lavado son: reposo, lavado, cernido, cambio de agua, nuevamente lavado y la obtención de un grano de quinua limpio. Además del tiempo real de lavado de 5 horas y 52 minutos con un tamaño de muestra de 500 libras y las condiciones ambientales de temperatura en las que se realiza el proceso, que para la provincia de Chimborazo se tiene una media anual de temperatura de 8°C – 19°C.

Mediante la aplicación de la norma técnica de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados se seleccionó el Acero Inoxidable AISI 304 y previo análisis mediante SolidWorks se procede a la construcción de la lavadora de quinua, cumpliendo a cabalidad con las normas nacionales vigentes.

Con los resultados del proceso de lavado mediante la máquina se obtuvo un tiempo de 31 minutos y 42 segundos con una capacidad de 500 libras de quinua. Y se requiere de un solo operario para realizar este proceso.

Se aplicó la norma INEN 1672 para determinar así el contenido de saponinas en la quinua luego de haber sido procesada en la lavadora de quinua, teniendo un porcentaje de 0,0438 de saponina, valor muy por debajo del 0,12% que establecen los mercados europeos para su consumo.

## Referencias

1. LEÓN HANCCO, Juvenal Martín. Cultivo de Quinua en Puno-Perú (Descripción, manejo y producción). (Trabajo de titulación) (ingeniería). Universidad Nacional del Altiplano, Ciencias Agrarias.(Puno-Perú). 2003. pp. 3-4.
2. DMCREATIVE. Maquinarias-innova.[En línea] [Fecha de consulta: 23 de 11 de 2018]. Disponible en: [http://maquinarias-innova.com/data\\_grande1.php?&var\\_precio=US\\$%200.00&var\\_idcat=1879](http://maquinarias-innova.com/data_grande1.php?&var_precio=US$%200.00&var_idcat=1879).
3. Estrella, Eduardo. El Pan de America: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Quito-Ecuador : FUNDACYT, 1998. pp. 15-18
4. FAO. Quinoa [En línea] [Fecha de consulta: 10 de septiembre 2018]. Disponible en : <http://www.fao.org>.
5. Foust, Alan. Principios de operaciones unitarias. Segunda Edición. México: Continetal, 2006. pp. 574.

Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la  
empresa ASOALIENU

---

6. Jacobsen, Sven-Erick & Sherwood, Stephen. Cultivo de Granos Andinos en Ecuador. (Informe sobre los rubros, quinua, chocho y amaranto). Quito, Ecuador. : Abaya-Yala., 2002, pp. 14.
7. Proinpa. La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. (2011) (Bolivia) pp. 7.
8. Martin. Catálogo de poleas y bandas. (2010) pp.51
9. MDRT-BOLIVIA. Informe Agroalimentario. (2009) (Bolivia) pp. 1-7.
10. Peralta, E; et al. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Quito-Ecuador : Pulicación Miscelánea N°. 69., 2012, pp.20-25
11. Meyhuay, Magno. "Quinua Operaciones de Poscosecha". Food and Agriculture Organization of the United Nations, (1999) (Estados Unidos) pp. 15.
12. REGISTRO-OFICIAL. Norma Técnica Sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria., Ministerio de Salud Pública. Quito : Editora Nacional, 2015. pp. 7-8.
13. Vulcanotec. Lavadoras de quinua. [En línea] [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2018]. Disponible en: <https://vulcanotec.com/maquinas/lavadoras/lavadora-de-quinua/>.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).