

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

<http://dx.doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1859>

## **Automatización del proceso de secado de Quinoa. Caso: Asociación de emprendedores NUTRIANDINA, Ecuador**

### **Automation of the Quinoa drying process. Case: NUTRIANDINA Entrepreneurs Association, Ecuador**

Darwin Geovanny Rivera-Palma

[darwinrivera67@yahoo.es](mailto:darwinrivera67@yahoo.es)

Red de Investigación Koinonía, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2561-8654>

Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

[jhonny.orozco@esPOCH.edu.ec](mailto:jhonny.orozco@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO,  
Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2353-1600>

Julio César Moyano-Alulema

[j\\_moyano@esPOCH.edu.ec](mailto:j_moyano@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO,  
Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-6672-9409>

Ángel Geovanny Guamán-Lozano

[a\\_guaman@esPOCH.edu.ec](mailto:a_guaman@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO,  
Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-5145-6994>

Recibido: 01 de marzo 2022

Revisado: 10 de abril 2022

Aprobado: 15 de junio 2022

Publicado: 01 de julio 2022

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## RESUMEN

El objetivo general de la investigación consistió en describir la automatización del proceso de secado de quinua por medio de una máquina para la asociación de emprendedores NUTRIANDINA. Se efectuó la construcción de la secadora tipo bandeja circular para quinua y luego se realizó pruebas de funcionamiento para determinar la capacidad de producción, y se determinó que la capacidad de producción es de (5qq/h y 7qq/h). Se realizó una comparación de secado de quinua del secador circular tipo bandeja con el secador solar, sumaklife y camari y se pudo determinar que la máquina construida tiene un 12,18% de humedad y el secador tipo bandeja circular de la quinua seca se obtuvo en 85 minutos y en el secador solar se obtiene seca la quinua en 185 minutos; se recomienda encender la máquina secadora de quinua 3 minutos antes para que se estabilice y luego poner la quinua húmeda.

**Descriptor:** Automatización; proceso; maquinaria; secado; asociación (Tesoro UNESCO).

## ABSTRACT

The general objective of the research was to describe the automation of the quinoa drying process by means of a machine for the association of entrepreneurs NUTRIANDINA. The construction of the circular tray type dryer for quinoa was carried out and then performance tests were carried out to determine the production capacity, and it was determined that the production capacity is (5qq/h and 7qq/h). A comparison of quinoa drying of the circular tray-type dryer with the solar dryer, sumaklife and camari was carried out and it was possible to determine that the constructed machine has 12.18% humidity and the circular tray-type dryer of dry quinoa was obtained in 85 minutes and in the solar dryer the quinoa is obtained dry in 185 minutes; It is recommended to turn on the quinoa drying machine 3 minutes before so that it stabilizes and then put the wet quinoa.

**Descriptors:** Automation; process; machinery; drying; association. (UNESCO Thesaurus).

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## INTRODUCCIÓN

La quinua representa un elemento muy importante por sus propiedades nutritivas de alta calidad y aún más cuando está empezando a formar parte de un grupo de alimentos de uso masivo e inclusive de exportación, la aplicación del proceso de secado manual o por medio de una máquina permite determinar en cuanto tiempo se va a secar la quinua con un control de calidad de la quinua. El pelado de la quinua requerida se realiza de forma manual lo que implica un excesivo tiempo de proceso, así como condiciones de insalubridad. En base a lo antes expuesto, el presente trabajo se lleva a cabo con el objetivo principal de dar una mejora eficiente al proceso de escarificado de quinua mediante la implementación de una máquina que ayude en el proceso productivo. (Ramos, 2016, p. 25)

La mayor justificación de este estudio consiste que en Ecuador, la automatización o mecanización de los trabajos en área de la agricultura tiene un porcentaje relativamente bajo, siendo una de las limitantes y principal problema los costos de la maquinaria agrícola, las cuales solo pueden ser adquiridas básicamente por los grandes empresarios, quienes poseen el capital suficiente para su adquisición. (Alarcón, 2014, p. 23).

Una de las principales limitantes de la producción de quinua en Ecuador es la falta de tecnología para la cosecha y procesamiento, la misma que se debe realizarse en época oportuna para evitar pérdidas de grano en el campo.

Uno de los estudios más interesantes dentro de este tema es, la escarificadora diseñada y construida por (Torres, 1980., pp. 11-16). En este caso, los granos de quinua son sometidos a un proceso combinado de efecto abrasivo y golpeado, con paletas giratorias sobre tamices estacionarios, los que recogen y separan el polvillo de saponina de los granos.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## La Quinoa

La quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) una planta que alcanza de 1 a 3 metros y sus hojas son anchas y también se lo conoce como pseudocereal, es nativa de los lugares de región andina y se la siembra en Ecuador en algunas provincias de las principales zonas productoras Imbabura, Carchi, Chimborazo, Pichincha y Cotopaxi, otros, y se cultiva a 2300 metros y 3700 metros, sobre el nivel del mar. (Peralta, 2010)

Es importante mencionar que la quinoa tiene diversos usos, esta es utilizada como forraje verde para la alimentación de ganado vacuno, ovino y camélido. En el campo de la medicina también es de gran utilidad, al respecto a las hojas, tallos y granos, se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas, desinfectantes, en hemorragias internas y como repelente de insectos; además de ser un producto del cual se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio, cosmético, farmacéutico entre otros. Las saponinas que se extraen de la quinoa amarga se pueden utilizar en la industria farmacéutica, adicionalmente la propiedad de la saponina es usada como antibiótico y para el control de hongos. (Tapia, 2010)

Por su parte, el almidón de la quinoa tiene posibilidades especiales de uso en la industria debido al pequeño tamaño del gránulo de almidón, por ejemplo, en la producción de aerosoles, pastas, excipientes en la industria plástica entre otros. (FAO, 2012)

## Historia sobre la quinoa

Se lo cultiva desde la antigüedad en los Andes, en 1970 un historiador nos indicó que al norte de un país se cultivaba quinoa, se encontró ahí granos de quinoa que habían desde la antigüedad años atrás, un historiador de origen peruano nos indicó que la quinoa es antigua desde 5000 años, en forma global podemos decir que hay varios lugares donde nosotros podemos encontrar granos de quinoa y se analizan con el carbono 4 (C.4) y dicen que desde la antigüedad hay granos de quinoa. Nos indican que hay una

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

particularidad que cuando el grano de quinua o la semilla más antigüedad tenga se tiene la posibilidad de encontrar semillas de quinuas silvestres, para un proceso de secado o selección se ha hecho en varios siglos para poder tener una variedad. (Hinojosa, 2015) La quinua es de un origen andino o zona andina de todos los lugares altiplanos, se han caracterizado por tener una gran variedad de especies silvestres u una gran variedad genética, en estos tiempos se tiene una gran variedad de plantas de quinua: a nivel de mar, solares, quinua de valles, subtropicales y altiplánicas (Peralta, op. cit). En esa misma materia, Estrella (1988), que es una planta herbácea y que tiene algunas cualidades como medicinales y alimenticias, que en la antigüedad lo cultivaban los cañarís por el siglo XVI, tras la conquista de los españoles a los pueblos aborígenes en 1549 dijeron que la quinua se la vendiera en los tambos. Por otra parte, en Chimbo se encontró quinua, una yerba muy parecida a la de España, tiene una semilla menuda, como mostaza, pero de color blanco se hace comida del grano de quinua. (Peralta, op. cit).

### **Valor nutritivo de la quinua**

Según ERPE (Escuelas Radiofónicas Populares Ecuatorianas) que está ubicado en Riobamba, Chimborazo, Ecuador está impulsando a l grano de quinua para la producción certificada para que tengan un producto de calidad, como una gran cantidad de pequeños productores, la cosecha tiene como finalidad ser exportada. (Bravo, et al., 2021)

La quinua tiene un excepcional valor nutritivo, con proteínas de alto valor biológico y excelente balance de aminoácidos esenciales, la vitamina la tiene en el núcleo del grano, y no en la cáscara, en cereales como: el arroz o el trigo. (Suquilanda, 2005)

La quinua, ofrece la mayor cantidad de aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo, es decir los 10 aminoácidos esenciales que el hombre necesita, destacando entre estas la lisina que es uno de los más escasos en los

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

alimentos de origen vegetal y que está presente en el cerebro humano. (Suquilanda, op. cit)

La quinua, comparada con otros granos y hortalizas, es muy alta en proteínas, calcio, zinc y hierro los que son considerados minerales esenciales para la salud humana. Lo cual muestran a la quinua como un alimento ideal, Las semillas germinadas son también un alimento exquisito y muy nutritivo. La misma que proporciona nutrientes igual o más que muchos de los alimentos del reino vegetales. (Suquilanda, op.cit)

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Procedimiento**

En esta etapa se describe de cómo se fue construyendo el secador circular con el objetivo de diseñar el modelo prototipo de selección de elementos de máquinas que mejor se adaptó.

### **Estructura móvil**

Mandar a valorar los tubos 1 anillo

Unir los tubos que queden iguales valorados

Tubos regulizadores para que la estructura se ponga dura

Centrar un tubo en el eje principal en centro de la estructura

Tejer el piso con tubo

### **Para la construcción de la estructura móvil**

Tubo cuadrado de acero AISI 304 50x50x2

Tubo cuadrado de acero AISI 304 25x25x1, 5mm

Tubo cuadrado de acero AISI 304 d=3in x 2mm

Radio 1500mm

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano



**Figura 1.** Estructura móvil.

### **Estructura fija**

Mandar a valorar los tubos 2 anillos

Unir los tubos que queden iguales valorados

Tubos reguladores para que la estructura se ponga dura

Centrar un tubo en el eje principal en centro de la estructura

Tejer el piso con tubo de 2 pulgadas 2x2x2mm

Damos la vuelta y ponemos una malla para poder forrar con lana de vidrio para que no pase la temperatura al piso

Forrar por encima con una plancha de acero inoxidable pre pulida

Poner los parantes para poder fijar el otro anillo de encima

Poner la plancha

Forrar con lana de vidrio

El otro forro que esta por fuera forramos con lana de vidrio

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## **La construcción de la estructura móvil**

Para la construcción de la estructura móvil, se requiere los siguientes materiales y se sigue el procedimiento que se menciona a continuación:

Tubo cuadrado de acero AISI 304 50x50x2

Tubo cuadrado de acero AISI 304 100x100x2

Tubo cuadrado de acero AISI 304 d=3in x 2mm

Lana de vidrio

Plancha de acero inoxidable

Radio 1500mm

Altura 600

Poner la rueda principal la que va a girar

Poner un anillo de acero inoxidable en un tubo 1 1/4x1.5

Tejemos

Poner las varillas para unas ruedas de caucho para que camine y lo vaya aguantando

Poner los rodamientos principales

La rueda principal del centro lleva un rodamiento torneado en acero inoxidable

Poner la malla principal para el producto una malla de acero inoxidable

Poner un faldón para que la quinua no se salga

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano



**Figura 2.** Ponemos los rodamientos.

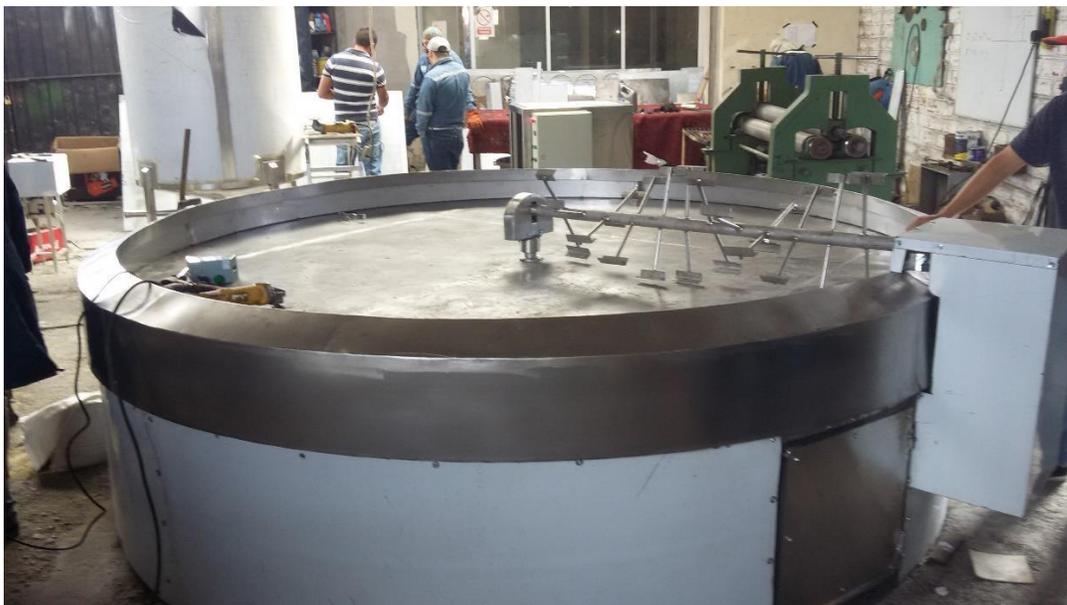


**Figura 3.** Malla principal del producto.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano



**Figura 4.** Ensamblado del eje de transmisión.



**Figura 5.** Máquina completa.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
 Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## RESULTADOS

### Propiedad que tiene la quinua

**Tabla 1.**

Propiedad que tiene la quinua.

Tipo	Espesor (m)	dpromedio (m)	Densidad real (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )
ASOALIENU	0,001	0,00180	1380	1226,95

**Fuente:** Mena Reinoso (2015).

**Tabla 2.**

Diagrama de procesos para el secado de quinua.

#	Símbolo	Actividad	Tiempo (min)
1		Se transportó la quinua de la centrifuga al secador tipo bandeja para quinua	1
2		Se puso la quinua mojada en el secador tipo bandeja para quinua	10
3		Se mueve la quinua cada 15 minutos	60
4		Se deja que enfríe la quinua en el secador tipo bandeja para quinua.	10
5		Sacamos la quinua seca del sacador tipo bandeja para quinua.	4

**Elaboración:** Los autores.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
 Ángel Geovanny Guamán-Lozano

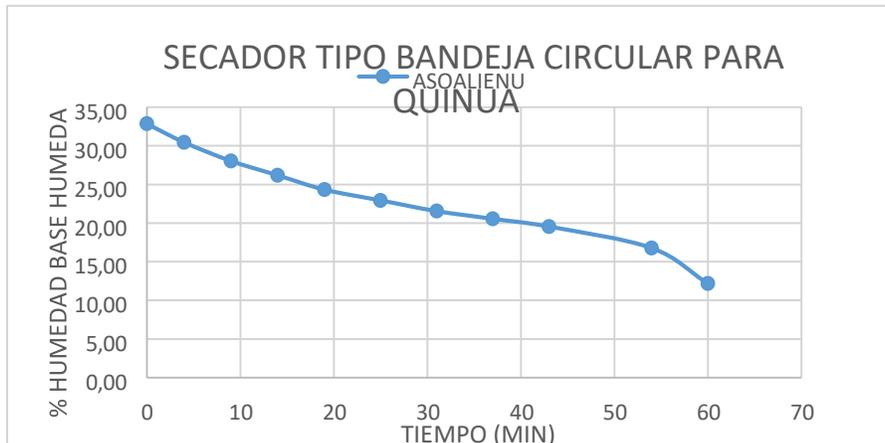
**Tabla 3.**  
 Secado de quinua en el Secador tipo bandeja circular para quinua.

Secado de quinua		ASOALIENU
Quinua	Sector: Chimborazo	
Peso	0,00283 g	
Tiempo (min)	Peso (g)	% Humedad base húmeda
0	31,00	32,86
4	30,12	30,46
9	29,23	28,05
14	28,40	26,20
19	27,56	24,34
25	27,27	22,95
31	26,98	21,56
37	26,48	20,56
43	25,98	19,56
54	25,02	16,78
60	24,89	12,18

**Elaboración:** Los autores.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## Secado de la quinua



**Figura 6.** Curva % Humedad base húmeda vs Tiempo (secador circular).  
**Elaboración:** Los autores.

En la figura 6 se aplicó un tipo de quinua, la humedad va disminuyendo conforme el tiempo va aumentando, se aprecia que tienen un comportamiento similar y teniendo humedades iniciales diferentes.

## Resultado del secador solar

Se realizó con una muestra de quinua correspondiente a ASOALIENU en un día la cual tuvo una radiación solar de 4,64 (kwh/m<sup>2</sup>). En la tabla 6 se presenta los resultados simplificados. Se realizó el diagrama de procesos del secado de quinua en el secador solar para 5 quintales de quinua desde el transporte de la quinua hasta la puesta a secar y el sacado de quinua para ver que humedad alcanza en el tiempo de 60 minutos.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
 Ángel Geovanny Guamán-Lozano

**Tabla 4.**  
 Diagrama de procesos para el secado de quinua.

#	Símbolo	Actividad	Tiempo (min)
1		Se transportó la quinua mojada al lugar de secado donde se va a poner	10
2		Se puso la quinua mojada en el lugar de secado que es bajo el sol.	20
3		Se mueve la quinua cada 15 minutos	120
4		Se deja que enfrié la quinua en el secador tipo bandeja para quinua.	20
5		Sacamos la quinua seca del sacador tipo bandeja para quinua.	15

**Elaboración:** Los autores.

**Tabla 5.**  
 Conteo del diagrama de procesos del secado de quinua.

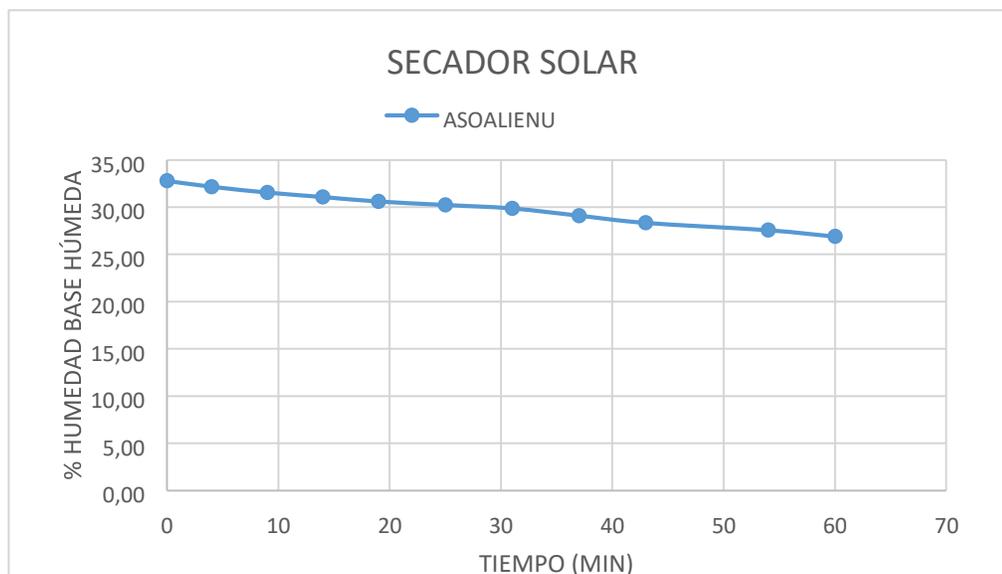
Descripción	Numero	Minutos
Operaciones	3	155
Transporte	1	10
Demoras	1	20
<b>Total tareas y actividades</b>	<b>5</b>	<b>185</b>

**Elaboración:** Los autores.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

Con este diagrama se puede observar cómo es el proceso de secado de la quinua desde el inicio al final del secado y cuanto se demora.

### Secado solar de la quinua

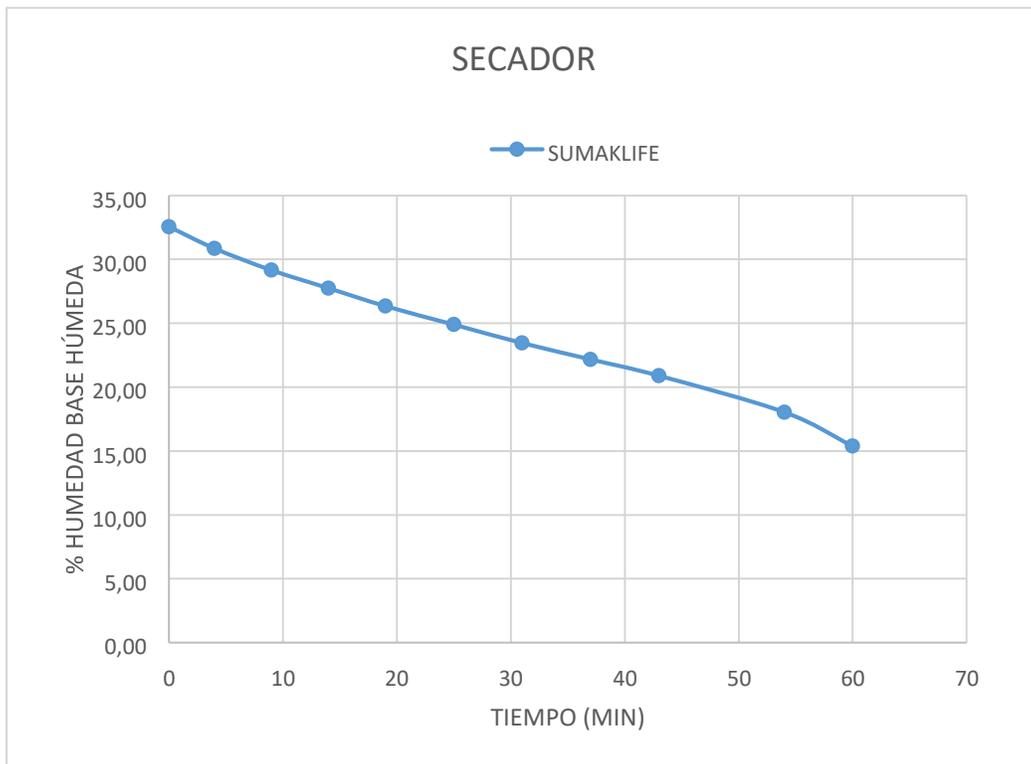


**Figura 7.** Curva % Humedad base húmeda vs Tiempo (secador solar).  
**Elaboración:** Los autores.

En la figura 3 se aprecia la pérdida de humedad conforme va pasando los minutos en el día y el día el % de humedad no disminuye muy rápido y en el Secador tipo bandeja circular para quinua el % de humedad disminuye más rápido. Se puede observar que la pendiente es más alta del día comparada con la pendiente del Secador tipo bandeja circular para quinua que es más baja.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

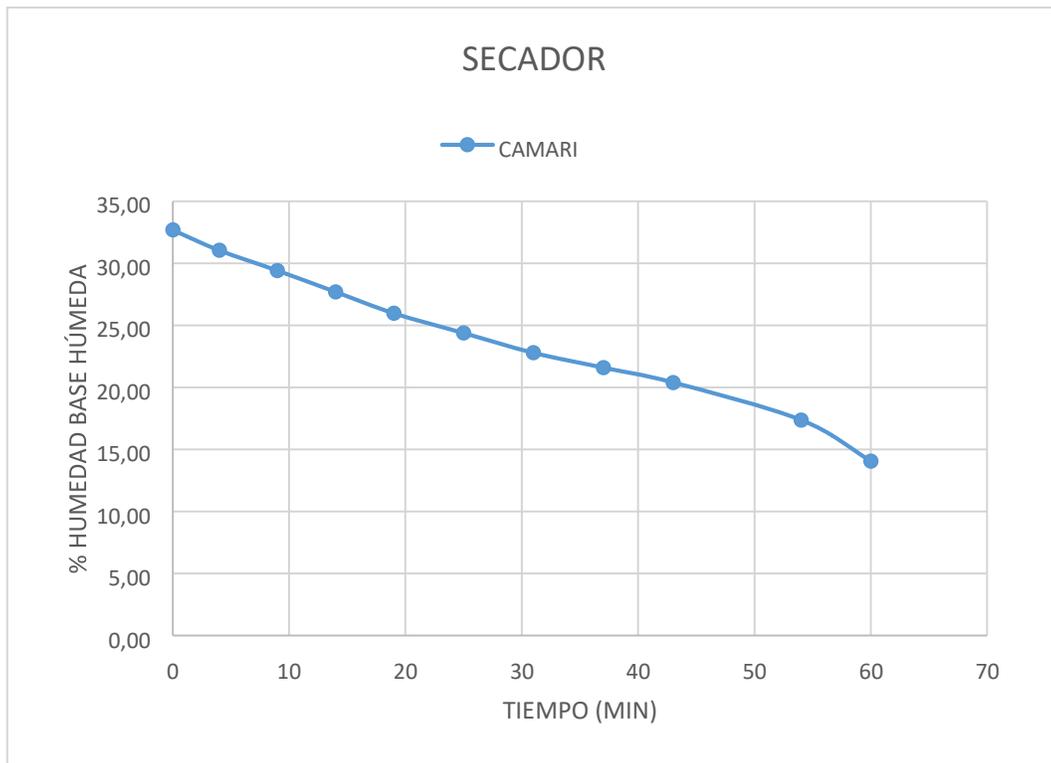
## Resultado del secador de sumaklife



**Figura 8.** Curva % Humedad base húmeda vs Tiempo (SUMAKLIFE).  
**Elaboración:** Los autores.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

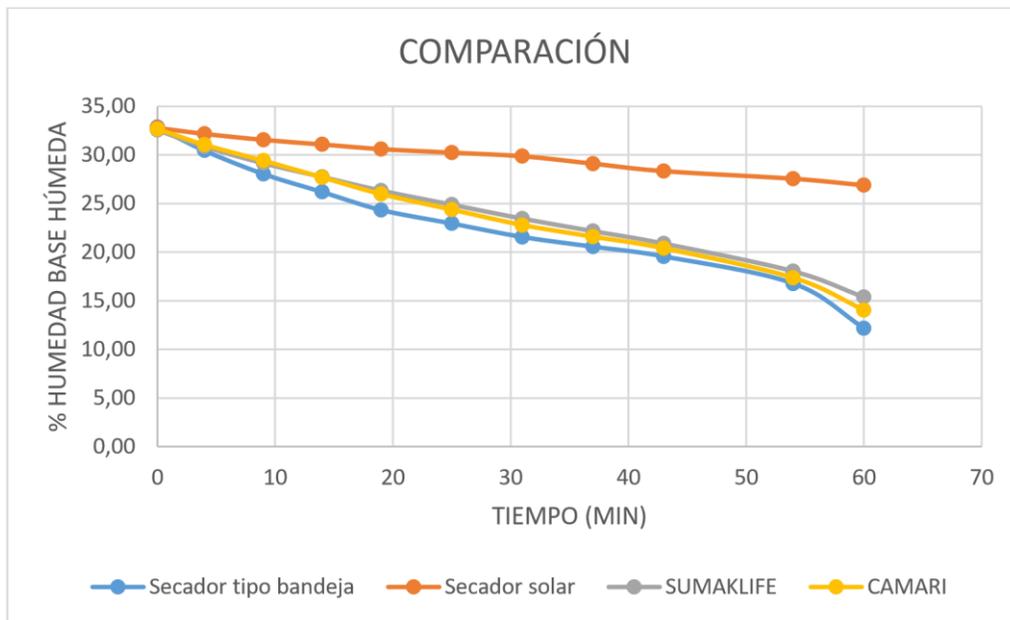
## Resultado del Secador de camari



**Figura 9.** Curva % Humedad base húmeda vs Tiempo (CAMARI).  
**Elaboración:** Los autores.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

## Curva de secado de cuatro tipos de secado



**Figura 10.** Comparación de las curvas de secado.  
**Elaboración:** Los autores.

## CONCLUSIONES

Para vencer el momento torsor total de 4552,38  $N \cdot m$  y la inercia de todos los elementos giratorios se necesita un motor de 2HP para que el grano se mueva adecuadamente. También se determinó que en el secador circular tipo bandeja en 60 minutos se tiene 12,18 % de humedad y en el secador solar en 60 minutos se tiene 26,89 % de humedad de la quinua. De igualmente se determinó que con el secador tipo bandeja circular la quinua seca se obtiene en 85 minutos y en el secador solar se obtiene seca la quinua en 185 minutos para que el producto esté terminado.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

Es importante tener en cuenta algunos aspectos para garantizar la máxima eficiencia en las operaciones, tales como se debe encender la máquina secadora de quinua 3 minutos antes para que se estabilice y luego poner la quinua húmeda. De igual forma se debe utilizar los EPP (Equipos de protección personal) para la seguridad de cada trabajador que va a estar en la máquina y es obligatorio hacer el mantenimiento preventivo a la máquina para garantizar las óptimas condiciones de funcionamiento durante el trabajo.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

## **AGRADECIMIENTO**

A las autoridades, trabajadores y a sus docentes, por todo el apoyo brindado, lo cual es de valiosos aportes para futuras investigaciones y para la sociedad.

## **REFERENCIAS CONSULTADAS**

- Alarcón, Á. (2014). Reconstrucción de una trilladora agrícola con adaptación de un motor de combustión interna para una microempresa familiar en el cantón Alausí, [Reconstruction of an agricultural thresher with adaptation of an internal combustion engine for a family micro-business in Alausí canton]. Quito: UIDE. Quito. Ecuador.
- Bravo, B., Miranda, M., López, J. (2021). Incidencia económica del consumo de quinua en alimentación de estudiantes Universitarios. Caso: Carrera de Agroindustria. [Economic incidence of the consumption of quinoa in the feeding of university students. Case: Agroindustry Career]. ESPOCH. Congresses paper.1(1). <https://n9.cl/zkklz>
- Estrella, E. (1998). El Pan de América: etnohistoria de los alimentos aborígenes. [The Bread of America: ethnohistory of aboriginal foods]. Tercera Edición transcrita y corregida de la 1ra. Impresión madrileña. FUNDACYT. Ecuador.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

- FAO (2013). Distribución y Producción de la Quinoa. [Distribution and Production of Quinoa]. <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>
- Hinojosa, J.(2015). Análisis técnico- económico del cultivo de Quinoa orgánica (*Chenopodium quinoa willd*). En el Distrito de Mañazo Departamento de Puno. [Technical-economic analysis of the cultivation of organic Quinoa]. Tesis de grado. Perú. <https://n9.cl/petdz>
- Mena - Reinoso, A. (2015). Análisis estadístico exploratorio de dos tipos de secadora de quinoa. [Exploratory statistical analysis of two types of quinoa dryer]. Tesis de grado. Riobamba- Ecuador.
- Peralta, I. (2010). Producción y distribución de semilla de buena calidad con pequeños agricultores de granos Andinos: Chocho, quinoa, amaranto. [Production and distribution of good quality seed with small farmers of Andean grains: Chocho, quinoa, amaranth]. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2715>
- Ramos, A (2016). Diseño de una máquina escarificadora de quinoa para mejorar la producción de quinoa en las comunidades campesinas de sincaya. [Design of a quinoa scarifying machine to improve quinoa production in the peasant communities of Sincaya]. Huancayo. Perú.
- Suquilanda, M., (2005). Manual técnico de la Producción Orgánica de Cultivos Andinos-FAO. [Design of a quinoa scarifying machine to improve quinoa production in the peasant communities of Sincaya]. págs. 100-114. <https://n9.cl/7zwqs9>
- Tapia, M. (2010). La Quinoa - Historia, distribución geográfica, actual producción y usos. [Quinoa - History, geographical distribution, current production and uses]. La revista del Ministerio de ambiente. ISSN 1577-9491, Numero:99, págs. 104-119.España. <https://n9.cl/r35uj>
- Torres, H. & Minaya. I.(1980). Escarificadora de Quinoa. [Quinoa Scarifier]. Editor Instituto Interamericana de Ciencias Agrícolas. S.L.: Publicaciones misceláneas. Lima. Perú.

Darwin Geovanny Rivera-Palma; Jhonny Marcelo Orozco-Ramos; Julio César Moyano-Alulema  
Ángel Geovanny Guamán-Lozano

©2022 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/>).