

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS

IBTA

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA



CIID

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO

TERCER CONGRESO INTERNACIONAL DE CULTIVOS ANDINOS

LA PAZ - BOLIVIA 8-12, Febrero, 1982



DESARROLLAR UNA MAQUINA PROTOTIPO PARA EL LAVADO Y SECADO DE LA QUINUA *

Victor Hugo Arias Perez **
Carlos Nieto C. ***

Introducción

Con el propósito de incentivar la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en el país, semilla alimenticia que posee una alta proporción de proteínas de fácil asimilación, debido a la combinación de aminoácidos esenciales que le otorgan un alto valor biológico y nutricional. La labor de beneficio de la quinua constituye un limitante para su utilización directa en la alimentación e industrialización. Por las razones anteriores, se estimó conveniente diseñar y construir un prototipo mecánico que facilite el lavado y secado de la quinua, procesos necesarios para eliminar la saponina que contiene el grano (sustancia tóxica de sabor amargo) y para impedir la rápida germinación de la semilla, respectivamente. Cumpliendo con estas labores mecánicamente se podrá almacenar el grano con seguridad o utilizarse en panificación o en preparados caseros, sin depender del clima o la estación de la zona.

De esta manera, la producción de quinua será empleada no solamente para el autoconsumo por parte del campesino, sino como alimento complementario de aves y excedente facilitará el desarrollo agro-industrial.

Materiales y Métodos

Diseño, construcción y funcionamiento de la máquina

Lugar de trabajo

El diseño y construcción de la máquina prototipo se realizaron en los talleres de mecánica automotriz del Instituto Superior Central Técnico de Quito, donde se efectuaron las diferentes pruebas experimentales y de eficiencia.

Los análisis del contenido de saponina en la quinua y el porcentaje de humedad del grano, fueron realizados en los laboratorios de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central

Materiales

Los materiales e implementos necesarios para la construcción de la máquina prototipo, fueron adquiridos en los mercados populares y en los almacenes de la localidad, en todo caso se trató de utilizar elementos comunes y fáciles de conseguir.

* Trabajo presentado en el III Congreso Internacional de Cultivos Andinos - La Paz Bolivia - Febrero de 1982.

** Ing.Agr. Profesor de Mecánica Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central Quito - Prof. Cursos de Extensión Cultural, Universidad Central del Ecuador - Prof. Mecánica Automotriz y Diesel del Instituto Superior Central Técnico.

*** Ing.Agr. Cultivos Andinos, INIAP. Ecuador.

Aspectos constructivos y de funcionamiento de la máquina lavadora y secadora de quinua.

Características Constructivas:

Está constituida por un bastidor o base de la máquina, provista de un soporte central el cual sirve de apoyo a un tambor basculante que constituye el cuerpo mismo de la máquina, donde se sujetan y se montan todos los demás elementos.

Dentro del tambor se aloja un recipiente cilíndrico flotante, sirve como depósito del grano en el proceso de lavado y secado. La pared lateral y el fondo del recipiente se encuentran finamente perforados presentando una rugosidad la superficie interior. Está provista de una tapa abisagrada por donde se facilita la carga y descarga de la quinua.

El recipiente flotante gira, junto con su eje tubular, impulsado por un motor eléctrico y un sistema de poleas y bandas que desmultiplican la velocidad del motor hasta conseguir un movimiento giratorio apropiado para el efecto. (lámina 1) El eje tubular se conecta a la manguera de agua por medio de un acople giratorio y tiene una serie de perforaciones laterales para permitir el ingreso del agua de lavado.

El ventilador eléctrico se halla sujeto sobre el tambor, al comienzo del tunel por donde se canaliza una intensa corriente de aire que sirve para el secado y limpieza de la quinua. Las resistencias eléctricas, están colocadas dentro del tunel, tienen por objeto calentar el aire de secado.

Los controles eléctricos, de operación y manejo de la máquina, están colocados a un costado del bastidor.

Funcionamiento de la máquina lavadora y secadora de quinua.

A. Lavado

La quinua amarga es colocada dentro del recipiente, colocando a la máquina en posición vertical. Durante el proceso de lavado el recipiente flotante gira sumergido en el agua que contiene el tambor; este movimiento giratorio hace que la quinua se remueva constantemente, produciéndose un enérgico frotamiento del grano entre sí, con el agua de lavado y contra las paredes rugosas del recipiente. El frotamiento ayuda a desprender la primera capa o pericarpio del grano, donde se localiza la saponina.

El agua entra al tambor por el centro del eje tubular, hasta alcanzar la altura del desfogue de la tapa lateral para salir junto con la saponina que logra desprenderse del grano, formando una gran cantidad de espuma por efecto de la agitación. Cuando la salida de espuma, por el desfogue del tambor, disminuye notablemente es una clara evidencia de que la quinua se encuentra lavada, libre de saponina (lámina 2).

B. Secado

La corriente de aire caliente, impulsada por el ventilador eléctrico, es obligada a pasar el interior del recipiente flotante secando progresivamente la quinua, hasta alcanzar un valor menor al 14 por ciento de humedad (lámina 4).

Durante el proceso de secado, el recipiente flotante se mantiene en movimiento giratorio, con lo cual se acelera el secado del grano y se consigue uniformidad.

Manejo de la máquina lavadora y secadora de quinua

El funcionamiento es sencillo y fácil de comprender. Para su manejo y operación no se requiere un adiestramiento especial, necesitándose una sola persona para cumplir

con todas las etapas de lavado y secado de la quinua. Estas etapas son las siguientes:

- a. Carga de la materia prima
- b. Escarificado previo
- c. Lavado
- d. Escurrimiento y enjuague
- e. Secado
- f. Descarga.

Material Experimental

La quinua utilizada en este experimento de lavado y secado a máquina, fue de la variedad Chaucha de Otavalo, de sabor amargo y alto contenido de saponina.

Pruebas de laboratorio

Los análisis del contenido de saponina en la quinua y el porcentaje de humedad del grano, fueron realizados en los laboratorios de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central.

Factores en estudio

- Tiempo de lavado a máquina de la quinua
- Tiempo de secado a máquina de la quinua
- Comparación de eficiencia entre sistemas de lavado, a máquina y a mano.

Tratamientos

Para el tiempo de lavado de la quinua a máquina, se establecieron cinco tratamientos a fin de determinar el contenido residual de saponina, obteniendo muestras cada quince minutos de lavado, hasta completar una hora.

Para el tiempo de secado a máquina de la quinua, se evaluaron cinco tratamientos de secado del grano, tomando muestras a intervalos de una hora.

Para comparar los sistemas de lavado y establecer la eficiencia entre la máquina y el método tradicional, se utilizaron tres tratamientos, sirviendo como testigo la quinua sin lavar.

Diseño Experimental

Para cada ensayo experimental se utilizó el diseño completamente al azar, con ocho repeticiones.

Resultados y Discusión

Evaluación del lavado a máquina

La evaluación del lavado de la quinua, se obtuvo al analizar la variable de contenido de saponina a diferentes intervalos de tiempo de lavado, detectándose alta significación estadística para tratamientos. Al realizar las pruebas de Tukey al 5 por ciento, se reflejaron tres rangos de significación, lo cual demuestra que el efecto del lavado produjo una clara disminución de este glucósido en la quinua.

Contenido de humedad en la quinua secada a máquina

La quinua lavada y mojada se sometió al secamiento con la máquina prototipo. El secamiento del grano se comprobó al analizar la variable de porcentaje de agua residual, a diferentes intervalos de tiempo de secado. Se detectó alta significación estadística para tratamientos, es decir que se alcanzó notable disminución del porcentaje de humedad, conforme avanza el tiempo de secado.

Al realizar las pruebas de Tukey al 5 por ciento, se reflejaron cinco rangos de significación, lo cual demostró que el contenido de agua desciende notablemente en cada hora de secado.

Evaluación de los sistemas de lavado

Fue necesario comparar la eficiencia del método tradicional, utilizado por los campesinos y el método mecánico con la máquina prototipo. Esta eficiencia se pudo establecer al determinar el contenido de saponina en las quinuas sin lavar, las lavadas a mano y las lavadas a máquina. Los resultados confirmaron la mayor eficiencia de la máquina prototipo para disminuir el contenido de saponina. El lavado a mano en este caso pasa a constituir un sistema deficiente..

Costos de operación de la máquina lavadora y secadora de quinua.

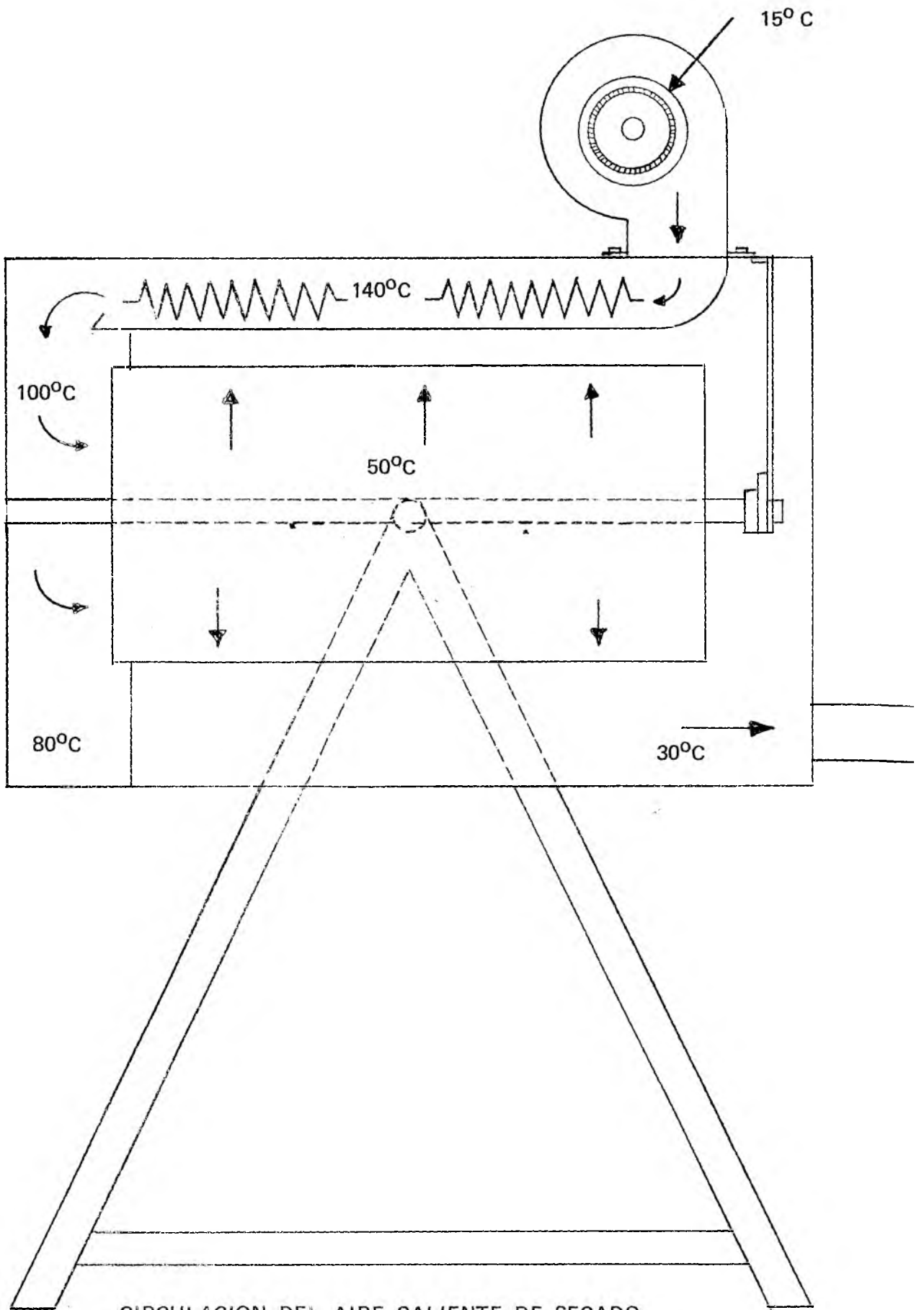
Capacidad de la máquina por carga	10 kg.
Lavado diario, considerando dos procesamientos	20 kg.
Capacidad mensual, con 21 días laborables	420 kg.
Capacidad anual	5.040 kg.
Costos Fijos	\$.
Precio de la máquina, amortización anual	2.400,00
Instalaciones y cobertizo	400,00
Costos variables	
Reparación y repuestos (40 o/o precio en 5 años)	960,00
Energía eléctrica 26,6 kWh. diarios (1 año)	6.712,00
Agua, consumo 1 m ³ . diario (1 año)	252,00
Salario operador \$ 80,00 diarios (1 año)	28.800,00
	<hr/>
Totál:	39.524,00

Costo de Operación por cada kg. de quinua \$. 7,85

CONCLUSIONES

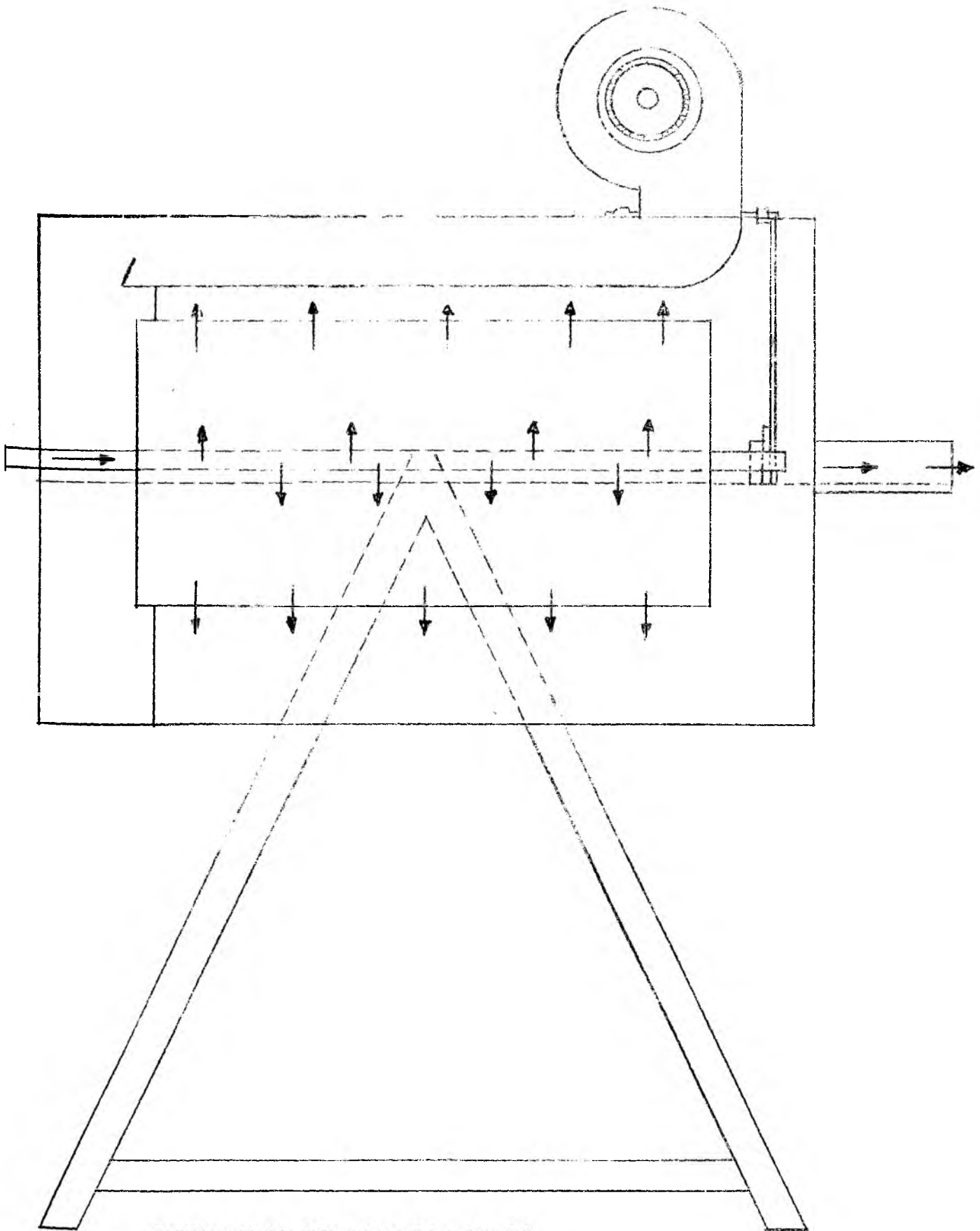
1. La máquina experimental se encuentra funcionando con resultados satisfactorios, cumpliendo con el propósito central establecido al principio del presente trabajo.
2. Para el diseño y construcción se han utilizado materiales comunes y de bajo costo, su estructura es simple como puede observarse en las láminas correspondientes.
3. El funcionamiento es sencillo y fácil de comprender por lo cual el manejo y operación de la máquina no necesita un adiestramiento especial.
4. Los rangos de significación obtenidos en las pruebas de Tukey para el lavado y secado de quinua, demuestran la supremacía de la máquina frente al método tradicional de lavado a mano y secado al sol, tanto para eliminar la saponina como para disminuir la humedad del grano.
5. Con la utilización de la lavadora y secadora de quinua se podrá garantizar la integridad de la semilla, su contenido proteíco, la higiene y el rendimiento para satisfacer las demandas del mercado.
6. El costo de operación de la máquina prototipo, si bien es alto, se justifica debido al tamaño experimental del aparato, con cargas de apenas 10 kg. por operación.

1. AYALA, H. Utilización de la quinua como refuerzo proteico en productos alimenticios de consumo amplio. Tesis Ing. Químico. Quito. Escuela Politécnica Nacional. 1977. p. 7.
2. BRICEÑO, O. Genética y mejoramiento de la quinua en relación con su industrialización. *In.* Reunión sobre Genética y Fitomejoramiento de la quinua. Puno, marzo 14-16 de 1980. Trabajos Puno, Universidad Técnica del Altiplano. IICA, 1980. p. J1.
3. CARDOZO, A. La quinua y los requisitos como alimento animal. *In.* Reunión binacional sobre planificación de la producción de quinua. Iera. Pasto, julio de 1976. Trabajos Pasto, Comité Interconstitucional Colombiano de la quinua 1976. p.16 p.178.
4. CEVALLOS, B. Breve estudio de la quinua. *El Agro* 21 (3). 23. 1976.
5. FERRARI, C. Investigación para la utilización industrial de la quinua. *In.* Convención Internacional de Quenopodiaceas. 2da. Potosí 26-29 de abril de 1976. Trabajos. La Paz. IICA. 1976. p.186.
6. GANDARILLAS, H. Razas de quinua. La Paz. Ministerio de Agricultura. 1968.
7. HALL, C. Equipamiento y procesamiento de productos agrícolas, Lima, IICA, 1968. pp. 134-140.
8. JONES, O. Diseño de máquinas herramientas. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 1973. p. 219.
9. TAPIA, M. Industrialización de la quinua. *In.* Curso de quinua. Puno 16 de abril 1977. Memorias. IICA, Publicaciones Micelaneas No. 170. 1977 pp. 172-174.
10. TAPIA, M. Industrialización. *In.* La quinua y kañiwa, cultivos andinos. Bogotá, CIID, IICA. 1970. p. 193.
11. VILLACORTA, M. y TALABERA, S. Anatomía del grano de quinua. *In.* Canales Científicos (Perú) 14 (1-4): 36-42. 1976.
12. VILLEGAS, C. Proyecto agroindustrial de la quinua. *In.* Convención Internacional de Quenopodiaceas 2da. Potosí. 26-29 abril de 1976. Trabajos. IICA. 1976. pp. 196-200.
13. ZVIETGOVICH, G. Estructura anatómica de la quinua. *In.* Convención Internacional de Quenopodiaceas 2da Potosí, 26-29 abril de 1976. Trabajos. IICA. 1976 p. 4.



CIRCULACION DEL AIRE CALIENTE DE SECADO

Universidad Central del Ecuador
LAVADORA Y SECADORA DE QUINUA
Facultad de Ciencias Agrícolas



CIRCULACION DEL AGUA DE LAVADO

Universidad Central del Ecuador
LAVADORA Y SECADORA DE QUINUA
Facultad de Ciencias Agrícolas