

**A**CTAS DEL  
VII CONGRESO  
INTERNACIONAL  
SOBRE CULTIVOS  
ANDINOS

LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



EDITORES: D. MORALES Y J.J. VACHER



CRISTOM



# **ACTAS DEL VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS**

**La Paz - Bolivia, 4 al 8 de febrero**

Editores

D. Morales y J.J. Vacher

**IBTA**

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

**ORSTOM**

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE  
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**CIID-Canada**

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

**La Paz, 1992**

## **DISEÑO, CONTRUCCION Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO DE CLASIFICADORA DE GRANOS DE QUINUA\***

Carlos NIETO y Galo GUERRERO  
Programa de Cultivos Andinos. INIAP. Casilla 340. Quito, Ecuador.

### **I. INTRODUCCION**

La quinua es un producto que en Ecuador se ha manejado en forma tradicional. La oferta casi siempre ha sido en pequeñas cantidades y sin considerar en lo más mínimo las exigencias del mercado y mercadeo.

A partir de la promoción realizada en los últimos años, aparece un interés a nivel nacional e internacional por incorporar la quinua al consumo diario. Los industriales, comerciantes y consumidores finales se encuentran con que la oferta, además de ser incipiente es de mala calidad. Se ofrece quinua mezclada, entre granos de diferentes tamaños e impurezas (INIAP, 1987).

Por otro lado los productores de quinua, requieren de un mejoramiento en sus técnicas de producción lo que quiere decir que aparece la necesidad de contar con semillas de calidad entre otros factores. Todo esto justifica la necesidad de identificar y establecer metodologías de clasificar las semillas de quinua, separando los granos de primera calidad para semilla o comercio (interno o externo), los granos de segunda calidad, para uso industrial y las impurezas y otros desperdicios como un tercer subproducto.

### **II. OBJETIVO**

El objetivo de este estudio fue: diseñar, construir y evaluar un prototipo de clasificadora de quinua y otros granos, con capacidad, funcionalidad y costo aptos para ser adquiridos y utilizados a nivel de pequeña empresa o centro de acopio.

### **III. DESCRIPCION DEL PROTOTIPO**

El prototipo propuesto fue tomado del modelo de la clasificadora Miniclupper y que originalmente era un procesador de semillas de cereales, el que fue ajustado a la clasificación de granos de quinua. Se tomó parte de la estructura de esta máquina, se instaló un motor eléctrico capaz de poner en funcionamiento el cajón de tamices. Se adecuó los tamices necesarios para separar granos de quinua. Se reguló el sistema de salida de subproductos, todos estos reajustes y adecuaciones, dieron como resultado el prototipo, cuyas características principales se presentan en el Cuadro 1.

Toda estructura está montada sobre un soporte de madera de 0.80 cm de altura, el mismo que permite elevar la bancada a un nivel tál que facilita la recolección de los subproductos del procesamiento.

El prototipo es movido por un motor eléctrico de 1.0 HP de potencia y el sistema de transmisión de fuerza es por bandas y poleas. El juego de tamices funciona con la ayuda de una excéntrica en un movimiento de vaivén constante.

El juego de cepillos funciona mediante dos engranajes cónicos unidos a una catalina por medio de una cadena, la misma que facilita un movimiento de vaivén de los cepillos.

---

\* Auspiciado por CIID - Canadá

**Cuadro 1. Características del prototipo de clasificadora de granos de quinua**

| ELEMENTO                   | TAMAÑO O DIMENSION  | FUNCION   |
|----------------------------|---|---|
| Tamaño                     | Alto: 1.30 m<br>Largo: 1.36 m<br>Ancho: 0.76 m            | Cuerpo principal del equipo (bancada)   |
| Cajon de tamices           | Alto: 0.65 m<br>Largo: 0.96 m<br>Ancho: 0.26 m            | Contiene el juego de tamices  |
| Cepillos                   | Juego de dos por cada tamiz                               | Destaponan los agujeros de los tamices  |
| Tamices                    | Diámetro: 1.8 mm<br>Diámetro: 1.3 mm<br>Abertura: 12x2 mm | Separa grano de primera<br>Separa grano de segunda<br>Elimina impurezas gruesas |
| Tolva de alimentación      | Alto: 0.53 m<br>Largo: 0.56 m<br>Ancho: 0.25 m            | Recibe y regula el paso de materia prima  |
| Sistema de ventilación     | Cuatro paletas  | Elimina impurezas livianas  |
| Motor                      | Electrico de 1HP (1720 RPM)                               | Fuerza motriz   |
| Capacidad Aproximada       | 190 Kg/hora   | Materia prima con menos de 14% de humedad                                       |
| Subproductos               | Salida 1<br>Salida 2<br>Salida 3                          | Grano de primera<br>Grano de segunda<br>Impurezas                               |
| Sistemas de funcionamiento | Continuo  | Pero se requiere un reproceso para eliminar el polvo de la quinua de segunda    |

#### IV. DESCRIPCION DEL PROCESO

En la Figura 1, se presenta el proceso de clasificación que se realiza con el prototipo propuesto. La materia prima se almacena en la tolva de alimentación, la misma que envía un flujo constante de granos hacia los tamices. El primer tamiz que recibe la materia prima es el de mayor abertura, (12 x 2 mm de abertura). Este elimina todas las impurezas grandes, que pueden ser pedazos de hojas, tallos, piedras

o semillas grandes de malezas u otros granos. La quinua junto con impurezas pequeñas, pasa al segundo tamiz (1.8 mm de diámetro). Este separa los granos de primera y deja pasar los de segunda y el polvo a la bandeja final de recolección. La quinua de primera circula a través del canal de ventilación, para ser limpiada de las impurezas que han pasado del primer tamiz, por tener el mismo tamaño del grano de quinua.

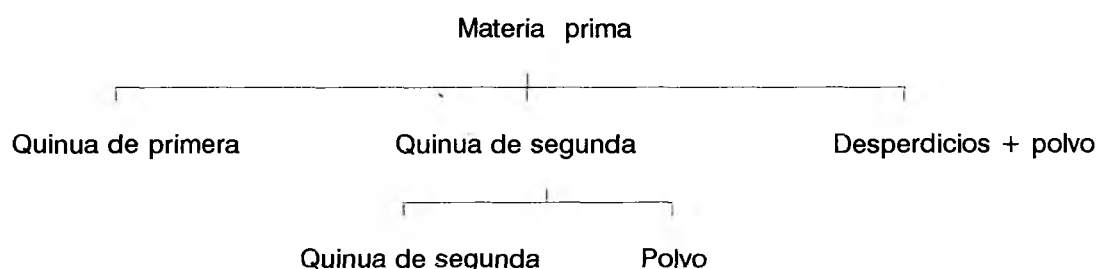
El proceso es continuo, para obtener los productos antes descritos pero, es necesario cambiar el segundo tamiz (poner el de 1.2 mm) y volver a procesar el grano de segunda, ya que en la primera pasada este subproducto no pasa por el canal de ventilación y se recolecta mezclado con polvo e impurezas muy finas. Con la segunda pasada, se obtienen tanto la quinua de segunda, libre de impurezas.

Durante el procesamiento, tanto el ventilador como el juego de cepillos limpiadores que se mueven en vaivén trabajan simultáneamente, de tal manera que el operador únicamente tiene que alimentar la tolva con la materia prima y preocuparse de recolectar los subproductos en los canales recolectores respectivos.

## V. EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO Y EFICIENCIA DEL PROTOTIPO

Para evaluar el funcionamiento y eficiencia del prototipo propuesto, se utilizaron como tratamientos: la procesadora de granos Clipper, el procesamiento manual y el prototipo. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y tres observaciones por tratamiento. Se utilizó como unidad experimental porciones de 40 kg. de materia prima (quinua recién trillada), de la variedad Imbaya.

**Figura 1. Descripción de proceso de clasificación de granos de quinua.**



En el Cuadro 2, se presentan los resultados de las pruebas de funcionamiento, en base a las variables de análisis, que fueron: porcentaje de quinua de primera calidad (cuyo tamaño de grano es igual o superior a 1.8 mm), porcentaje de quinua de segunda calidad (cuyo tamaño de grano es de igual o superior a 1.2 mm de diámetro pero inferior a 1.8 mm) y el porcentaje de impurezas.

El sistema de clasificación manual se realizó, utilizando los mismos tamices de las otras máquinas, pero accionados por movimiento de vaivén entre dos obreros. Se encontró que el porcentaje de extracción de granos de primera fue superior para el prototipo 88.66 % frente a 85.6% para la procesadora Clipper y 86.8% para el método manual, mientras que el porcentaje de grano de segunda fue inferior para el prototipo: apenas 4.2% frente a 9.7 y 9.1 % para la Clipper y método manual respectivamente.

En cuanto al porcentaje de impurezas, se encontró que el prototipo dió mayor porcentaje, 7.1% frente a 4.2 y 4% para la Clipper y método manual. Esto posiblemente fue debido a que con el prototipo se vuelve a pasar la quinua de segunda para limpiar de impurezas, lo que hace que aumente el porcentaje de extracción de éstos y disminuya los subproductos quinua de segunda calidad.

En términos generales, se encontró que los tres métodos proporcionaron porcentajes de extracción superiores al 85%, lo que es ventajoso desde el punto de vista del agricultor, ya que él obtiene mejor precio por este grano de primera.

En el Cuadro 3, se presentan los costos de procesamiento y la capacidad de cada máquina o método de clasificación.

Se encontró que el método de clasificación manual fue el más costoso, con 27164 Sucres por tonelada de materia prima, seguido por un clasificado en la Clipper con 14400/tonelada, mientras que el costo de clasificación con el prototipo fue de aproximadamente 8.200 Sucres por tonelada.

**Cuadro 2. Respuesta de tres métodos de clasificación de granos de quinua, a base de tres subproductos resultantes.**

| Método          | Grano Primera<br>% | Grano Segunda<br>% | Impurezas<br>% |
|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Clipper         | 85.6 b*            | 9.7 b              | 4.6 a          |
| Prototipo       | 88.6 a             | 4.2 a              | 7.1 b          |
| Manual          | 86.8 b             | 9.1 b              | 4.0 a          |
| <b>Promedio</b> | <b>87.0</b>        | <b>7.7</b>         | <b>5.2</b>     |
| C.V. %          | 0.08               | 0.48               | 0.36           |

\* Letras iguales expresan diferencias no significativas. Prueba de Tuckey (P 5%).

**Cuadro 3. Costo de procesamiento de granos de quinua para diferentes métodos de procesamiento. Valores en sucres\*.**

| Máquina o método | Costo Máquina | Capacidad Máquina | Alquiler Máquina | Mano de Obra | Costo total |
|------------------|---------------|-------------------|------------------|--------------|-------------|
| Clipper          | 35'000.000    | 500               | 14.400           | Incluye      | 14.400      |
| Prototipo        | 2'300.000     | 197.5             | 5.000            | 3.200        | 8.200       |
| Manual           |               | 15                | 500              | 26.664       | 27.164      |
| Kg/hora          | S./ton        | S./ton            | S./ton           |              |             |

\* Un dólar USA = 800 sucres

En cuanto a la capacidad de procesamiento, como es lógico, la mayor capacidad presentó la Clipper, seguido por el prototipo. Además se encontró que la inversión para instalar la procesadora clipper estaría alrededor de 15 veces la inversión del prototipo.

## VI. CONCLUSIONES

1. El funcionamiento del prototipo de clasificadora propuesto, fue satisfactorio tanto por la capacidad como por la calidad de subproductos que se obtiene.
2. Con el uso prototipo se obtiene un 88.6% de extracción de grano de primera, superior a los porcentajes de extracción de la Clipper (85.6%) y del método manual (86.8%).
3. Con el uso del prototipo propuesto se obtiene menor porcentaje de extracción de grano de segunda calidad y mayor porcentaje de impurezas; pero el grano de segunda calidad es libre de impurezas y por lo tanto de uso inmediato.

4. El costo de inversión para adquirir el prototipo propuesto, fue de alrededor 15 veces inferior al de una clasificadora Clipper.
5. El costo de procesar una tonelada de grano con el prototipo es inferior al de la Clipper y al del método manual.

#### VII. BIBLIOGRAFIA

- ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1987. Reunión nacional sobre producción, uso y comercialización del cultivo de quinua. Memorias, Quito, Ecuador. 75 p.
- GALARRAGA, T. 1987. Experiencias básicas en el acondicionamiento de las semillas de quinua. In: Reunión Nacional sobre producción, uso y comercialización del cultivo de quinua. Memorias. INIAP-CIID. Quito, Ecuador. pp 38-41.
- PLAZA, G. y ORBE, G. 1988. Consideraciones básicas para la selección de maquinaria agrícola. Estación Experimental Santa Catalina INIAP, mayo. (Serie didáctica No.5).
- THOMSON, J. R. An introduction to seed technology. Halsted pres New York-Toronto. pp 110-121.
- VAUGHAN, C. E., B.R. GREGG , F.C. DELOUCHE. 1970. Procesamiento mecánico y beneficio de semillas. Agencia para el Desarrollo (AID). México/Buenos Aires 1970. pp 53-78.