

ACTAS DEL
VII CONGRESO
INTERNACIONAL
SOBRE CULTIVOS
ANDINOS

LA PAZ BOLIVIA 4 AL 8 DE FEBRERO DE 1991



EDITORES: D. MORALES Y J.J. VACHER



CRSICOM



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

ADAPTACION DE UN PROTOTIPO DE PELADORA DE SORGO A LA ESCARIFICACION DE QUINUA AUSPICIADO POR CIID-CANADA

Carlos NIETO C.; Gonzalo MONTOYA; Nelly LARA
Programa de Cultivos Andinos INIAP

I. INTRODUCCION

Uno de los principales limitantes del consumo de la quinua es el contenido de un glucócido conocido como saponina, sustancia que se encuentra en la periferie del grano, (antes del episperma) y que le da un sabor amargo al grano, impidiendo su consumo. La eliminación de la saponina se puede realizar por lavado (método húmedo), por escarificado (método seco) o por combinación de los dos métodos. La aplicación de estos métodos depende de la cantidad de saponina contenida en el grano; si el producto es de alto contenido de saponina (quinuas amargas) será necesario aplicar el método combinado pero si se trata de quinuas de bajo contenido de saponina (quinuas dulces) será suficiente un lavado rápido o un escarificado.

Varios trabajos han demostrado que mediante el proceso de escarificado se podrían perder ciertos componentes nutricionales de la quinua, principalmente la proteína, que esta muy expuesta en los cotiledones que rodean al grano. Así Reichert y sus colaboradores (2), encontraron una reducción significativa de las cenizas en quinua por efecto del escarificado y además que los cultivares de bajo contenido de saponina fueron los que mejor respondieron al proceso de escarificado.

Mediante el convenio "Postproducción de Quinua" el CIID de Canadá, donó a Ecuador un prototipo de peladora de sorgo, con la finalidad de probar su funcionamiento en la escarificación de quinua. Dentro del Programa de Cultivos Andinos de INIAP, se realizaron las pruebas iniciales, luego los reajustes necesarios, con el objeto básico de utilizar esta máquina en la escarificación de quinua (eliminación de la saponina por via seca). La descripción del trabajo realizado, así como los resultados obtenidos se presentan a continuación.

II. DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

Las características principales de la máquina son las siguientes:

- Una tolva, ubicada en la parte superior y sirve para receptar la materia prima a ser procesada.
- Una cámara de proceso, que alberga a 5 ruedas o discos abrasivos, montados sobre una eje con cierta separación entre ellos para permitir que el grano tenga mayor superficie de contacto durante el proceso de escarificado.
- Un sistema de vaciado, que no es más que la acción de hacer girar la cámara sobre su eje, para descargar el material escarificado. Luego queda la labor de separación de impurezas, que es un proceso independiente.

III. PRUEBAS INICIALES Y LIMITACIONES ENCONTRADAS

Se realizaron varias pruebas iniciales de escarificación de quinua, utilizando diferentes cargas y velocidades angulares (rpm) y se encontraron los siguientes limitantes:

Un alto porcentaje de quinua se quedaba sin procesarse sedimentada en el fondo, en el espacio entre las piedras abrasivas y la base de la cámara.

Luego del proceso, el resultado obtenido era una mezcla de quinua escarificada y polvo de saponina, lo que demandaba un proceso extra de separación, ya sea por tamizado o venteado.

IV. MODIFICACIONES REALIZADAS

Para solucionar el problema de sedimentación, se procedió a colocar unas bandas de hule en los espacios entre las piedras abrasivas. Estas bandas hacen una labor de remoción de la quinua a manera de barrido, impidiendo depósitos al fondo de la cámara.

Para solucionar la segunda limitante (separación del polvo de saponina del grano escarificado) se probaron varios sistemas, ya sea de absorción o venteado, tratando de que el proceso sea simultáneo; sin embargo se determinó que la mejor opción sería un sistema combinado, esto es: se instaló un sistema de aspiración de polvo en la parte superior de la cámara, mediante el cual se elimina alrededor del 70% del polvo. Luego se instaló un pequeño ventilador en la base, para que elimine el polvo restante al momento de la descarga, y de esta forma se obtiene los subproductos quinua limpia y polvo por separado.

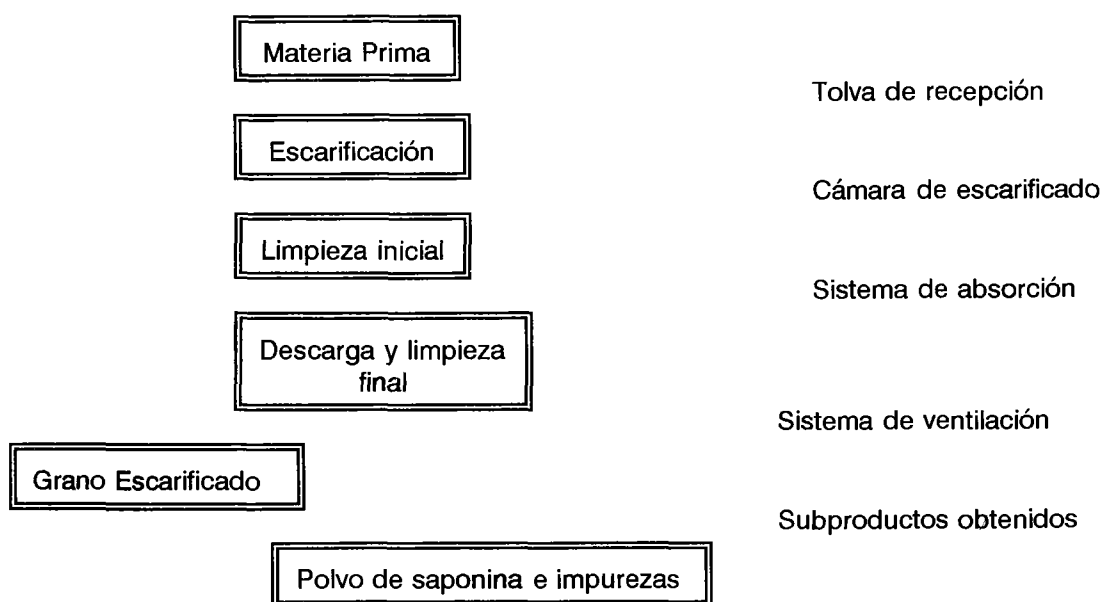
V. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de las modificaciones efectuadas, el prototipo realiza la función de escarificación de quinua, mediante el siguiente proceso: (ver Figura 1)

Para evaluar el funcionamiento de la máquina se diseñaron varios experimentos en las cuales se probaron el efecto de: tiempo de escarificado, carga de quinua, velocidad del eje escarificador y variedades de diferente contenido de saponina. Todos los experimentos se realizaron bajo un diseño completamente al azar y con tres observaciones por tratamiento.

En el Cuadro 1, se presentan las características iniciales de las variedades de quinua utilizadas en las diferentes pruebas. El contenido de saponina de las variedades Imbaya y Cochasquí, analizado por métodos químicos es muy superior al presentado aquí, ya que el método de la saponina, aparentemente sub-valora el porcentaje de saponinas.

Figura 1. Proceso de escarificación de quinua y subproductos



Cuadro 1. Características fisicoquímicas del grano de tres variedades de quinua (al 11 % de humedad)

Característica	INIAP-Imbaya	INIAP-Cochasqui	ECU-0621*
Impurezas %	2.60	2.30	2.00
Saponinas %	1.43	1.18	0.16
Proteínas %	15.84	15.62	15.01
Fibra %	4.65	4.66	4.51
Peso hectolítrico,kg/Hl	67.00	68.00	66.00

*Linea de bajo contenido de saponina

En los Cuadros del 2 al 4, se presentan los resultados de varios experimentos individuales, mediante los cuales se evaluaron la respuesta de los factores mencionados.

Así al analizar la respuesta de las dos variedades amargas (Imbaya y Cochasqui), bajo tres tiempos de escarificado (3,5 y 7 minutos) con velocidad al cilindro y carga constante (500 rpm y 4 kg respectivamente), se encontró diferencias significativas para el efecto de tiempos de escarificado en cuanto a peso hectolítrico, porcentaje de saponina en quinua escarificada y de saponina con un lavado adicional; no así en las variables porcentaje de grano extraído y porcentaje de proteína.

Cuadro 2. Respuesta al proceso de escarificación de dos variedades de quinua bajo 3 tiempos de escarificación. Datos al 11 % de humedad

Variedades	/Tiempos	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de Saponina 1/
IMBAYA	3 minutos	68.7 b 2/	93.5 a	0.62 c	16.55 a	0.25 f
IMBAYA	5 minutos	71.7 a	92.4 a	0.49 a	16.68 a	0.22 e
IMBAYA	7 minutos	71.7 a	92.9 a	0.33 a	15.90 a	0.13 c
COCHASQUI	3 minutos	71.7 a	93.0 a	0.60 c	15.75 a	0.16 d
COCHASQUI	5 minutos	72.0 a	92.0 a	0.45 b	16.00 a	0.11 b
COCHASQUI	7 minutos	72.7 a	92.6 a	0.27 a	15.45 a	0.08 a
X. general		71.44	92.77	0.46	16.17	0.16
C.V. %		0.66	2.55	8.22	4.43	8.74

1/ Luego de un enjuague adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas.
Prueba de Tukey. (P<5 %)

Cuadro 3. Respuesta al proceso de escarificación de dos variedades de quinua bajo dos cargas. Datos al 11 % de humedad

Variedades	/Cargas	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de/1 Saponina
IMBAYA	4 kg	72.9 b /2	90.2 a	0.16 a	16.26	0.07 a
IMBAYA	6 kg	71.3 b	90.7 a	0.37 c	15.71 a	0.18 c
COCHASQUI	4 kg	73.6 a	90.9 a	0.18 b	12.76 b	0.08 a
COCHASQUI	6 kg	73.3 a	93.0 a	0.38 c	12.90 b	0.11 b
X general		73.25	91.19	0.27	14.40	0.11
C.V. %		0.67	4.84	3.64	4.58	9.67

1/ Con un lavado adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas
Prueba de Tukey. P<5 %

Cuadro 4. Respuesta al proceso de escarificado de una línea de quinua de bajo contenido de saponina, bajo 3 cargas. Datos al 11 % de humedad

Cargas	Peso Hectolítrico	% grano escarif.	% de Saponina	% de Proteína	% de/1 Saponina
4 kg	72.3 b 2/	91.9 b	0.005 a	16.1 a	0.0
5 kg	73.0 a	93.4 a	0.005 a	15.7 b	0.0
6 kg	70.0 c	92.4 b	0.039 b	15.5 b	0.0
X general	71.7	92.6	0.017	15.7	0.0
C.V. %	1.4	2.7	7.4	3.7	--

1/ Con un lavado adicional

2/ Letras iguales expresan diferencias no significativas.

Prueba de Tukey. $P < 5\%$.

El efecto de variedades fue estadísticamente significativo para peso hectolítrico, porcentaje de proteína y porcentaje de saponina, no así para porcentaje de grano extraído.

Se encontró que la variedad Imbaya presentó mayor resistencia al proceso de escarificado, tanto por el menor peso hectolítrico final, como por los mayores porcentajes de saponina.

También se encontró que a medida que aumentó el tiempo de escarificado, el proceso fue más eficiente; así, el peso hectolítrico subió de 67.0 a 68.7, 71.7, con: 3.5 y 7 minutos de escarificado en la variedad Imbaya y de 68 a 71.7, 72.0 y 72.7 kg/Hl para la variedad Cochasqui. El porcentaje de saponina bajó en proporción inversa al tiempo de escarificado, así en la variedad Imbaya se llegó hasta 0,33% y en la variedad Cochasqui hasta 0,27% con 7 minutos de escarificado, desde 1,43 y 1,18% inicialmente respectivamente. Pero al aplicar un lavado adicional estos porcentajes fueron reducidos hasta 0,13 y 0,08% de saponina respectivamente. El porcentaje de proteína, también disminuyó en forma inversa al tiempo de escarificado, lo que podría sugerir que no es conveniente el exceso de exposición al escarificado.

En el Cuadro 3, se presentan los resultados del efecto de variedades y cargas (4 y 6 Kg de grano), bajo velocidad del cilindro y tiempo de escarificado constante (800 r.p.m. y 5 minutos respectivamente). Se aplicó 800 r p m, en razón de que se observó en las pruebas iniciales que con más de 4 kg de carga era necesario aumentar la velocidad del cilindro. Se encontró que tanto el efecto de variedades como de cargas fueron significativos. Así, la variedad Imbaya presentó nuevamente mayor resistencia al escarificado, tanto por el menor peso hectolítrico como por los mayores porcentajes de saponina finales; sin embargo la variedad Cochasqui a pesar de presentar mayor peso hectolítrico y menores porcentajes de saponina finales, bajó su contenido de proteína, en forma drástica, desde 15,62% inicial hasta 12,76 y 12,90% respectivamente con cargas de 4 y 6 kg. Esto es una evidencia de que hay un efecto negativo de la velocidad del cilindro. Parece que esta variedad a mayor velocidad sufre destrucción del grano y por lo tanto eliminación de proteína.

Se observó claramente que hubo mayor eficiencia con 4 kg. de carga, pues los porcentajes de saponina fueron de apenas 0,07 y 0,08% para Imbaya y Cochasqui, luego del escarificado y lavado adicional.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados del escarificado de una línea de bajo contenido de saponina, bajo el efecto de 3 cargas (4-5-6 kg de grano) y con tiempo y velocidad del cilindro constante (5 minutos y 800 r p m respectivamente). Se encontró que el escarificado fue más eficiente con las cargas más baja, tanto por mayores valores de peso hectolítrico y porcentajes de proteína como por los menores porcentajes de saponina finales. Se observó que tanto con 4 como con 5 kg. de carga el producto final fue prácticamente libre de saponina incluso antes del lavado adicional.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se encontró que hay variedades amargas de alto contenido de saponina, que presentan mayor resistencia al escarificado que otras. La variedad Imbaya resiste más que la variedad Cochasquí.
2. El efecto de tiempo de escarificado fue notorio para las dos variedades evaluadas; se encontró mayor eficiencia con 5 y 7 minutos de escarificado.
3. El efecto de cargas fue significativo, mayor eficiencia se obtuvo con 4 kg para variedades amargas y con 4 y 5 Kg para la variedad dulce.
4. Hubo un efecto negativo de la alta velocidad del cilindro sobre todo en la variedad Cochasqui, pues se observó destrucción del grano y eliminación de hasta 2,96% de proteína.

En base a lo anterior se puede recomendar lo siguiente:

1. Utilizar la carga de 4 Kg, la velocidad de 500 rpm y el tiempo de 5 minutos para escarificar variedades amargas.
2. Utilizar las cargas de 5 Kg, la velocidad de 800 rpm y el tiempo de 5 minutos para las variedades dulces

VII. BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Ecuador. Reunión Nacional sobre Producción, Uso y Comercialización del cultivo de Quinoa. Memoria. INIAP-CIID. Quito, Ecuador 1987.
- REICHERT, R. D., TATARYNOVICH, J. T. y TYLER, R. T. Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): Effect en saponin content as determined by an adapted hemolytic assay.
- TORRES, H. y MINUYA, I. Escarificadora de quinoa, diseño y construcción. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Lima, Perú. 1980. 27 p.