

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



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, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UN PROTOTIPO DE TRILLADORA DE QUINUA*

Gonzalo MONTOYA y Carlos NIETO
Programa de Cultivos Andinos. INIAP. Casilla 340. Quito, Ecuador.

I. INTRODUCCION

Una de las principales limitantes de la producción de la quinua en Ecuador es a no dudar la falta de tecnología para la cosecha, la misma que debe realizarse en época oportuna para evitar pérdidas de granos en el campo. La mecanización de la labor de trilla ha sido intentada, utilizando para el efecto varios tipos de trilladoras de cereales o leguminosas, con relativo éxito (Nieto et al.).

De esta forma el presente trabajo se realizó con el objetivo principal de encontrar un método mecanizado de trilla de quinua que sea eficiente y fácil de adoptar por los agricultores medianos o pequeños que son los que tradicionalmente producen este cultivo.

El trabajo se realizó en cuatro etapas: diseño, construcción prueba y reajustes.

II. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

El prototipo consta de tres unidades que son: la unidad de trilla, la de separación y la de limpieza; todas ellas dependientes entre si durante el funcionamiento de la máquina. (Figura 1).

La unidad de trilla realiza el trabajo específico de separación de los granos de la panoja, mediante fricción y golpeteo combinado sobre la gavilla y que consta del cilindro trillador y el cóncavo (elementos 2 y 4 de la Figura 1).

La unidad de limpieza consta de una bandeja inclinada (6), una malla de alambre de acero (13), el mecanismo accionador de la bandeja (10) y el ventilador (11). La función de esta unidad es separar el grano y trozos de panojas no trilladas mediante una combinación de acción mecánica (malla vibratoria) y acción neumática (ventilador). Esta forma mixta de limpieza es mucho más eficiente que cualquiera de las dos consideradas independientemente.

La unidad de separación cumple con la función de expulsar por medio del sacapajas (8) los restos de panojas al exterior de la máquina y a la vez recuperar granos que pasan de la unidad de trilla, para lo cual el batidor (5) golpea a las panojas con el fin de evitar que éstas se envuelvan al cilindro y las dirige hacia abajo obligándolas a saltar hacia el sacapajas.

En el Cuadro 1, se presentan en resumen las características y dimensiones del prototipo.

* Auspiciado por CIID - Canadá

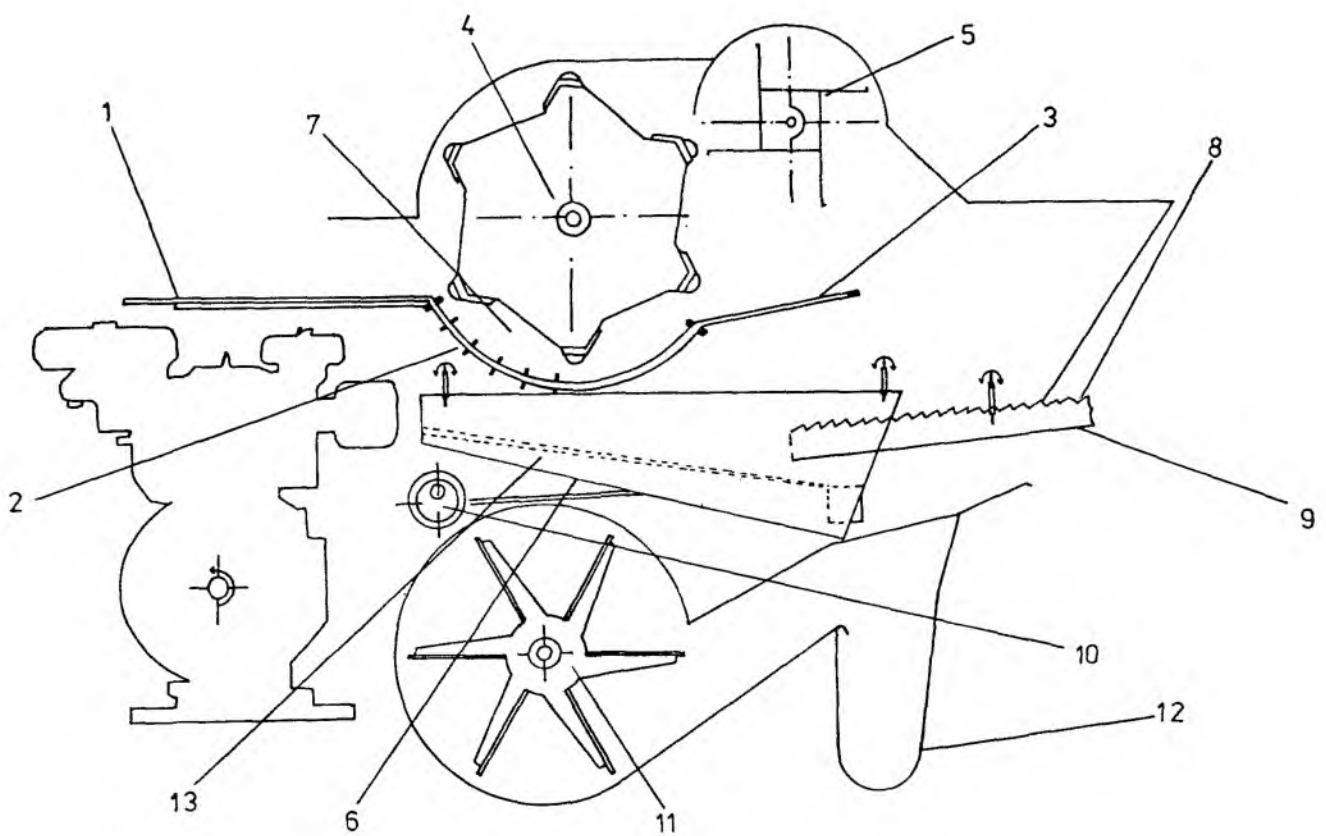


FIG 1: Diagrama del prototipo de trilladora mostrando sus partes más importantes

Cuadro 1. Características y dimensiones del prototipo.

UNIDAD	Característica o dimensión
Estructura	De perfil de hierro 2 x 1/8"
Ejes	De acero de transmisión
Otros elementos	De latón 1/16"
Tamaño	Largo 2.21 m Ancho 1.37 m Alto 1.35 m
Peso aproximado	100 kg.
Potencia	Motor combustión interna 9HP
Combustible	Gasolina
Velocidad de cilindro	550 a 600 RPM
Capacidad aproximada	37 kg de grano/hora

III. EVALUACION Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para las pruebas definitivas de eficiencia del prototipo se utilizaron seis tratamientos que fueron los siguientes:

1. Trilladora estacionaria tipo PULLMAN, motor de gasolina de 12 HP con adaptación de malla metálica en el canal recolector.
2. Prototipo construido, motor a gasolina de 9 HP.
3. Trilladora estacionaria KINCAID, motor de gasolina de 5 HP con adaptación de malla metálica en al bandeja inclinada.
4. Combinada JONH DEERE como máquina estacionaria motor a diesel de 90 HP de potencia.
5. Método manual.
6. Prototipo construido y reajustado.

La unidad experimental estuvo constituida por una porción de panojas de 20 kg de peso, cortada manualmente, la misma que fué cosechada de un mismo lote, el mismo día. Se utilizó para ésta prueba la variedad INIAP-Imbaya cuyo tamaño de planta fue de aproximadamente 1.2 m. Se trabajó con un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

En el Cuadro 2., se presentan los resultados de la evaluación del funcionamiento y eficiencia del prototipo en comparación con otros modelos de máquinas trilladoras y con la trilla manual.

Cuadro 2. Algunas variables de respuesta del funcionamiento y eficiencia del prototipo de trilladora de quinua en comparación con otras máquinas y con la trilla manual. (Datos de cinco repeticiones).

VARIABLE	A	B	C	D	E
Combinada	397.40 a*	9.40 b	11.22 b	150.70 a	91.20 a
Prototipo	102.00 b	5.15 a	4.07 a	37.41 b	90.20 a
Prot.reajust	90.07 b	3.45 a	5.16 a	36.57 b	89.80 a
PULLMAN	89.72 b	4.60 a	3.67 a	36.67 b	91.40 a
KINCAID	51.51 bc	3.80 a	8.17 b	22.44 bc	93.40 a
Met. manual	5.92 c	3.25 a	17.26 c	1.26 c	88.20 a
Media general	122.77	4.94	8.26	47.62	90.77
Coef. var.(%)	22.10	26.01	21.64	28.77	3.74
F. Trat.	131.47**	15.96**	32.27**	72.90**	1.53**

En el Cuadro 3, se presenta un análisis de los costos de operación de distintas máquinas en comparación con el método manual. Se encontró que el costo de adquisición de las máquinas fue muy variable; naturalmente la más costosa fue la combinada JOHN DEERE y dentro de las estacionarias, la trilladora PULLMAN fue la más costosa con \$ 7'800.000.00, mientras que el costo del prototipo fue de 1'560.000.00 sucres.

En cuanto al costo de operación; que incluyó el valor de alquiler de la máquina, la mano de obra y el combustible necesarios, se encontró que aparentemente el prototipo presentó los costos de operación más bajos (23.600 sucres/t de grano trillado), mientras que el método manual fue el más costoso con 63.700 sucres/t.

En el Cuadro 3 también se presenta un cálculo del tiempo de trabajo efectivo, necesario para obtener una tonelada de grano trillado, bajo las condiciones de operación de cada máquina. Se encontró como es lógico que la combinada JOHN DEERE es la de mayor efectividad, pues apenas necesita 6.6 horas para trillar una tonelada, no así la PULLMAN y el prototipo que requieren de 27.3 horas; mientras que con el método manual se requiere de 510 horas para lograr la misma cantidad de grano trillado.

Cuadro 3. Análisis comparativo de los costos de operación para obtener 1 tonelada de grano trillado, para algunas trilladoras mecánicas y método manual (Valores en sucres).

TRILLADORA	A x 1000	B S./t	C S./t	D S./t	E S./t	F horas
JOHN DEERE	50270	30000	incl.en B	3800	33800	6.6
PULLMAN	7800	11000	6800	8500	26300	27.3
KINCAID	1404	11000	11100	8000	30100	44.6
Prototipo	1560	11000	6800	5800	23600	27.3
Método manual	---	---	63700	---	63700	510.2

- A: Valor de adquisición de cada máquina
 B: Costo de alquiler de la máquina
 C: Costo de mano de obra para operar cada máquina
 D: Costo del combustible para operar cada máquina
 E: Costo total de operación: B + C + D
 F: Tiempo necesario para trillar una tonelada de grano
 * Aproximadamente 1 dólar USA = 800 Sucres

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El prototipo ha sido diseñado y construido con la finalidad de operar en forma exclusiva en la trilla de quinua; sin embargo, se probó con otros granos (trigo, cebada, avena), con resultados positivos.
2. Las características en cuanto al tamaño, facilidad de transporte y forma de operar del prototipo son muy versátiles y funcionales.
3. A pesar de que la eficiencia y capacidad de trilla del prototipo fueron muy similares a los de la trilladora PULLMAN; sin embargo, el costo del prototipo es alrededor de 5 veces inferior a esta, por lo que se presume que podría ser accesible a los pequeños y medianos productores.
4. Los costos de operación del prototipo fueron los más bajos en comparación con las otras máquinas y el método manual, lo que justifica la difusión entre agricultores o comunidades rurales.
5. Se puede construir una máquina mejorada a fin de optimizar la eficiencia de trilla, haciendo que el cilindro trillador sea más corto y la mesa de alimentación convergente.
6. La entrada a la unidad de trilla debe ser de menor espacio para disminuir el riesgo para el operario, ya que las barras del cilindro trillador están demasiado expuestas.
7. Para incrementar la eficiencia de trilla también se puede prolongar el ángulo de envoltura del cóncavo en la unidad de trilla.
8. Se recomienda también colocar guardas de malla cubriendo los sistemas de transmisión banda - polea, para evitar accidentes de trabajo por agarramiento y arrastre.
9. Es necesario desviar la trayectoria del escape del motor para evitar el sobrecalentamiento de los mecanismos expuestos directamente a los gases de escape.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BERJIN, J. 1983. Elementos de máquina agrícola. Manuales para educación agropecuaria. Segunda reimpresión, Editorial Trillas S.A. México D.F. 74p.
- DAVIES, C., SILVERLA, F., TELLERS, R. 1956. Máquinaria agrícola. Segunda edición. Editorial Aguilar S.A. Madrid, España. 412p.
- GRANJA, M., IBARRA, J., MONTALVO, B. 1984. Diseño de una trilladora estacionaria de cereales y granos afines. Tesis de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 489p.
- HAM, C., CRANE, E., ROGERS, W. 1964. Mecánica de máquinas. Traductor Juan Olive. Cuarta edición. Ediciones Castilla S.A. Madrid, España. 418p.
- MARKS, S. Manual del Ingeniero Mecánico. 1986. Traducción de la octava edición en inglés por libros Mc Graw - Hill de México. Segunda edición en español. Gráfica impresora Mexicana S.A. México D.F. México. 3 tomos, 1940p.
- NIETO, C., E. PERALTA Y R. CASTILLO. 1986. INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasqui primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito, Ecuador. 16 p. (Boletín divulgativo No. 187).
- , 1986. Guía para la producción de semilla de quinua. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito, Ecuador. 8p. (Boletín divulgativo No. 186).