

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TECNOLOGÍAS DE COSECHA DE QUINUA EN EL  
DISTRITO DE ACOCRO, PROVINCIA DE HUAMANGA,  
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:  
ROCIO PRADO VALLEJO**

**AYACUCHO – PERÚ  
2016**

## **DEDICATORIA**

Con el más inmenso amor, cariño, admiración y gratitud a mis padres, símbolos eternos de trabajo, esfuerzo y dedicación incesantes para mi formación profesional.

A mis queridas hermanas, por su comprensión, apoyo incondicional y por ser compañeras constantes de motivación y superación.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga nuestra alma mater, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agrícola por haberme acogido dentro de sus aulas durante mis años de estudiante
- Al Dr. Ing. Jorge Edmundo Pastor Watanabe, director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, quien siempre nos orientó a seguir el buen perfil del Ingeniero Agrícola y la importancia que debería tener con la sociedad.
- Al Ing. Federico Quicaño Suarez, asesor de esta tesis, por su orientación y apoyo constante.
- A los docentes de la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agrícola por haberme transmitido sus conocimientos y guiarnos para ser mejor cada día.
- Al Proyecto Especial de los Valles De los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro “PROVRAEM”, a quienes expreso mi sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de seguir creciendo como profesional.
- A los docentes de la escuela de formación profesional de Ingeniería Agrícola por haberme transmitido sus conocimientos y guiarnos para ser mejor cada día.

## INDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	ix
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes	3
1.2. Proceso de cosecha y Pos cosecha de la Quinoa	9
1.3. Funcionamiento y componentes de una cosechadora	11
1.3.1. Mecanismo de Siega	12
1.3.2. Mecanismo de Trilla	13
1.4. Investigación sobre cosecha de Quinoa	14
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>18</b>
2.1 Descripción de la Zona	18
2.1.1. Ubicación política	18
2.1.2. Ubicación Geográfica	18
2.1.3. Límites Geográficos	18
2.1.4. Mapa de Ubicación	20
2.2. Características Generales de la zona	21
2.3. Materiales y Equipos	28
2.4. Métodos	28
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
3.1. Componentes de una trilladora venteadoras	30
3.2. Trilladoras utilizadas para la cosecha de Quinoa en el distrito de Acocro	40

3.3. Propuesta tecnológica de máquinas trilladoras	48
3.3.1. Diseño Mecánico	48
3.3.2. Diagramación de los componentes	49
3.3.3. Selección de materiales	55
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>57</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro N° 01	Fases del sistema de cosecha y poscosecha de quinua	9
Cuadro N° 02	Rendimiento de principales cultivos campaña agrícola 2007 - 2008	24
Cuadro N° 03	Superficie física y uso de la tierra de la Provincia de Huamanga y Distrito de Acocro	26
Cuadro N° 04	Población y producción por especies según Provincias y Distritos	27
Cuadro N° 05	Población y producción por especies según provincias y distritos	28
Cuadro N° 06	Resumen de las características técnicas de trilladoras evaluadas en visitas a campo, internet y casa comercial	48
Cuadro N° 07	Materiales que se utilizaran para la construcción del trillador	55
Cuadro N° 08	Características de la tecnología tradicional y la propuesta innovadora en las labores de cosecha y pos cosecha de la quinua	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura N° 01 Cilindro trillador	30
Figura N° 02 Elementos del mecanismo trillador	31
Figura N° 03 Cóncavo y cilindro trillador	32
Figura N° 04 Despajador, parrilla y batidor en el mecanismo de trilla	33
Figura N° 05 Trilladora convencional con sacapaja y trilladora axial sin sacapaja	34
Figura N° 06 Mecanismo sacapaja	35
Figura N° 07 Mecanismo de limpieza	36
Figura N° 08 Mecanismo de limpieza	37
Figura N° 09 Ventilador, zarandas y sacapaja en funcionamiento	37
Figura N° 10 Sistemas de zarandas o cribas	38
Figura N° 11 Funcionamiento del sistema de zaranda y ventilador	39
Figura N° 12 Trilladora americana Garvie y Sons	41
Figura N° 13 Trilladora pequeña de 8 HP, marca Innova Magrini en Cuzco	41
Figura N° 14 Trilladora Herrandina modificada	42
Figura N° 15 Trilladora venteadora Fischer-agro fabricado en Lima	43
Figura N° 16 Trilladora vencedora (Magtron) de fabricación Brasileña	44
Figura N° 17 Diseño de trilladora de Flujo Axial (Sr. Paredes)	44
Figura N° 18 Trilladora de fabricación China en campo	45
Figura N° 19 Trilladora de taller Cossio en campo (fabricación local)	45
Figura N° 20 Cosechadora Combinada Yammar en la estación INIA Ayacucho	46
Figura N° 21 Otra cosechadora combinada de fabricación Austriaca marca Wintersteiger	47
Figura N° 22 Cosechadora combinada Massey Fergusson	47
Figura N° 23 Imagen de la barra con las paletas de corte	50
Figura N° 24 Imagen de la barra con las paletas de corte	50
Figura N° 25 Cilindro trillador con el sistema de soporte	50

Figura N° 26	Zaranda con las tres planchas perforadas	51
Figura N° 27	Zaranda con sus respectivas dimensiones	51
Figura N° 28	Palas de la turbina	52
Figura N° 29	Carcasa del ventilador	52
Figura N° 30	Palas del ventilador	52
Figura N° 31	Neumáticos con el chasis de la maquina trilladora	53
Figura N° 32	Maquina trillador	53
Figura N° 33	Barra redondo del eje central del cilindro trillador	54
Figura N° 34	Accesorios de movimiento: poleas y chumaceras	54
Figura N° 35	Siega manual de quinua	58
Figura N° 36	Traslado y emparvado de quinua	59
Figura N° 37	Trilla manual de quinua	60
Figura N° 38	Trilla con caballos	60
Figura N° 39	Acondicionamiento de la cosecha en la ERA	61
Figura N° 40	Trillado con el tractor agrícola Shanghai	61
Figura N° 41	Venteo manual	62
Figura N° 42	Limpieza manual de granos	63
Figura N° 43	Trilladora estacionaria de cereales, "Pullman" de fabricación Americana, adaptada para la trilla de quinua	64
Figura N° 44	Trilla mejorada con una maquina trilladora-venteadora de vencedora	65
Figura N° 45	Trilla mejorada con una máquina trilladora-venteadora de fabricación China	65



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado en el ámbito del Distrito de Acocro, Provincia de Huamanga y región Ayacucho, teniendo como finalidad hacer un diagnóstico de las tecnologías de cosecha utilizadas en el cultivo de la quinua en la sierra del Perú dentro de ello se ha identificado los diferentes modelos de trilladoras utilizados por los pequeños y medianos agricultores y una vez recopilada la información se hace una evaluación de estas tecnologías, para proponer las alternativas que permitan mejorar la eficiencia y eficacia de la labor de cosecha en el cultivo de quinua para las condiciones de Ayacucho y toda la región de sierra del Perú con una propuesta de un prototipo de una Máquina trilladora y venteadora de quinua que se recomienda para su diseño y construcción. Se ha concluido que para las condiciones del agricultor de la región el más pertinente sería utilizar una trilladora - venteadora de mediana capacidad que tenga un rendimiento superior a 800 Kg/hora en la cosecha de grano de quinua y para el cual se requiere un motor de combustión interna de 12 a 18 HP de potencia, el mismo que de preferencia debe tener una plataforma soportada por un par de ruedas para su transporte al campo de cosecha.

## INTRODUCCIÓN

Una de las etapas críticas de la producción de quinua, es la cosecha. Esta debe realizarse con la debida oportunidad para evitar no sólo las pérdidas por vientos o ataque de aves, sino el deterioro de la calidad del grano al pasarse el momento de cosecha; Si luego de la madurez del cultivo hay un exceso de humedad ambiental, se produce la germinación de los granos en la panoja con la consiguiente pérdida de la cosecha. La quinua debe ser cosechada cuando los granos han adquirido una consistencia tal, que ofrezcan resistencia a la presión con las uñas, o las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido. Es aconsejable hacer coincidir la cosecha con la época seca del año (generalmente de junio a agosto en la Sierra) para evitar pérdidas o deterioros del grano por efecto de la humedad ambiental; (Nieto, 1992).

A nivel de los pequeños agricultores no se ha desarrollado herramientas y equipos adecuados para realizar esta labor de una manera práctica, cómoda y efectiva; necesita urgente la mecanización a través del diseño de trilladoras, venteadoras y seleccionadoras de mediana capacidad; donde se debe tener especial consideración el tamaño de los granos y todas las implicancias que va generar la obtención de un grano limpio y de buena calidad para su posterior comercialización en un buen precio; de modo que el agricultor pueda ahorrar tiempo y economía en la labor de cosecha de cereales.

Una innovación de la cosecha de cereales a nivel de la sierra del Perú consiste en la utilización de trilladoras venteadoras estacionarias, aunque la siega y transporte de las gavillas se hace manualmente. Varios modelos de trilladoras de cereales se utilizan a nivel de los pequeños y medianos agricultores muchos de ellos son diseños de maquinarias importadas de otros países y otros son adecuados a nivel de fabricantes en talleres artesanales del medio local que no tienen certificación técnica para establecer su efectividad y rendimiento.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

### **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir en la mejora de las operaciones de cosecha de quinua para obtener la cosecha de buena calidad y menor costo.

### **OBJETIVO ESPECÍFICOS**

- Recopilar y evaluar las tecnologías de cosecha del cultivo de quinua en el distrito de Acocro, provincia de Huamanga y región Ayacucho.
- Proponer las bases para el diseño de una máquina trilladora venteadora adaptados para granos de quinua que puedan mejorar las operaciones de trillado y venteado para las condiciones del pequeño agricultor del distrito de Acocro, provincia de Huamanga y región Ayacucho.

## **I. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **1.1 GENERALIDADES**

#### **1.1.1 Antecedentes**

Como principal preocupación del agricultor y que siempre debería tener presente, es que para obtener granos de buena calidad en los cereales, es muy importante efectuar las labores de cosecha en el momento oportuno y en forma adecuada, ya que éstas influirán grandemente en la calidad y conservación del grano; es común comprobar lo difícil que es para él tomar la decisión de cosechar, muchas veces lo hace anticipadamente o demasiado tarde. En el primer caso, se producen pérdidas por concepto de granos partidos, aplastados o deformados, chupados, arrugados, etc. En el caso de cosechas para semillas es más grave aún, ya que se produce un deterioro irreversible notándose sus efectos en la disminución de la germinación, en plántulas anormales y en un menor vigor. Cuando la cosecha se efectúa tardíamente, trae consigo los siguientes problemas: pérdidas por desgrane, por pájaros y roedores, daños por lluvias, etc.

Hasta el siglo XIX, la cosecha de granos era esencialmente manual y la trilla del producto cosechado se realizaba también manualmente o por medio del pisoteo de animales. En la mitad de éste siglo, fue inventada la primera cortadora de granos, movida por caballos, y se instaló la primera fábrica de trilladoras en los EEUU de América. En 1930, surgieron las llamadas máquinas combinadas, lo que significa, que hacen el corte y la

trilla al mismo tiempo. En el año 1938, las cosechadoras automotrices comenzaron a ser utilizadas de la manera como se conoce actualmente, o sea, haciendo las cinco operaciones básicas, que son: el corte, la trilla, la separación, la limpieza y el almacenamiento. Hasta 1977, el sistema de trilla de las cosechadoras permaneció igual (flujo transversal), pero en ese año, con la cosechadora modelo 1440, de la International Harvester, se introdujo un nuevo concepto para el sistema de trilla de los granos, llamado como sistema de flujo longitudinal, popularmente conocido como "flujo axial", en el cual el cilindro y el cóncavo se encuentran normalmente ubicados longitudinalmente a la máquina, haciendo con que el material a ser trillado se desplace en dirección paralela al eje del cilindro de trilla (normalmente llamado de rotor).

### **1.1.2 Generalidades sobre cosecha de cereales.**

ORTIZ-CAÑAVATE, (2012); Indica que las cosechadoras de cereales son máquinas que realizan una multiplicidad de acciones simultáneamente (siega, trilla, aventado y clasificación de semillas), ahorrando una cantidad muy grande de mano de obra. Utilizadas principalmente para la recolección de cereales (trigo, cebada, avena, centeno, maíz, sorgo y arroz); también sirven para recolectar otros tipos de granos como girasol, colza, soja, cártamo y leguminosas para grano (lentejas, yeros, judías, guisantes, garbanzos, etc.)

Al revés que en los tractores, las ruedas delanteras de las cosechadoras son las motrices y las traseras las directrices. Esto es debido a que, precisamente sus ruedas delanteras son las que soportan mayor peso de la estructura de la máquina, pueden ofrecer mayor capacidad de tracción.

Los tipos de cosechadoras que existen son:

- De arrastre
- Autopropulsada, la más extendida en la actualidad (98%).

## **De arrastre**

La principal ventaja de las de arrastre es su bajo costo, y resultan económicas pero reduce la maniobrabilidad y es bastante perjudicial en parcelas pequeñas.

## **Las cosechadoras autopropulsadas**

Tienen normalmente tres marchas adelante y una atrás, cada una de las cuales puede ser regulada de modo continuo en la relación 1:2, e incluso 1:2,5, mediante cambio continuo de correa trapezoidal. De este modo se tiene la potencia máxima del motor una variación continua de la velocidad de avance entre 2 y 16 km/hr. Según el tipo de cosecha, como otros tipos de granos ya mencionados, se varía la separación entre el cóncavo y el cilindro desgranador y el número de revoluciones de este último. También, se hace variar el cabezal de recogida (caso de maíz, girasol, etc.), e incluso se sustituye la barra de corte por un cilindro recogedor (llamado también "pick-up") en el caso de que el cultivo se haya segado e hilerado previamente, como ocurre con las leguminosas para grano. En el caso del arroz también se modifica el sistema de rodadura para poder avanzar por terrenos encharcados, sustituyendo las ruedas delanteras por semiorugas.

En las cosechadoras que suelen trabajar en terrenos en pendiente, se coloca una pantalla longitudinal de separación, con objeto de que el material no se acumule solamente a un lado, y de este modo poder aprovecharse mejor la superficie de las cribas. Lo mismo ocurre con los sacudidores, en el caso que sean de un solo cuerpo.

## **Operaciones fundamentales de una cosechadora**

Las operaciones fundamentales que se realizan en el interior de una cosechadora son cinco:

- Siega y alimentación en la plataforma de corte
- Trilla

- Separación del grano de la paja en los sacudidores
- Limpia del grano en las cribas
- Almacenaje y descarga del grano

### **Plataforma de corte**

La capacidad de trabajo de una cosechadora viene determinada teóricamente por la anchura de corte, aunque en realidad el factor limitante es la cantidad de paja que pueden trabajar los sacudidores. Todos los dispositivos relacionados directamente con el corte se agrupan en el elemento denominado "plataforma de corte". Mientras la barra de corte siega el tallo, el molinete abate la parte superior de la mies, asegurando su caída hacia el tornillo sin fin embocador, que se encargará de conducirla hacia la boca de alimentación y desde allí, por medio de una banda elevadora interior, llegará al mecanismo de trilla. La barra de corte puede regularse en altura, así como equiparse con dedos auxiliares levantamieses. A ambos lados de la plataforma de corte van unos divisores de mies en forma de torpedo. Por otro lado, el molinete tiene varias regulaciones; velocidad de giro y posiciones en altura y en avance respecto a la cuchilla de corte.

La anchura de trabajo de una cosechadora autopropulsada oscila entre 2 y 6 metros. La barra de corte es de tipo normal, la separación entre dedos es de 3 pulgadas. El molinete se construye a base de dedos con orientación fija durante toda la vuelta, lo cual se consigue mediante paralelogramos articulados, así se evitan pérdidas por impacto oblicuo; el diámetro de éste es de 100 a 150 cms. y su velocidad de giro oscila entre 15 y 25 RPM.

Los órganos de alimentación están constituidos por el tornillo sin fin embocador y por la banda elevadora; el primero se divide en tres partes, las dos extremas tienen el paso en sentido opuesto para obligar a la planta a ir hacia la parte Central con ayuda de unos dedos retráctiles. Lo

anterior se dirige hacia la banda elevadora está constituida por dos o tres cadenas unidas mediante angulares de chapa de borde dentado, que empujan a la planta a través de la rampa inclinada que asciende hasta el cilindro desgranador. Esta banda está en posición flotante y la tensión del rodillo inferior la regula un muelle, con el objeto de conseguir un mejor ajuste de la planta.

### **Elementos de trilla y limpia en las cosechadoras**

El cilindro desgranador es un órgano de gran masa que gira a una elevada velocidad, por lo que es necesario equilibrarlo no sólo estática, sino también dinámicamente.; de este modo se protege la vida útil de los cojinetes y apoyos, así como se evita la presencia de fuerzas perturbadoras causantes de vibraciones y de ruidos molestos.

Existen dos tipos de cilindros desgranadores de tipo transversal:

**De dientes o dedos.** Llamado también cilindro americano, los dedos pasan por entre cada dos fijos del cóncavo, produciéndose el desgranado por fricción de las espigas entre los dedos fijos y móviles. Ya no se utiliza mucho en la actualidad.

**De barras.** Más utilizado, está constituido por 6 u 8 barras de acero que presentan una forma exterior redondeada y cubierta de estrías oblicuas. Este tipo es el “europeo”, y sus características son: diámetro D comprendido entre 400 y 600 mm; la longitud variable entre 0.80 y 1.80 m y su velocidad generalmente regulable entre 400 y 1600 RPM.

Las dos regulaciones que pueden hacerse se refieren a la velocidad del cilindro y a la separación entre cilindro y cóncavo. Cuando el grano está húmedo es conveniente aumentar la velocidad  $v$ , mientras que cuando está seco conviene disminuirla. Asimismo, si se parte el grano es mejor separar el cóncavo, mientras que si se pierde con la paja es necesario acercarlo. El cóncavo viene con un ángulo de trilla  $\alpha$  que varía entre  $100^\circ$



y 120°, desde la entrada hasta la descarga, longitud comprendida entre 50 a 65 cm, según el diámetro del cilindro.

Cilindro trillador de flujo axial. Son sistemas más modernos, La cosecha llega al cilindro desde el transportador, siendo aspirado por la cavidad existente entre el propio cilindro rotativo y otro fijo que dispone en su parte inferior las rejillas por donde cae el grano. El rotor inferior comprende las siguientes partes: aspirador de paletas helicoidales, conjunto de barras helicoidales y longitudinales de aristas o estrías en su primera mitad; y conjunto de barras lisas longitudinales y helicoidales en su segunda mitad cuya misión es la de separar el grano de paja previamente trillado. Este diseño permite un conjunto mecánico más simple que los sistemas convencionales, así como reducir la longitud de la máquina, también disminuye bastante el ruido y vibraciones. Además los procesos de trilla y separación se realizan en la mitad de tiempo que en una cosechadora convencional. Basado en este sistema existen dos tipos de máquina: De rotor único y de doble rotor.

### **Sacudidores y cribas o bandejas**

Luego del proceso de trilla, donde se realiza una separación del grano, ocurren los de separación y limpieza del resto. El sacudidor convencional está formado por un conjunto de rejillas calibradas que permiten el paso del grano y la paja corta, puede formarse por uno o varios elementos en forma de rampas accionadas por un cigüeñal cuyo radio de la muñequilla varía entre 4 y 10 cm. desplazándose adelante y atrás a un ritmo de 200 a 250 oscilaciones por minuto. El tamaño del sacudidor es de aprox. 1 y 1.2 kg/s.m<sup>2</sup> de superficie. Por último, el grano y la paja corta e impurezas son vertidos al sistema de limpieza donde se produce la separación del grano de la paja.

Las cribas van provistas de una serie de orificios, redondos, ovalados, triangulares, etc., o tiene forma de malla con orificios cuadrados o

rectangulares. Las cribas van animadas con un movimiento de oscilación de 200 a 300 oscilaciones por minuto, con el objeto de facilitar la separación final del grano, a veces muestran prominencias y depresiones al nivel de los agujeros, que facilitan la función del tipo de producto a recolectar.

La superficie de la criba superior está entre 1.70 y 2.20 m<sup>2</sup> por metro de anchura del cilindro, y la de la inferior es de 1.20 a 1.40 m<sup>2</sup>. El ventilador se encarga de separar el grano de las impurezas, el tipo más utilizado es el de paletas axiales que manda radialmente la corriente del aire.

## 1.2 PROCESO DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE QUINUA

Según SALAS (1,999) El conjunto de operaciones que van desde la recolección o recogida del grano hasta su uso por el consumidor se le denomina "sistema de operaciones de cosecha y poscosecha". El siguiente cuadro compara los sistemas existentes según tipo de tecnologías.

Cuadro N° 1. Fases del sistema de cosecha y poscosecha de quinua

<b>OPERACIONES POSCOSECHA</b>	<b>TECNOLOGÍAS TRADICIONALES</b>	<b>TECNOLOGÍAS INTERMEDIAS</b>	<b>TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</b>
Recolección	Manual, con ayuda de una hoz	Manual y mecánica	Combinada
Presecado	En parvas (7 a 15 días)	En parvas	
Almacenamiento en espigas	En graneros tradicionales	En trojes	
Trilla	Manual (frotamiento de la panoja con las manos) Con animales	Vehículos motorizados Trilladoras estacionarias	Combinadas
Limpieza	Manual (aprovechando las corrientes de aire)	Aventeadoras (Manuales)	Aventeadoras seleccionadoras
Secado	Natural (3 días)	Artificial o mixto	Artificial
Almacenamiento en grano	En seco En graneros tradicionales	Granel (en almacenes mejorados) En sacos	En silos En sacos
Desamargado	Lavado manual (friccionado con piedras)	Mecánico en seco o húmedo	Mecánica Húmedo Seco con calor

Según MUJICA (1993) y VALDIVIA et al. (1997), la cosecha se realiza cuando las plantas han llegado a su madurez fisiológica (5 a 8 meses, dependiendo de la variedad). Las hojas se tornan de color amarillento con apariencia de envejecimiento y el grano se pone duro.

Luego de segar los tallos de la planta, se procede a la formación de arcos o parvas formando al centro un techo de dos aguas durante un período de 7 a 15 días. Con esto se logra eliminar la humedad sobrante en la planta y evitar que el producto se malogre o manche a consecuencia de las inclemencias climáticas como las lluvias o heladas y pueden ser:

**Trilla a mano:** Para ello se disponen panojas entrecruzadas (teniendo cuidado de eliminar las quinuas silvestres que son de grano de color negro, porque estas desmejoran la calidad del producto). Luego se golpean fuertemente las panojas contra una superficie dura o se frotran con la mano hasta separar el grano.

**Trilla con animales:** Se utilizan caballos o asnos. Los animales se desplazan sobre los montones de panoja una y otra vez. El producto obtenido a menudo está mezclado con deyecciones de los animales lo que disminuye su calidad.

**Trilla mecánica:** Actualmente se está mecanizando esta fase usando trilladoras estacionarias, que funcionan con un tractor o con motor propio (autopropulsadas).

**Limpieza de granos:** consiste en separar pajas, broza y otras impurezas de los granos de quinua.

**Venteo tradicional:** Aprovecha las corrientes del viento. Para ello, se extienden mantas en el suelo y sobre ellas se forman rumas de quinua que se van levantando poco a poco con la mano, dejándolas caer

lentamente, para luego proceder al zarandeo y limpieza mecánica en aventadora simple. La tecnología industrial usa aventadora-seleccionadoras de granos y limpiadora.

En el proceso de secado los granos limpios son puestos sobre mantas y expuestos a la radiación solar por tres días (recogiéndolos durante la noche), para eliminar la humedad restante en el grano y obtener la madurez comercial de éste. Con el secado se evita la fermentación y el amarillamiento y de paso se eliminan los granos negros y demás impurezas.

Es fundamental dar un almacenamiento adecuado a los granos para evitar pérdidas, especialmente debido a roedores y polillas. Se recomienda almacenar en lugares secos, bien ventilados y de preferencia en envases secos, limpios y herméticos para evitar la pudrición por humedad.

### **1.3 FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES DE UNA COSECHADORA.**

HUNT(1986) de forma resumida explica el funcionamiento y componentes de una cosechadora del modo siguiente:

- El molinete empuja los tallos de las plantas contra la barra de siega.
- La barra de siega corta los tallos y deja las partes aéreas de las plantas sobre la plataforma contra el conductor transversal.
- El conductor transversal conduce el material cortado hacia la parte central de la plataforma, donde se encuentra el conductor de alimentación.
- El conductor de alimentación conduce el material hacia el mecanismo de trilla para su trillado.
- La paja se separa de los granos mediante el llamado sacapajas de la unidad de separación y limpieza. La paja sale detrás de la máquina.
- El mecanismo de limpieza de la unidad de separación y limpieza separa la pajilla y demás impurezas de los granos y Los granos son conducidos al tanque.

- Los componentes fundamentales de una cosechadora tras conocer de forma general el funcionamiento de una cosechadora, a continuación se describirán los componentes fundamentales que intervienen en el proceso. Normalmente en una cosechadora se distinguen tres partes o mecanismos fundamentales: el mecanismo de siega, el de trilla y el de separación y limpia.

### **1.3.1 MECANISMO DE SIEGA**

La siega del cereal tiene lugar en la plataforma de corte, que está compuesta por los siguientes elementos y dispositivos:

#### **Barra de corte.**

Es la encargada de cortar la mies. Es una guadañadora provista de una pletina móvil sobre la que se disponen unas cuchillas y unos dedos fijos unidos al bastidor de la plataforma. El corte se produce al ser atrapadas las plantas entre los dedos y las cuchillas por cizalladura en su movimiento de vaivén, producido por un brazo. La capacidad de trabajo de una cosechadora viene determinada teóricamente por la anchura de la barra de corte, aunque en realidad el factor limitante es la cantidad de paja que pueden trabajar los sacudidores. La anchura de la barra de corte viene determinada por las dimensiones del cilindro desgranador y cóncavo, normalmente esta relación tiene un valor constante para que la operación sea lo más homogénea posible, siendo el más usual 0,3. La anchura de trabajo de una cosechadora autopropulsada puede oscilar entre 2 y 6 metros. La altura de la barra de corte puede regularse y equiparse con dedos auxiliares levantamies, para adaptarla a los diferentes cultivos que se deseen cosechar.

#### **Molinete.**

Tiene la misión de acercar la mies hacia la barra de corte para, una vez segada, empujarla sobre el sinfín alimentador, evitando que puede caerse por delante de la barra. Es una especie de jaula metálica, que gira

alrededor de un eje central. Formada por una serie de dedos. Estos dedos deben ser verticales para que estén paralelos al vegetal que se quiere cortar, de esta forma se consigue mejorar la eficiencia del sistema de trilla y disminuir las pérdidas de grano. Para ello se recurre a un sistema articulado formado por dos circunferencias circunscritas, actuando una de ellas como rueda conductora y la otra como rueda conducida. El molinete admite varias regulaciones en cuanto a su velocidad de giro y posiciones en altura y en avance respecto a la cuchilla de corte. El diámetro del molinete es de 100 a 150 cm, y su velocidad de giro oscila entre 15 y 25 r.p.m.

El órgano de alimentación consiste en un tornillo sinfín alimentador cuya misión es la de canalizar toda la mies segada por la barra de corte hacia el centro de la plataforma de corte donde es recogida por los dedos retráctiles y empujada sobre la banda elevadora. La banda elevadora está constituida por dos o tres cadenas unidas mediante angulares de chapa de borde dentado, que empujan a la mies a través de la rampa inclinada que asciende hasta el cilindro desgranador.

### **1.3.2. MECANISMO DE TRILLA**

Es el encargado de separar el grano de las espigas y de la paja. Los órganos fundamentales del mecanismo de trilla son el cilindro desgranador y el cóncavo, con los que se separa alrededor del 90% de los granos. Normalmente del 90% del grano que se separa en el cilindro desgranador y cóncavo el 80% cae por el cóncavo y el 20% restante pasa a los sacudidores.

#### **Cilindro desgranador y cóncavo.**

Es donde realmente se produce la trilla. Existen dos tipos de cilindros desgranadores:

**De dientes o dedos.** Están formados por barras longitudinales con resaltes verticales o dedos. El cilindro desgranador está formado por dos

partes; una móvil o cilindro y una estática o cóncavo. El cilindro va girando y sus dedos se van insertando entre los dedos del cóncavo. Entre ambos queda un hueco donde por fricciones se produce la separación del grano de la espiga. En él se tritura toda la planta. La separación entre los dedos ha de ser la idónea para que no se rompan los granos y viene determinada en función del tamaño medio de los mismos.

**De barras.** Está formado por una estructura de discos transversales unidos mediante un eje central. Sobre los discos se fijan unas barras cuya zona exterior es estriada, dispuesta con sus ranuras orientadas en sentidos opuestos. Con ello se consigue que las estrías empriman a la mies un movimiento de zigzag evitando que se amontone en un solo lado a su paso por la trilla y la separación del grano de la paja. Los cilindros de barras producen menos ruido y mejoran la eficacia de la trilla para las mismas condiciones de trabajo que los cilindros de dedos.

Hoy en día es común el empleo de cilindros desgranadores de flujo axial.

#### **1.4 INVESTIGACIONES SOBRE COSECHA DE QUINUA**

LLANGARI (2012); Precisa que la cosecha de quinua debe realizarse con la debida oportunidad para evitar no solo las pérdidas por efectos adversos delo clima y ataque de aves, con deterioro de la calidad de granos. Un sistema de cosecha de quinua consiste en la utilización de trilladoras estacionarias, la siega y transporte de gavillas se realizan manualmente. Varios modelos de trilladoras de cereales han sido adaptados para la trilla de quinua, en otros casos se han creado prototipos específicos, todos con aceptable efectividad y rendimiento. Se busca resolver los inconveniente que se presentan al momento de cosechar la quinua con máquinas que no son específicamente para la trilla, por lo cual se diseña una máquina trilladora y limpiadora más eficiente que consta de: Una tolva que es la entrada de las ramas, donde se dirige al rotor picador que se encarga de cortar en un tamaño determinado que luego pasa al sistema de trilla que consta de una serie de barras trilladoras, luego el ventilador succiona todo el material picado,

trillado y lo envía hacia un ciclón el cual se encarga de separar la semilla de quinua del resto de material aumentando así la eficiencia tanto en el trillado como en la limpieza de la quinua.

Realizaron una comparación, de la producción de las máquinas adaptadas para la trilla con la construida específicamente para la quinua, teniéndose producción diaria de 60 quintales, eficiencia de la máquina de 93 % y una reducción significativa del tiempo de cosecha.

SOTO et al. (2004); Indica que la aplicación integral de las propuestas innovadoras se traduce en ventajas para el productor campesino. En relación a sus condiciones de vida y trabajo, las ventajas principales son: una mayor seguridad alimentaria por la posibilidad de contar con un grano de calidad, libre de impurezas y que puede conservarse durante más tiempo debido a las mejores condiciones de almacenamiento; menor incidencia de afecciones a la vista por la disminución de la contaminación durante el venteo y trilla tradicionales, y una mayor equidad en la distribución de ingresos por género. Como ventajas económicas podemos citar el mayor precio que obtiene el agricultor por su quinua de calidad y los mayores ingresos que obtienen los productores y las plantas procesadoras «exportadoras». Además de estas ventajas, están los beneficios de importancia ambiental y cultural, pues no se utilizan agroquímicos y no se modifica significativamente las costumbres campesinas.

En la actualidad cerca del 90 por ciento de los agricultores de quinua en Bolivia sigue utilizando tecnologías tradicionales en las diferentes labores de cosecha y poscosecha, donde el producto cosechado queda expuesto a un alto grado de contaminación de tipo físico (mezcla con tierra, piedrecillas, arena y otros) que incide en forma negativa en la calidad comercial del grano de quinua. Algunas de las propuestas innovadoras no han sido adoptadas por los agricultores porque la adquisición de herramientas y maquinarias implica una fuerte inversión, que en algunos



casos exceden los US \$ 6,000.00; por ejemplo la trilladora «Vencedora». Un productor de quinua del altiplano sur, el señor Timoteo Véliz, señala con referencia a las nuevas tecnologías que «...deben ser prácticas y de fácil acceso. Cuando hay producción de grano, las plantas hay que arrancar; qué vamos estar pensando en cortar con hoces, azadones, aun si en la producción orgánica nos exigen. En el caso de la trilladora Vencedora, si no está bien ajustada se pierde grano y eso es plata; es mejor pisar con camión o tractor. En la comunidad veo que están utilizando más la venteadora manual, no cuesta mucho y tiene buen rendimiento...».

PROIMPA (2004), en el marco del proyecto «Producción Sostenible de la Quinua» con financiamiento de la Fundación McKnight, está actualmente promoviendo y difundiendo el uso de tecnologías como: cosecha de la planta de quinua mediante corte con hoz, trilla directa mecanizada y uso de venteadora manual y mecanizada en zonas productoras de quinua en el altiplano.

En base a los resultados de las Evaluaciones Participativas con Agricultores que se realizaron en la campaña agrícola 2002-2003, podemos citar las principales opiniones de los agricultores sobre las tecnologías de cosecha y poscosecha:

El corte con hoz es aceptado por el 100% de agricultores quienes destacan características favorables, como que las plantas cosechadas con hoz no tienen impurezas (arena, tierra, piedrecillas), se invierte menos tiempo, es más fácil de trabajar, el producto es de buena calidad y en el mercado pagan mejor precio.

En la trilla directa, el 88% de los agricultores evaluadores destacan criterios positivos relacionados al bajo grado de contaminación del grano y el menor tiempo empleado en la trilla en comparación al sistema

tradicional; un criterio negativo que se resalta es el relacionado al costo de la maquinaria.

En la técnica del venteo, los agricultores expresaron más criterios positivos, sobre todo en el momento en que se puede realizar la limpieza del grano (ya que esta labor se puede realizar sin depender de la ocurrencia de vientos), ahorro de tiempo y de mano de obra, mayor grado de selección y limpieza del grano, facilidad de manejo de la maquinaria.

En resumen, podemos decir que estas tecnologías contribuyen a mejorar la pureza comercial del producto final, al ahorro de tiempo y dinero en el uso de mano de obra. También es ponderable reconocer la importancia de que, ahora, los agricultores están tomando conciencia del significado de un producto de calidad, lo que repercute en mayores ingresos para las familias por la valoración y precio que recibe el producto. Sin embargo, es necesario considerar los aspectos que dificultan su adopción y que son básicamente los relacionados a la disponibilidad y costos de la tecnología innovadora (herramientas y/o maquinarias).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA**

#### **2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA**

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Acocro

#### **2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Coordenadas UTM: 13°53'26.56" S

: 73°43'52.58" O

Altitud: Oscila entre 2500 m.s.n.m a 4200 m.s.n.m

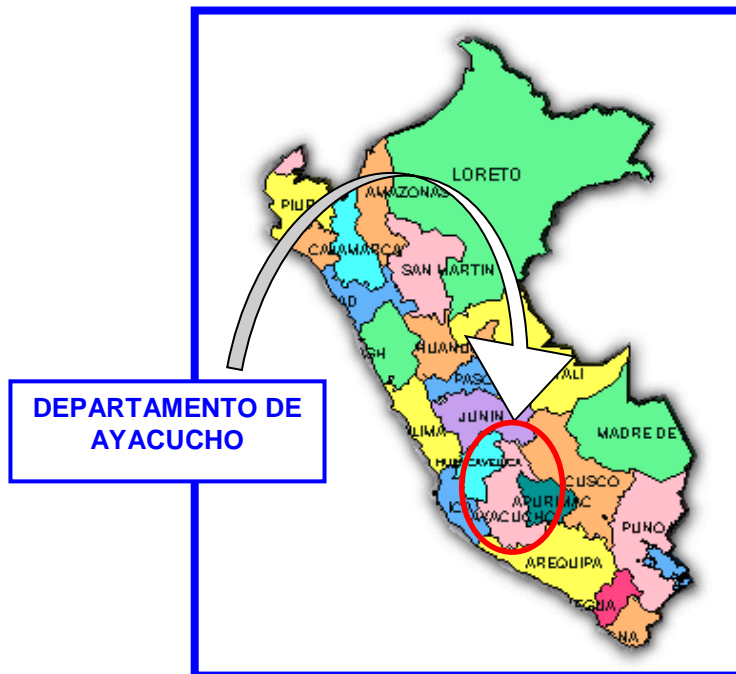
#### **2.1.3 LÍMITES:**

El distrito de Acocro, se encuentra limitada por:

- Por el Norte, Con los distritos de Tambillo y Chiara.
- Por el Sur, Con los distrito de Ocros y Luis Carranza.
- Por el Este, Con el Distrito de Acosvinchos.
- Por el Oeste, Con el distrito de Vischongo.

## 2.1.4 MAPA DE UBICACIÓN

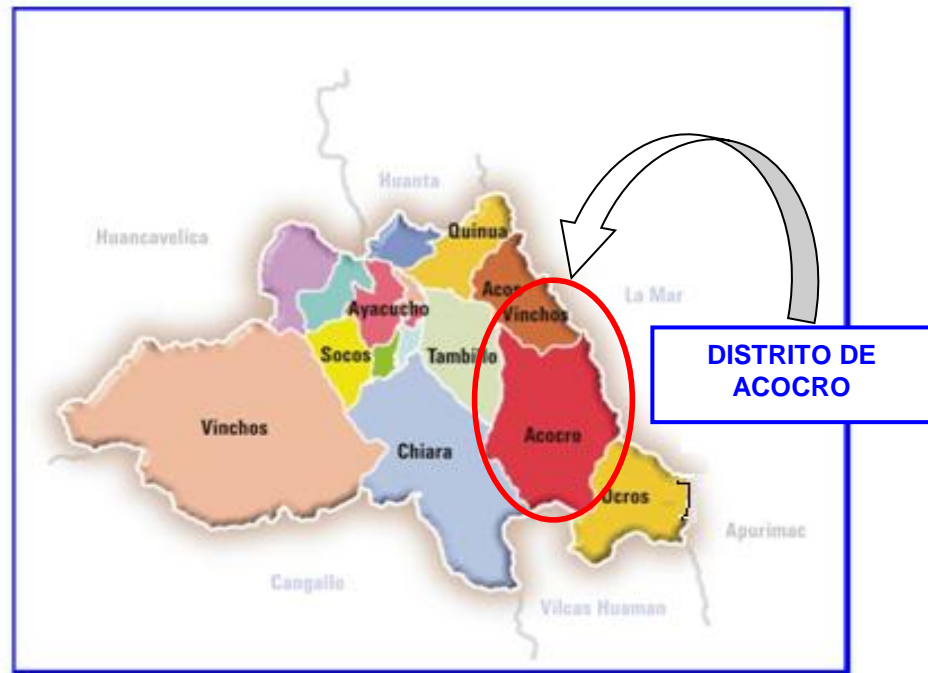
Mapa 01. Ubicación Departamental



Mapa 02. Ubicación Provincial



Mapa 03. Ubicación Distrital



Mapa 04. Principales Comunidades beneficiarias con el Proyecto



## **2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA**

La zona donde se desarrollaran las actividades presenta una topografía irregular de paisaje que está conformada por laderas y planicies cuyas pendientes oscilan entre 5% al 60 %, cuenta con plantas naturales bajas, otras plantas herbáceas de la zona, así como un bosque de arbustos que hacen posible formar pequeñas parcelas en las que se ubican sus cultivos principales: gramíneas, tubérculos, hortícolas y tienen una altitud que varía a 2500 a 4200 m.s.n.m. El clima es frígido y húmedo en las partes bajas y templadas y húmedas en las partes altas.

### **Fisiografía:**

Pertenece a la cuenca del Río Yucaes, así mismo comprende parte de la cordillera de los Andes, con presencia de cerros bajos y altos, con vegetación natural y abundante, en las quebradas y con cultivos de secano. En la parte media y alta de la cuenca predomina el paisaje de las colinas altas, que comprende pastos naturales, paisajes de laderas y quebradas montañosas con altitudes que van de 2 800 a 4 200 m.s.n.m.

### **Topografía:**

En la parte del Divortium Acuarium, la configuración topográfica es variada, desde ligera y ondulada con gradiente moderada, hasta fuertes relieves de quebradas que en muchos casos presentan afloramientos rocosos.

Su parte media presenta una configuración topográfica dominante de quebrada, donde los recursos principales son encañonados, relieves muy accidentados y laderas de fuertes pendientes. En la parte baja existe un valle de suave topografía, largo y estrecho.

### **Geología:**

El recurso suelo, se caracteriza por presentar un proceso de erosión fuerte en las partes altas y media, en tanto que en las partes bajas es moderado. Proceso derivado del arrastre del suelo por precipitaciones

pluviales, la falta de cobertura vegetal, el uso cada vez más intenso del recurso y prácticas inadecuadas como son cultivos a favor de la pendiente.

Las características físicas de los suelos, difieren en el color de la tierra que varía de plomo, gris. La profundidad varía de 50 a 90 cm, la textura de franco arenoso a franco.

### **Climatología:**

La variada topografía de la superficie terrestre y los diferentes parámetros meteorológicos determinan una diversidad de climas que pueden clasificarse en varios tipos según sus propiedades más o menos homogéneas. Aplicando los criterios de clasificación, el clima de la zona del Proyecto, según el mapa ecológico del Perú, pertenece a la zona de vida bosque húmedo-montano subtropical con una temperatura promedio de 12 °C y precipitación promedio anual de 628.5 mm. Donde las precipitaciones pluviales son excesivas de diciembre a marzo y deficitarias en los meses de abril a Noviembre.

### **Vías de Comunicación:**

El área en estudio es accesible hacia la ciudad de Ayacucho mediante una carretera que parte de la ciudad de Ayacucho (Terminal en la Av. Cuzco) y que comprende una distancia de 42 km hasta la capital Distrital el cual conduce como acceso alternativo a la ciudad de Andahuaylas y es una carretera asfaltada y de ahí es accesible mediante unas carreteras de trochas carrozables que interconecta a los anexos y centros poblados.

### **Actividad Agrícola**

La principal actividad del distrito es la agricultura complementado con la pecuaria, ambas actividades están sustentadas sobre la base de la producción familiar o individual; dándose también formas de manejo comunal con la predominancia del trabajo cooperativo "Ayni". Esto implica que las unidades productivas agrícolas de esta zona enfrentan

una dotación de activos públicos limitada, lo que repercute en su capacidad productiva y en las condiciones de vida del productor y su familia. En tal sentido, para fomentar el desarrollo productivo en las zonas rurales (y por ende en la actividad agrícola) se requiere diseñar políticas que fomenten la expansión de la dotación y de la calidad de los activos públicos de su población.

La producción agrícola se destina en gran parte para el mercado regional y Nacional, solo el 20 a 30% se destina para autoconsumo y semilla, también se da el intercambio de productos o trueque (tradición antigua que se practica hasta hoy en día) en las ferias semanales como en la Comunidad de Seccelambras, se dan intercambio de productos de la zona con víveres, frutas, verduras etc. que traen personas de otros distritos o provincias.

La actividad agrícola, es una de las actividades económicas de mayor importancia y es realizada por la mayoría de la población de Acocro, a excepciones de empleados contratados por las instituciones y/o organizaciones que operan en la capital del distrito. La agricultura es desarrollada en las zonas bajas, intermedias y altas de la extensión territorial con condiciones climáticas favorables para la agricultura y la presencia los pisos ecológicos en las comunidades. Los cultivos más importantes son: papa, trigo, cebada, haba, arveja, quinua, maíz, complementando con olluco, mashua, oca y otras menestras; con alta incidencia de plagas como: polilla, pikipiki, gorgojo de los andes, qarasaco, cogollero, masorquero, pulgones, llamallama y enfermedades de ranca, alternaría, nemátodos, chupadera fungosa, ostilagos, roya, mildiu y pukapuncho. Las actividades forestales como la fruticultura, la horticultura, floricultura son escasas. Acocro produce aproximadamente de 20 a 25 TM/Ha.



Cuadro N° 2. Rendimiento de principales cultivos campaña agrícola 2007  
- 2008

Principales cultivos	Área Sembrada Has	Área perdida Has	Área cosechada Has	Rendimiento Ton/Ha.	Producción Ton.	Precio en Chacra
Papa	2,989	489	2,500	22.2	55,498	0.4
Trigo	970		970	2.14	2,080	0.69
Cebada	727		727	0.89	648	0.48
Haba seco	200	28	172	0.91	156	0.84
Haba verde	123		123	3.2	394	0.52
Quinoa	169	17	152	0.83	126	1.01
Arveja seco	172	25	147	0.83	122	0.83
Arveja verde	138		138	2.96	409	0.62
Maíz amilaceo	172	35	137	0.95	130	1.02
Maíz choclo	99		99	7.65	757	0.64
Otros	842		84244			
<b>TOTAL</b>	<b>7,500</b>					

Fuente: Ministerio de Agricultura.

La infraestructura agrícola se encuentra restringidamente desarrollada, no hay suficientes fuentes de captación de agua, existe carencia de sistemas de represamiento e infraestructura de riego que impide aprovechar al máximo el líquido elemento para el riego de los cultivos. Las lagunas y los ríos poco o nada contribuyen al desarrollo agrícola del distrito sino hay infraestructura como canales de captación y de riego. La producción agrícola es una actividad que tiene tecnología y planificación adecuada, estos factores hacen que esta actividad sea aprovechada como real alternativa de la economía de Acocro. El uso de la maquinaria agrícola es la forma común de producir la tierra en el distrito.

Es importante señalar que las tierras de uso agrícola están ubicadas en la zona media y principalmente en las zonas de Seccelambras, Chontaca, Matara, Ccollecca, Pantipampa. Carhuaschocce, Acco, Tambucucho, Pampamarca, Parccahuanca, Yanahuanco, Cuchicancha, Quicato y Parcco, son zonas paperas; mientras comunidades como: Acocro, Rayan, Ccochani etc son productoras de maíz y de quinua. La tecnología agropecuaria que se utiliza tiene relación y efecto directo en la economía distrital y provincial; la producción de la zona predomina en el mercado provincial. El modo de trabajo productivo es esencialmente maquinarias agrícolas, peones, familiar: donde participan padres, hijos, hijas y parientes.

La configuración de 03 pisos ecológicos en el territorio distrital, propone importantes oportunidades ocupacionales productivas a la población. Por tal razón las poblaciones de las zonas altas, intermedias y bajas han optado por una vocación agrícola, por cuanto esta actividad es una de las actividades de perspectiva económica del distrito; siendo el recurso suelo el principal potencial productivo. De acuerdo a la información del Ministerio de Agricultura el distrito de Acocro cuenta con 40,683 Has con superficie física de 406.83 km<sup>2</sup> que puede incrementarse considerablemente con un adecuado desarrollo de la infraestructura de riego.

Los productores agropecuarios tienen poco o nada de nivel de educación o capacitación técnica en la producción agrícola, desarrollan esta actividad en aplicación de sus conocimientos andinos, ancestrales y con tecnología nueva que se les da para aprovechar al máximo la tierra y competir con otros productores de escala mayor. El uso indiscriminado, sin asesoramiento técnico y protección, de productos agroquímicos altamente tóxicos y cancerígenos para el hombre deteriora la fertilidad y estructura del suelo. El mal manejo de suelos produce erosión y suelos improductivos; de igual manera, la aplicación de fertilizantes sin el

análisis previo de la fertilidad del suelo. En la zona de Acocro, los residuos de los productos agroquímicos son dejados en los ojos de agua (puquial), acequias, riachuelos y en las chacras contaminando el medio ambiente y poniendo en riesgo la vida de los animales y del poblador.

Cuadro N° 3: Superficie física y uso de la tierra de la provincia de huamanga y distrito de acocro

SUPERFICIE FISICA			USOS DE LA TIERRA (HAS)						
			TIERRA AGRICOLA			OTRAS TIERRAS			
PROVINCIA Y DISTRITO	KM <sup>2</sup>	HAS	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	PASTOS NATURALES	MONTES Y BOSQUES	OTRA CLASE DE
HUAMANGA	2,981.37	298,137	38,284	13,108	25,176	259,853	100,667	14,171	145,005
ACOCRO	406.83	40,683	6,617	2,067	4,550	34,066	12,629	2,438	18,999

Fuente: Anuario Estadístico CORFA (Oficina Departamental de Presupuesto y Planificación)

- III Censo Nacional Agropecuario-INEI- Ministerio de Agricultura.
- Datos Estadísticos obtenidos del Área de Planificación.
- División Política del Perú, Organización Administrativa del Ministerio de Agricultura.

Elaboración: Dirección Regional Agraria – Ayacucho- Dirección de Información agraria (DIA)

Otro de los problemas es el uso de semillas de baja calidad infestadas por virus, bacterias etc. que afecta en el rendimiento de la producción de los cultivos, generando grandes pérdidas económicas. El sistema de riego se da bajo inundación, sin la optimización y/o tecnificación del uso y manejo de agua, el comité de regantes se encuentra débilmente organizado.

#### **Actividad Pecuaria:**

La actividad pecuaria se ha mantenido durante muchos años sin mejora de ningún tipo de animal, recién en los últimos años se está desarrollando

principalmente la crianza extensiva de vacunos y porcinos, ovinos cruzados respectivamente, con bajo rendimiento de leche y carne que poco se comercializa. También se observa la crianza de otros animales como: caprinos, equinos y animales menores en menor escala (gallina, patos, cuyes, conejos para el auto consumo y venta); toda esta producción cuenta con escasa asistencia técnica y capacitación.

La crianza de animales mayores y menores tienen problemas debido a los factores climáticos y sin infraestructura adecuada, alimentación, manejo y sanidad. En general la actividad pecuaria en el ámbito distrital se encuentra desatendida, ocasionando altas tasas de morbilidad, deterioro de la raza genética por la presencia de consanguinidad con pérdidas incalculables en la economía y oportunidades de los pueblos por la presencia de enfermedades endoparasitarias como: Fasciola Hepática, Hidatidosis, parásitos planos, redondos y enfermedades ectoparasitarias como: Sarna, Piojos, Pulgas, Ceanurosis y enfermedades infecciosas Carbunco Sintomático, Cólera porcina, Cisticercosis y enfermedades de animales menores Salmonella, Neumonías y Bronquitis Infecciosa.

Cuadro N° 4: Población y producción por especies según provincias y distritos

PROVINC. Y DISTRITOS	AVES CARNE					AVES POSTURA		
	POBLACION N° DE CABEZAS	SACA				N° DE GALLINA S	PRODUCCION	
		%	N° DE CABEZAS	PRODUC C. TM	CARCAS A		HUEVO TM	KG/GAL L/AÑO
HUAMANGA	189570	61,8	117108	164,37	1,40	43544	159,47	3,66
Ayacucho	1936	72,6	1406	2,17	1,54	670	2,01	3,00
Acocro	7590	61,2	4647	7,03	1,51	2288	6,86	3,00

Fuente: Informe Agencia Agraria Huamanga

Cuadro N° 5: Población y producción por especies según provincias y distritos

PROVINCIAS Y DISTRITOS	VACUNOS CARNE					VACUNOS LECHE	
	POBLACION N° DE CABEZAS	SACA				PRODUCCION	
		%	N° DE CABEZAS	PRODUCC. T.M.	CARCASA KG/CBZA	ORDEÑO N° DE CABEZAS	PRODUCC. T.M.
HUAMANGA	60909	16,9	10320	1118,08	108,34	8348	3480,50
ACOCRO	7344	17,8	1309	146,09	111,60	1018	427,93

Fuente: Informe Agencia Agraria Huamanga

### 2.3 MATERIALES Y EQUIPOS.

- Materiales bibliográficos
- Información meteorológica
- Computadora Pentium IV
- Papel Bonn 80 grs.
- Impresora multifuncional.
- Camioneta 4x4.
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Formatos de encuestas para fabricantes de trilladora.
- Formatos de encuestas para usuarios de trilladoras.
- Programas de diseños de Ingeniería.
- Plotter.

### 2.4 METODOS

El presente trabajo se desarrolló a nivel exploratorio, previo estudio de los elementos y funcionamiento de las técnicas de cosecha de quinua, luego a nivel de campo se evaluó las tecnologías de cosecha y finalmente se plantea una propuesta técnica de una máquina trilladora estacionaria para las condiciones de la zona.

#### Fase Preliminar

Consiste en la descripción y estudio de los componentes básicos de una máquina trilladora estacionaria convencional, que se tienen disponibles en

el mercado nacional e internacional para la cosecha de cereales y que son adaptables para la cosecha de quinua.

### **Fase de campo**

- Visita a los fabricantes y comercializadores de trilladoras-venteadoras para la cosecha de quinua.
- Recopilación de las especificaciones técnicas de estas maquinarias.
- Visita de campo a verificar los modelos trilladoras-venteadoras que viene trabajando en el ámbito de estudio.
- Comprobar la eficiencia de trabajo y rendimiento de la maquinaria durante la cosecha.
- Sistematización de las informaciones obtenidas.

### **Fase de gabinete**

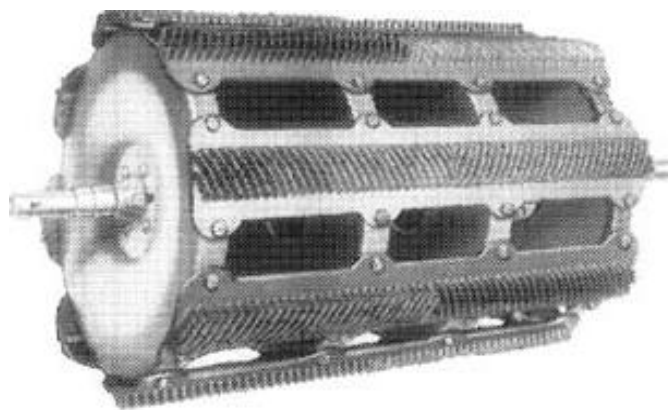
- Bosquejo de Diseño mecánico de prototipo
- Diagramación de los componentes en 3D
- Selección de materiales para el proceso constructivo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. COMPONENTES BÁSICOS DE UN TRILLADORA VENTEADORA.

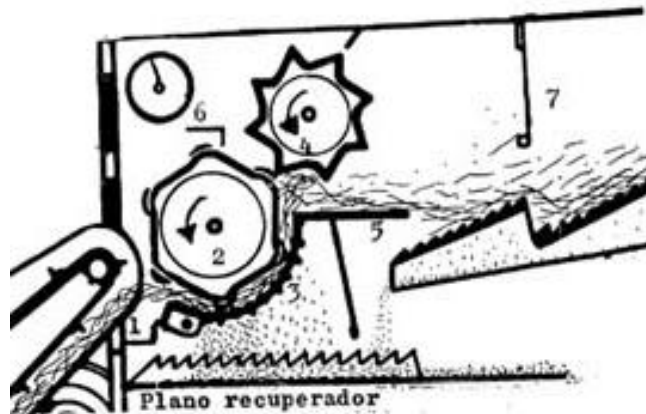
##### a. MECANISMO DE TRILLA

El mecanismo de trilla, más conocido como el cilindro trillador, es uno de los órganos más importantes de una cosechadora. Es aquí donde el grano es separado de su envoltura. La acción de trilla o desprendimiento de todos los granos de las espigas, mazorcas o vainas se logra por la acción de frotamiento e impacto producido por la velocidad de rotación del cilindro y por la fricción al pasar el material por el espacio reducido que se deja entre el cilindro y el cóncavo colocado bajo de este.



**Fig. 1: Cilindro trillador**

El conjunto de elementos del mecanismo trillador está formado por el cilindro trillador (2), el cóncavo (3), el batidor (4), la parrilla de varillas (5), el despajador (6), y la cortina (7).



**Fig. 2: Elementos del mecanismo trillador**

Por la acción de rotación y la frotación con el cóncavo los granos son separados de sus espigas o vainas cayendo al plano recuperador. Lo normal es que más del 90% del grano sea separado en el mecanismo de trilla. La paja estera y granos no separados son dirigidos hacia el batidor que frena su salida y los lleva hacia el sacapaja. Una cortina ubicada atrás del batidor evita que algunos granos salten fuera de la máquina.

**Cilindro trillador.-** Es un tambor de 60 a 120 cm de ancho y de 50 a 60 cm de diámetro según capacidad de la cosechadora que gira a velocidades periféricas variables estimas promedio de 30 m por segundo. El ancho es muy importante porque determina la capacidad de la cosechadora. La velocidad se puede variar entre 500 a 1.400 rpm según las necesidades. La mayor velocidad es empleada en la cosecha de granos chicos y difíciles de separar, y la menor en trilla de granos grandes y fáciles de separar o muy quebradizos. Los diferentes cultivos o sus condiciones, hacen necesaria utilizar diferentes tipos de cilindro. Por lo tanto su selección puede realizarse entre los siguientes:

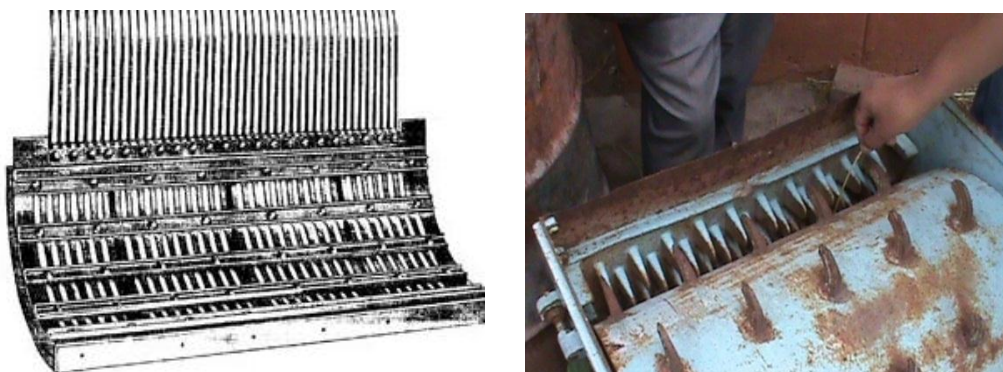
- **Cilindro de barras.** Es el más utilizado en la cosecha de trigo, avena y cebada. Está formado por un tambor que presenta de 6 a 8 barras estriadas, colocadas en su periferia y montado en un eje en uno de cuyos extremos tiene una polea de diámetro variable la que permite



regular su velocidad. La acción trilladora se produce por fricción y sacudido del cultivo, produciendo menor desgarrado de los tallos y malezas verdes, lo que en la práctica produce una cosecha más limpia y menor sobre carga en los mecanismos limpiadores.

- **Cilindro de dientes.** Tiene un diseño muy semejante al de barras, pero sobre las barras tiene uniformemente repartido una serie de dientes los que pasan por entre dientes similares que hay dispuestos en el cóncavo. La acción trilladora se produce por trituración y desgarrado, por lo que es apropiado para cosechas difíciles como el arroz, trigos duros, quinua y algunas forrajeras.
- **Cilindro de barras de caucho.** Tiene un diseño muy similar al de barras metálicas, salvo que éstas están montadas helicoidalmente y están forradas de goma. En ésta forma el cilindro sacude el grano con una acción trilladora más suave para cosechar semillas pequeñas como tréboles, alfalfa y muy quebradizas como frejoles.

**Cóncavo.** Es una parrilla de varillas o dientes, según sea el tipo de cilindro, solidario de este de forma curva y colocado bajo del. En su extremo posterior tiene una prolongación de varillas que facilitan el paso de la paja hacia el saca paja.



**Fig. 3: Concavo y cilindro trillador**

**Batidor.** Es un tambor que presenta diferentes diseños que está ubicado detrás del cilindro y ligeramente arriba. Sus funciones son:

- Separar y recuperar parte de los granos, que trillados en el cilindro no fueron separados
- Hacer más lento el paso del material que sale del cilindro y
- Desviar el material que sale del cilindro hacia el saca paja.

El eje del batidor es en la mayoría de las cosechadoras es el que recibe la fuerza motriz del motor para accionar todos los mecanismos de la máquina, a excepción de la bomba hidráulica y los de traslación.

**Despajador del cilindro.** Es una placa deflectora ubicada en la parte superior del cilindro que evita la contra alimentación que ocurre cuando el material es llevado alrededor y arrastrado por éste.

**Parrilla de varillas.** Se ubica a continuación del cóncavo. Su función es sostener y mantener dirigida hacia arriba la paja de manera que el batidor desvíe la paja hacia el saca, paja. La falta de éstas varillas hace que la paja pueda caer directamente en el plano recuperador recargando el mecanismo de limpieza.

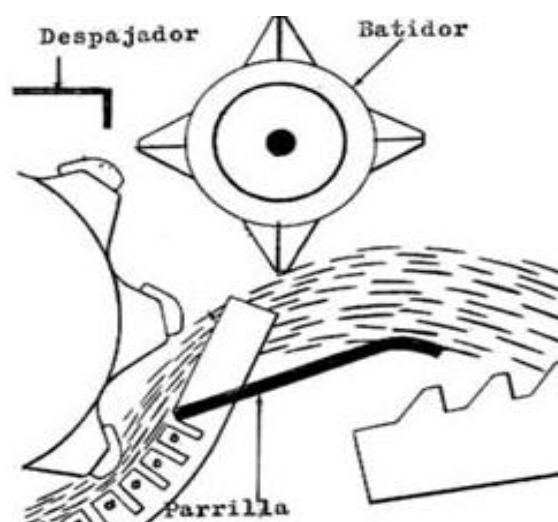
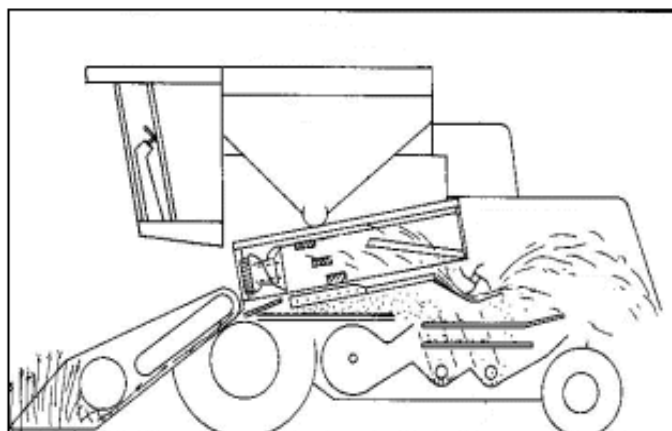
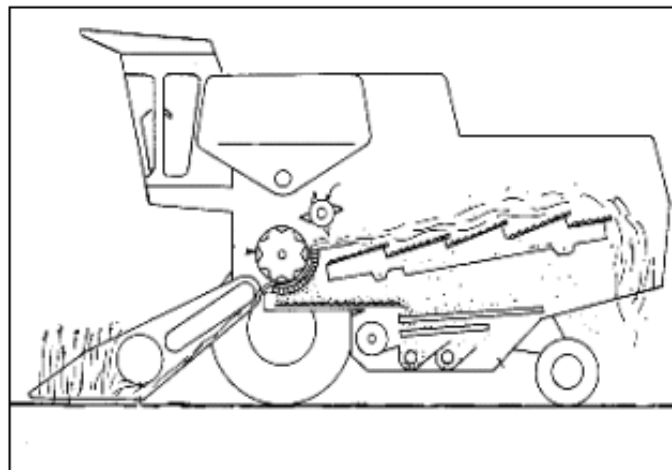


Fig. 4: Despajador, parrilla y batidor en el mecanismo de trilla

**Cilindro de rotor axial.** Formado por uno o dos rotores de unos 45 cm de diámetro y de unos 220 cm de largo colocados en posición longitudinal. Giran dentro de su propio conjunto formado por una parrilla o cóncavo de diseño escalonado para trillar y separar en su parte inferior y una tapa estriada en forma helicoidal en la tapa superior. El rotor presenta aletas roscadas a su entrada para facilitar la entrada del cultivo, barras raspadoras para friccionar la cosecha contra la parrilla, moviendo el material hacia atrás donde existe un batidor que recupera los granos y expulsa la paja fuera de la máquina.

Con este diseño se ha eliminado el sacapaja. Está disponible en las máquinas de gran rendimiento.



**Fig. 5: Trilladora convencional con sacapaja y trilladora axial sin sacapaja**

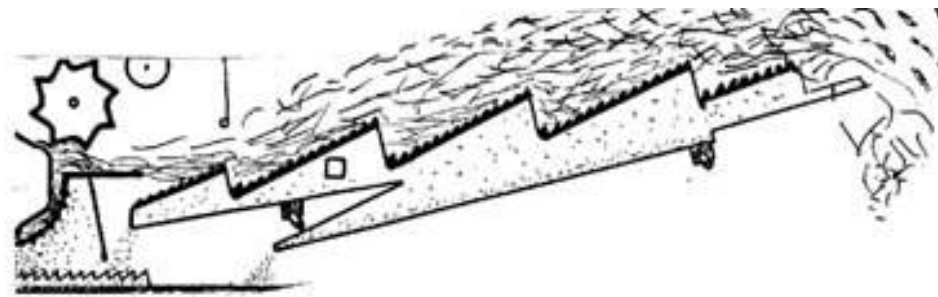
## **MECANISMO SACAPAJA**

Por su forma con una ligera inclinación hacia el plano de granos recuperando los granos sueltos que aún quedan mezclados con la paja, completando el proceso de separación de lo obrado en el cilindro.

El diseño más utilizado por los fabricantes está formado por tres a cinco secciones longitudinales en forma de canoas o bandejas.

En la parte superior de las canoas presenta dientes en escalones para dar mayor acción agitadora.

Las secciones tienen una rejilla para permitir el paso de los granos y no la paja que debe salir por su extremo.

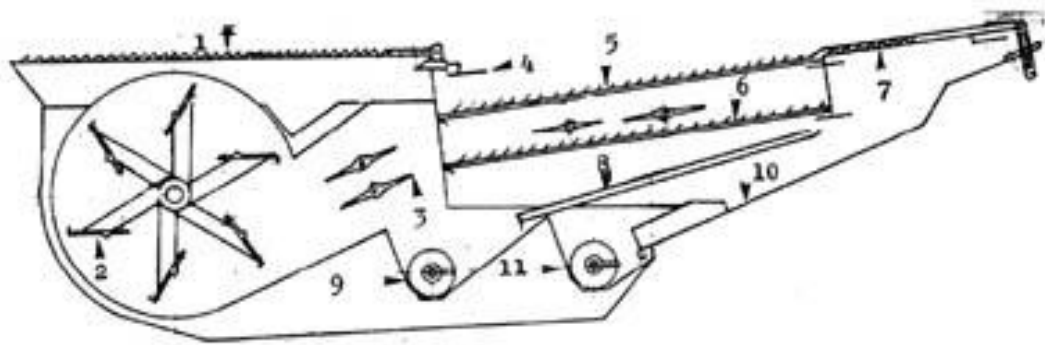


**Fig. 6: Mecanismo sacapaja**

## **MECANISMO DE LIMPIEZA (Venteador)**

El mecanismo de limpieza de las cosechadoras tiene las funciones de eliminar los residuos e impurezas como son la paja molida, glumas, barbas y retornar al cilindro las espigas mal trilladas que sobre pasaron los harneros.

Ubicado en la parte inferior de la cosechadora está formado por los siguientes componentes. Plano recuperador de los granos que salen del cilindro (1), Ventilador (2), Deflectores del aire (3), Peine (4), Harnero superior (5), Harnero inferior (6), Prolongación del primer harnero (7), Plano de grano limpio (8), Sinfín de grano limpio (9), Plano de retorno (10), y Sinfín de retorno.



**Fig. 7: Mecanismo de limpieza**

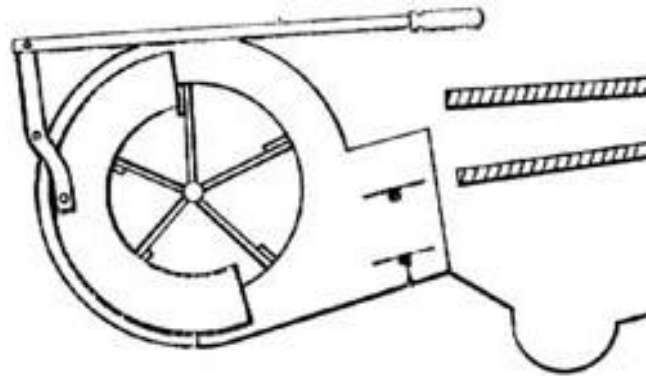
### **Funcionamiento del mecanismo de limpieza**

El grano trillado y separado en el cilindro, más el recuperado en el sacapajas caen en el plano recuperador ( 1 ), en el que por un movimiento de vaivén lo deja caer sobre el primer harnero ( 5 ), recibiendo la corriente de aire del ventilador ( 2 ), cuya fuerza y dirección del viento elimina la paja molida por el extremo posterior de la máquina. El peine ( 4 ) permite una mejor distribución de caída del material en el harnero y ayuda a la acción del ventilador. El grano desde 1 primer harnero ( 5 ) pasa al segundo harnero ( 6 ), y desde este al plano de grano limpio ( 8 ) y por la inclinación de este caen al sinfín ( 9 ) que lo lleva al estanque mediante un elevador que se encuentra en uno de sus extremos. Las espigas mal trilladas pasan por la prolongación del primer harnero ( 7 ) al plano recuperador de retorno ( 10 ) y al sinfín (11 ) el que lleva el material nuevamente al cilindro.

**Plano recuperador de granos.** Ubicado bajo del cilindro recibe el grano trillado en el cilindro y el que es recuperado en el sacapaja y lo dirige hacia el primer harnero. Hay varios diseños de planos recuperadores. El más conocido es una estructura metálica en forma de una meza con pequeños escalones y aletas longitudinales que mantienen levantado y dividido el material mientras un movimiento oscilante lo traslada para caer en el primer harnero. En este proceso el grano que es más pesado que el molido, circula por el fondo del plano, mientras que la paja molida más liviana avanza por la parte superior.

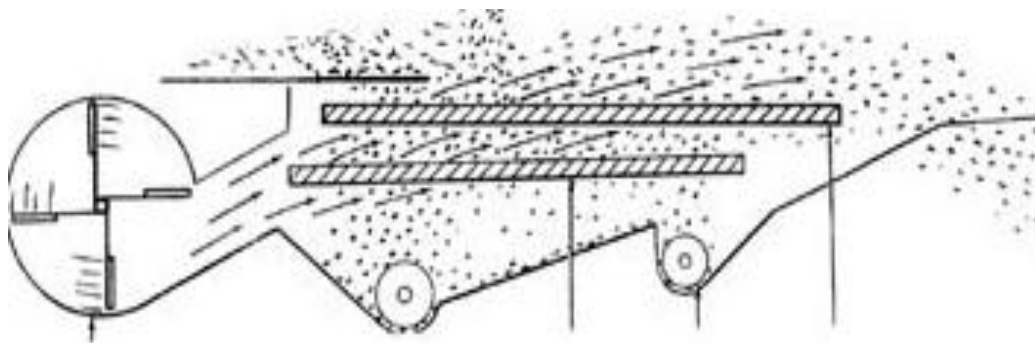
**Ventilador.** Mediante la corriente de aire que produce el ventilador se eliminan los materiales livianos por la cola de la máquina. En la mayoría de las cosechadoras se encuentra ubicado debajo del plano del plano recuperador.

Está formado por 5 a 8 paletas que giran entre 500 a 1500 rpm reguladas mediante juegos de poleas de diámetro variable reguladas manualmente. En el se regula volumen y dirección. El volumen se regula por su velocidad y persianas de entrada y la dirección mediante deflectores.



**Fig. 8: Mecanismo de limpieza**

La corriente de aire es dirigida hacia el primer tercio de los harneros de manera que elimine la paja molida y materiales livianos, mientras que los granos caen por las aberturas del primer harnero al segundo harnero y finalmente los granos salen a través de un tubo de descarga.



**Fig. 9: Ventilador, zarandas y sacapaja en funcionamiento**

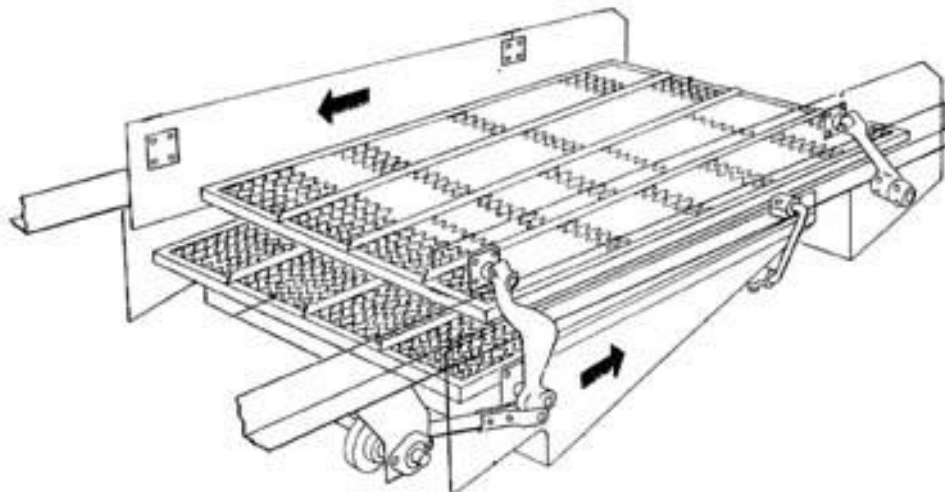
**Persianas.** Se ubican a la entrada de la caja del ventilador para abrir o cerrar la entrada de aire controlando la cantidad de aire que toma y entrega este. Estas deberán mantenerse cerradas cuando se está trillando semillas pequeñas y abiertas cuando se cosechan semillas grandes y pesadas.

**Deflectores.** Generalmente dos ubicados a la salida de la corriente de aire. El aire debe ser dirigido en el sector delantero del primer harnero para mantenerlo limpio en los primeros 30 centímetros para que el grano caiga libremente.

La dirección del viento es siempre crítica para que se realice una buena limpieza y evitar pérdidas de granos si la ráfaga de aire se dirige muy atrás de los harneros.

**Harneros.** Los harneros, cribas o zarandas (reciben los tres nombres) son elementos básico para una buena limpieza del grano.

Están ubicados debajo del armazón principal suspendidos en colgantes que le permiten movimientos alternativos hacia delante y hacia atrás.



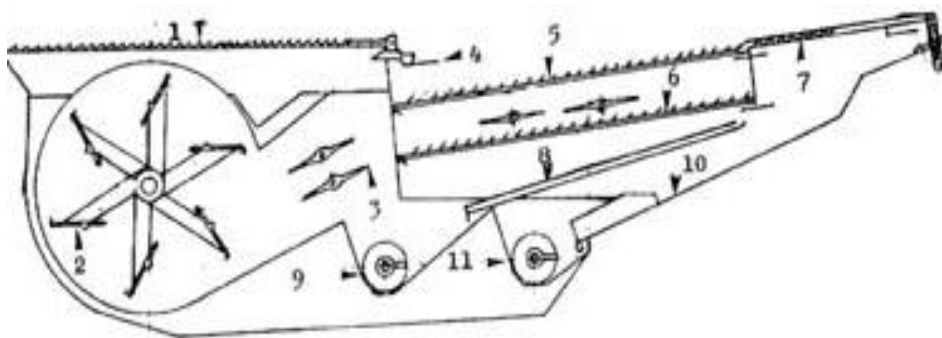
**Fig. 10: Sistemas de zarandas o cribas**

### **Funcionamiento del mecanismo de limpieza**

El grano trillado, las espigas mal trilladas y la paja molida que salen del cilindro caen desde el plano recuperador ( 1 ) al inicio del primer harnero (5), el peine (4) mantiene levantado el material permitiendo que la corriente de aire del ventilador ( 2 ) lleve fuera de la maquina la paja molida.

Por el movimiento de vaivén de los harneros el grano pasa desde el primer harnero ( 5 ) hacia el segundo ( 6 ). Los elementos más pesados son llevados hacia atrás hasta caer por la prolongación del primer harnero ( 7 ) hasta caer al plano de retorno ( 10 ) desde son llevadas por el sinfín ( 11 ) nuevamente al cilindro para una nuevo proceso de trilla.

El grano que pasa al segundo harnero ( 6 ) recibe en este su limpieza final pasando al plano de grano limpio ( 8 ) el que lo entrega al sinfín ( 9 ) y mediante un transportador el llevado al estanque.



**Fig. 11: Funcionamiento del sistema de zaranda y ventilador**

### **MECANISMOS MOTRICES Y DE CONDUCCIÓN**

Las cosechadoras autopropulsadas tienen una unidad motriz lo suficientemente potente para mover las unidades propias de sus funciones, bomba para los sistemas hidráulicos, y además trasladarse por el campo y la carretera.

Se utilizan motores diesel de cuatro o seis cilindro dependiendo de su tamaño. Como todo motor tiene sus controles de funcionamiento, cuenta



revoluciones, temperatura, controles del sistema eléctrico etc. Su ubicación en la maquina puede ser alta al lado del estanque de granos lo que presenta la ventaja que el motor permanece más limpio, menor riesgo de incendio, pero a su vez la desventaja que la maquina tiene menor estabilidad. Los motores colocados en un sector bajo al lado del ventilador dan a la maquina más estabilidad, lo que es muy importante cuando se trabaja en terrenos inclinados. Otra ventaja es su más fácil acceso y desventaja su mayor riesgo de incendio.

### **3.2 TRILLADORAS UTILIZADAS PARA LA COSECHA DE QUINUA EN EL DISTRITO DE ACOCRO Y EN EL AMBITO REGIONAL.**

Durante las visitas realizadas a los productores del distrito de Acocro y a los fabricantes de máquinas trilladoras para la quinua en la ciudad de Ayacucho durante los días 03 al 08 de mayo, se encontraron trilladoras venteadoras estacionarias de diferentes capacidades y potencias, las mismas que son de origen local, nacional e internacional. Los fabricados en los talleres locales se basan en los diseños de las máquinas trilladoras importadas los mismos que se pueden ilustrar clasificados en tres grupos.

#### **A. TRILLADORAS PEQUEÑAS DE BAJO RENDIMIENTO**

En este grupo estarían las trilladoras venteadoras pequeñas que son impulsada con un motor de 6 a 10 HP de potencia, cuyo rendimiento es bajísimo llegando a obtener solamente de 50 a 150 Kg/hora; adaptado para pequeños agricultores que siembra en una extensiones pequeñas de 0.5 a 2 Has.

En la Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga se encontró otra trilladora venteadora pequeña de marca RG GARVIE Y SONS; que es de fabricación Americana y para un motor de 5 a 6 HP de potencia.



**Fig. 12: Trilladora americana RG GARVIE y SONS**

En la página Weeb <https://www.facebook.com/InnovaMagrini/>, se encontró que en la ciudad de Cusco se tiene otro fabricante de trilladora pequeña marca INNOVA MAGRINI, cuyo rendimiento también es en promedio de 80 a 120 Kg/hora.



**Fig. 13: Trilladora pequeña de 8 HP, marca INNOVA MAGRINI en cuzco**

Asimismo en página webb <http://www.herrandinaperu.com/>, se encontró otra trilladora modificada de la fabricación original de Herrandina, dicha máquina opera con un motor gasolinera de 6 HP, pero no realiza el venteo.



**Fig. 14: Trilladora Herrandina modificada**

En la página web <http://www.fischer-peru.com/index.php/contact>, se encuentra con una amplia difusión trilladora de medianas de FISCHER AGRO, que son exclusivas para la cosecha de quinua; cuya fabricación es a pedido; esta máquina se encontró en la Empresa acopiadora de quinua Wiraccocha SAC.



**TRILLA 300C-QUINUA MENESTRAS TRIGO**

<b>MODELO</b>	<b>DON CARLOS 500</b>
<b>APLICACIÓN</b>	<b>TRILLAR SEPARAR</b>
<b>CAPACIDAD</b>	<b>250 - 1000 KG/Hora.</b>
<b>MOTOR GASOLINA</b>	<b>9 HP</b>
<b>CILINDRO</b>	<b>800 RPM 50 * 36 CM</b>
<b>Cuchillos corta Paja</b>	<b>ESCRIBA 4/16"</b>
<b>Alimentación</b>	<b>TOLVA de 40 * 70 cm</b>
<b>DESCARGA POR</b>	<b>CHUTE LATERAL</b>
<b>VENTILACION</b>	<b>Tamices 4 mm</b>
<b>MEDIDAS- CM</b>	<b>L150 W100-A150</b>
<b>PESO</b>	<b>230 KG</b>
<b>GARANTIA 1 AÑO</b>	<b>VENTILADORA</b>
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>S/. 6,500.—</b>

**FISCHER AGRO PRESENTE SOLUCIONES PARA LA AGROPRODUCCION**

Fig. 15: Trilladora venteadora FISCHER-AGRO fabricado en lima

## B. TRILLADORAS VENTEADORAS MEDIANAS

En este grupo se consideran para la presente investigación a aquellas trilladoras venteadora que requieren de una potencia de 10 a 20 HP de potencia para su accionamiento de modo que su rendimiento de cosecha esté más o menos entre 500 y 1000 Kg/Hora aproximadamente y que le permitan cosecha en un día por lo menos 4 a 6 Has. De cultivo.

En Tambillo; se encontró una máquina trilladora estacionaria **VENCEDORA MAQTRON** de fabricación Brasileña; dicha empresa desde hace 20 años fabrica y exporta trilladoras estacionarias para granos a todo el mundo en los modelos B-300, B-350, B-380 y B-350 para motocultor; estos modelos tienen la particularidad de tener cilindros axiales en su diseño por lo tanto no tienen el mecanismo de sacapajas.







**Fig. 16: Trilladora vencedora (MAGTRON) de fabricación brasileña**

En los talleres artesanales de la ciudad de Ayacucho, se encontró en proceso de fabricación dos modelos de trillaoras una de cilindro axial con diseño parecido a la VENCEDORA MAQTRON y otra con cilindro convencional en el que incluye las zacapajas y 02 harneros; los mismos que se ilustran en las siguientes vistas:



**Fig. 17: Diseño de trilladora de FLUJO AXIAL (Sr. PAREDES)**

En el ámbito del distrito de Acocro se encontraron en cantidades significativas modelos Chinos de color rojo, que se comercializan en varias casas comerciales de Ayacucho, asimismo las fabricadas en el taller del Ing. Mecánico Cossio en mayor cantidad y con mucha aceptación a nivel de los agricultores de Acocro.



**Fig. 18: Trilladora de fabricación china en campo**



**Fig. 19: Trilladora de fabricación en los talleres de COSSIO**

### **C. COSECHADORA COMBINADA DE GRANOS (ALTA CAPACIDAD).**

Se trata de cosechadoras que realizan la siega, trilla y venteo en el mismo campo de cultivo; por lo tanto son máquinas autopropulsadas con motor propio que van más allá de 70 HP de potencia y su rendimiento es bastante alto en la cosecha. Las cosechadoras combinadas cortan o recogen el cultivo al mismo tiempo que se desplazan por el campo cosechando todo tipo de cultivos, reduciendo el empleo de mano de obra,



realizando la cosecha en forma oportuna lo que permite que el grano llegue oportunamente al mercado. Sin embargo la inversión es alta. Mecánicamente es una estructura en la cual se encuentran convenientemente ubicados todas sus partes funcionales y el motor que da movimiento a los mecanismos recolectores, de trilla, limpieza, descarga y transmisión a las ruedas.

Se visitó a la estación experimental INNIA de la ciudad de Ayacucho; donde se encontró cosechadoras combinadas de granos YANMAR, de fabricación Japonesa cuyo sistema de trilla es de tipo convencional en todos sus componentes.



**Fig. 20: Cosechadora combinada YAMMAR en la estación INIA ayacucho**

En el Programa de cereales de la Universidad Nacional Agraria La Molina se encontró otra cosechadora combinada de granos de fabricación Austriaca marca WINTERSTEIGER, que se ajusta a los diseños convencionales en todos sus mecanismos.



**Fig. 21: Otra cosechadora combinada de fabricación austriaca marca WINTERSTEIGER**

También se encontró y se analizó los mecanismos de una cosechadora combinada de granos marca MASSEY FERGUSON en el taller de mecánica del Sr. Victor Arias; el mismo se encuentra en reparación y cuyo ámbito de trabajo es el distrito de Acocro; dicha marca es distribuida y comercializada por la Empresa FERREYROS.



**Fig. 22: Cosechadora combinada MASSEY FERGUSON**



**Cuadro N° 6: Resumen de las características técnicas de trilladoras evaluadas en visitas a campo y casas comercial.**

<b>A. TRILLADORAS PEQUEÑAS DE BAJO RENDIMIENTO</b>						
<b>MARCA O MODELO Y FABRICACION</b>	<b>LUGAR UBICACION</b>	<b>FUNCION</b>	<b>SISTEMA TRILLA</b>	<b>SISTEMA DESPLAZ.</b>	<b>POTENCIA MOTOR (hp)</b>	<b>RENDIMIENTO (Kg/hr.)</b>
HERRANDINA (PERÚ)	Toda la sierra	Trilla	Convencional	No tiene	7	200
RG GARVIE Y SONS (EEUU)	UNSCH	Trilla venteo	Convencional	No tiene	6	150
INNOVA MAGRINI (PERU)	Cuzco	Trilla	Convencional	De tiro (Con dos ruedas)	8	200
Fischer Agro (Lima - Perú)	Lima	Trilla – venteo	Convencional	De tiro (Con 04 ruedas)	9	250
Fischer Agro (Lima - Perú)	Lima	Trilla – venteo	Convencional	De tiro (Con 04 ruedas)	9	250
<b>B. TRILLADORAS VENDEADORAS MEDIANAS.</b>						
VENCEDORA MAQTRON (BRASIL)	Ayacucho	Trilla y venteo	axial	De tiro (Con dos ruedas)	12	400
Diseño del Sr. Paredes(Ayacucho)	Ayacucho	Trilla – venteo	axial	De tiro (Con dos ruedas)	14	500
Diseño del Sr. Cossio(Ayacucho)	Ayacucho	Trilla – venteo	Convencional	De tiro (Con dos ruedas)	16	500
Modelo Chino Friedrich (Brasileña)	Ayacucho	Trilla – venteo	Convencional	De tiro (Con 04 ruedas)	16	500
ALMACO (Mexicana)	Lima (La Molina)	Trilla – venteo	Convencional	De tiro (Con dos ruedas)	20	800
<b>C. COSECHADORA COMBINADA DE GRANOS (ALTO RENDIMIENTO).</b>						
WINTERSTEIGER (AUSTRALIA)	LA MOLINA	Siega, Trilla y venteo	Convencional	Autopropulsado	100	3000
MASSEY FERGUSSON (EEUU)	AYACUCHO	Siega, Trilla y venteo	Convencional	Autopropulsado	120	4000
YAMMAR (JAPON)	INIA	Siega, Trilla y venteo	Convencional	Autopropulsado	90	2500

### **3.3 PROPUESTA DE TECNOLOGÍAS DE MÁQUINAS TRILLADORAS PARA LA REGIÓN AYACUCHO.**

#### **3.3.1 DISEÑO MECÁNICO**

El diseño de un trillador vendeadora autodesplazable, permite hacer una innovación tecnológica que permita obtener un prototipo de mayor rendimiento y eficiencia en el proceso de cosecha, esta información permitirán sentar las bases para realizar la construcción del trillador acorde a la necesidad de los agricultores. El parámetro fundamental que

se requiere para iniciar el diseño de la maquina es la capacidad que tendrá la misma, en este caso se busca satisfacer una necesidad especifica que es de 800 kg/h.

La determinación de la resistencia de corte del tallo de la quinua se tomó como referencia de los ensayos realizados por tesista Llangarí y Benalcazar de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador; el resultado obtenido de los ensayos de resistencia de corte es de 12.73kgf/cm<sup>2</sup>, cabe resaltar que es un valor no muy preciso debido a que no existe mayor información de las propiedades físicas del tallo de la quinua.

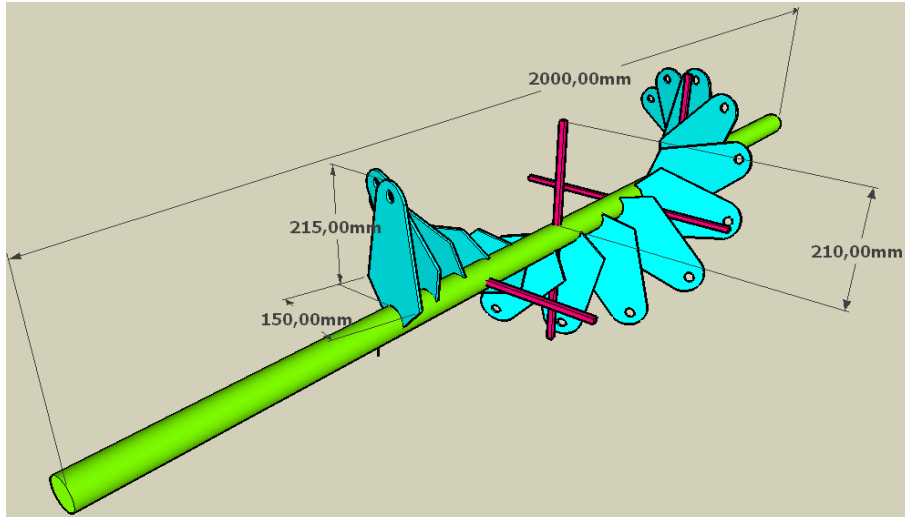
En la propuesta del mecanismo de trilla se propone precisamente el diseño adoptado por Llangari, puesto que fundamenta los cálculos mecánicos para la cosecha del cultivo de quinua.

### **3.3.2 DIAGRAMACIÓN DE LOS COMPONENTES**

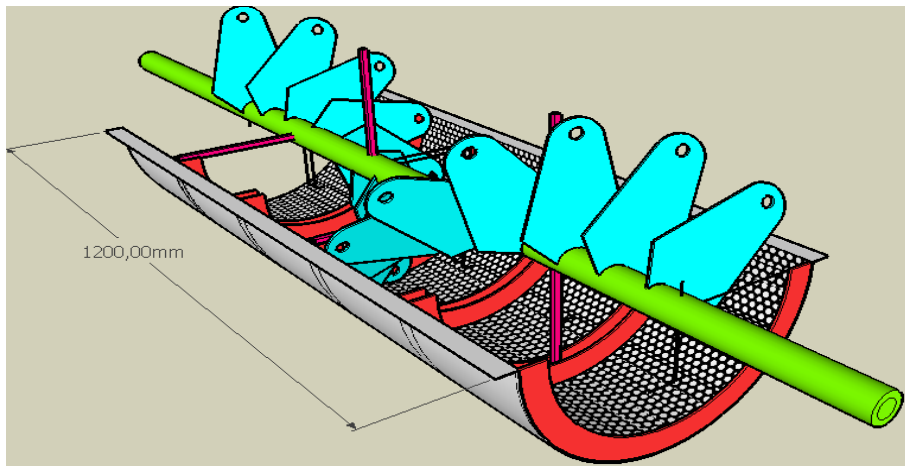
#### **Cilindro trillador**

Un Cilindro con paletas para corta la paja gruesa de la Quinua y Cóncavo de Trilla según dibujo; Con las siguientes Medidas: diámetro del Cilindro 490.8 mm ancho del Cilindro 12 00 mm.

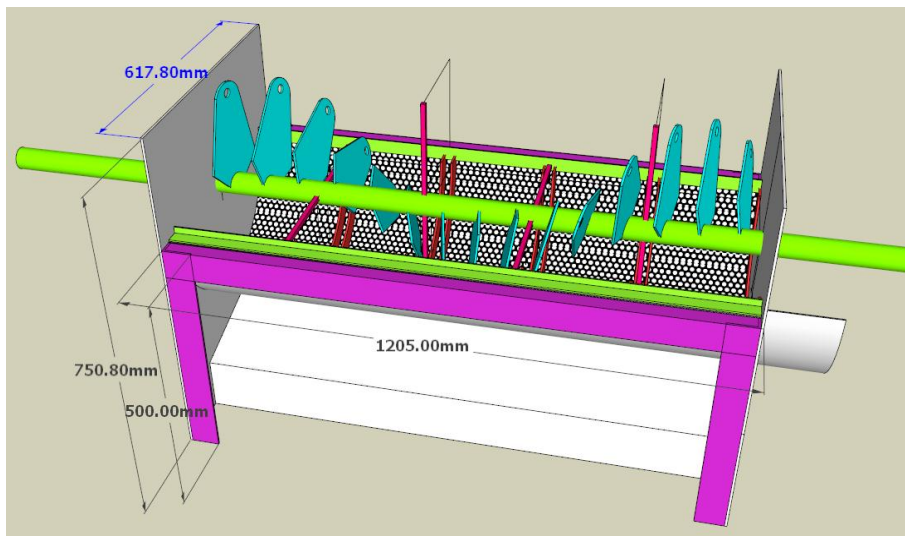
El cilindro es un tambor según la capacidad de la cosechadora gira a velocidades periféricas variables. El ancho es muy importante porque determina la capacidad de la cosechadora. La velocidad se encuentra en 900 rpm. La mayor velocidad es empleada en la cosecha de granos chicos y difíciles de separar, y la menor en trilla de granos grandes y fáciles de separar o muy quebradizos.



**Fig. 23: Imagen de la barra con las paletas de corte**



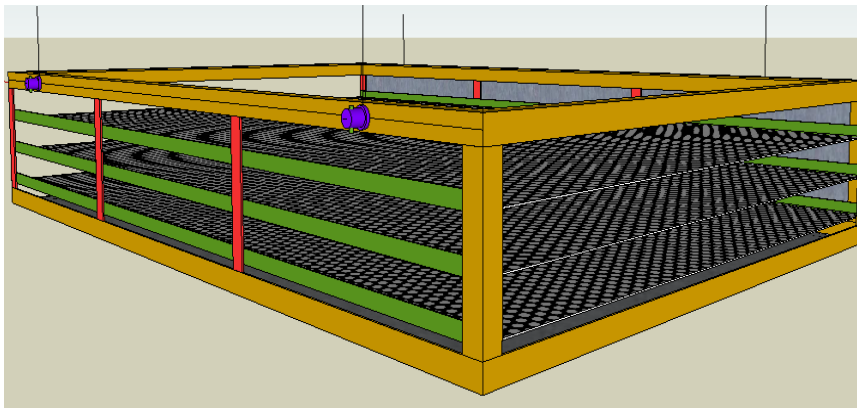
**Fig. 24: Cilindro con deflectores y con las paletas de corte**



**Fig. 25: Cilindro trillador con el sistema de soporte**

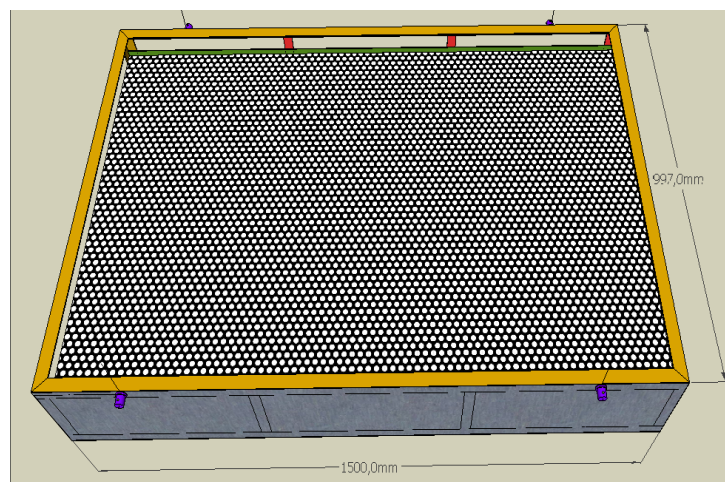
## Zaranda

Una Zaranda perforado con Huecos 10, 5 y 2mm para sacudir con 220 RPM de Golpes la Paja y desplazar a la salida de Trilladora Con las siguientes medidas: 1500 mm largo y 997 mm ancho. Zaranda es una estructura metálica en forma de una meza con pequeños escalones y aletas longitudinales que mantienen levantado y dividido el material mientras un movimiento oscilante lo traslada para caer en el primer zaranda. En este proceso el grano que es más pesado que el molido, circula por el fondo del plano, mientras que la paja molida más liviana avanza por la parte superior.



**Fig. 26: Zaranda con las tres planchas perforadas**

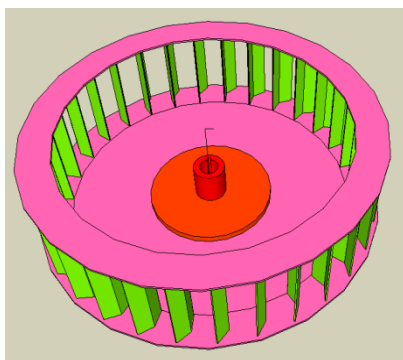
Están ubicados debajo del armazón principal suspendidos en colgantes que le permiten movimientos alternativos hacia delante y hacia atrás.



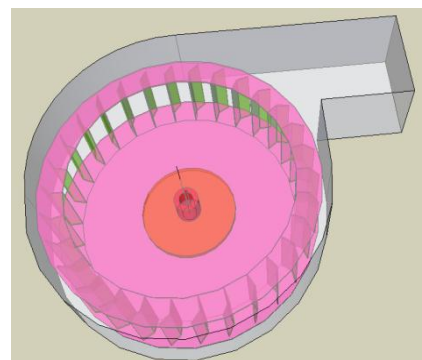
**Fig. 27: Zaranda con sus respectivas dimensiones**

### **Sistema de ventilación**

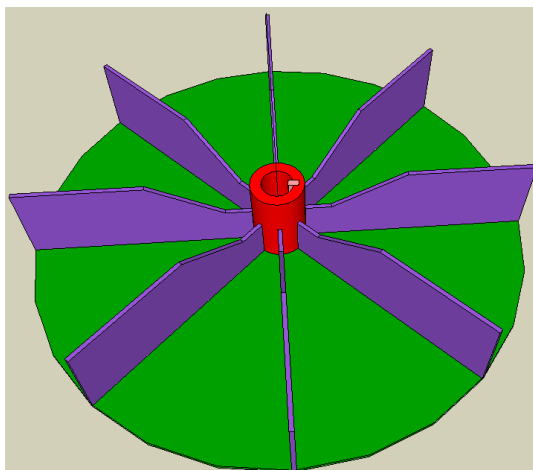
Mediante la corriente de aire que produce el ventilador se eliminan los materiales livianos por la cola de la máquina. En la mayoría de las cosechadoras se encuentra ubicado debajo del plano del plano recuperador. Está formado por 5 a 8 paletas que giran entre 500 a 1500 rpm reguladas mediante juegos de poleas de diámetro variable reguladas. Un Ventilador con unos 900 rpm cual ventea la Quinua en tal forma para estar bien Limpio para la Comercialización nacional e internacional.



**Fig. 28: Palas de la turbina**



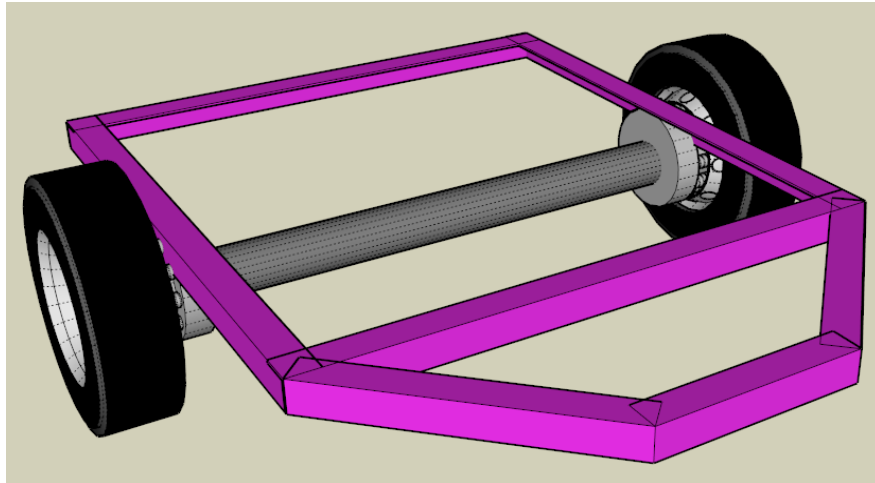
**Fig. 29: Carcasa**



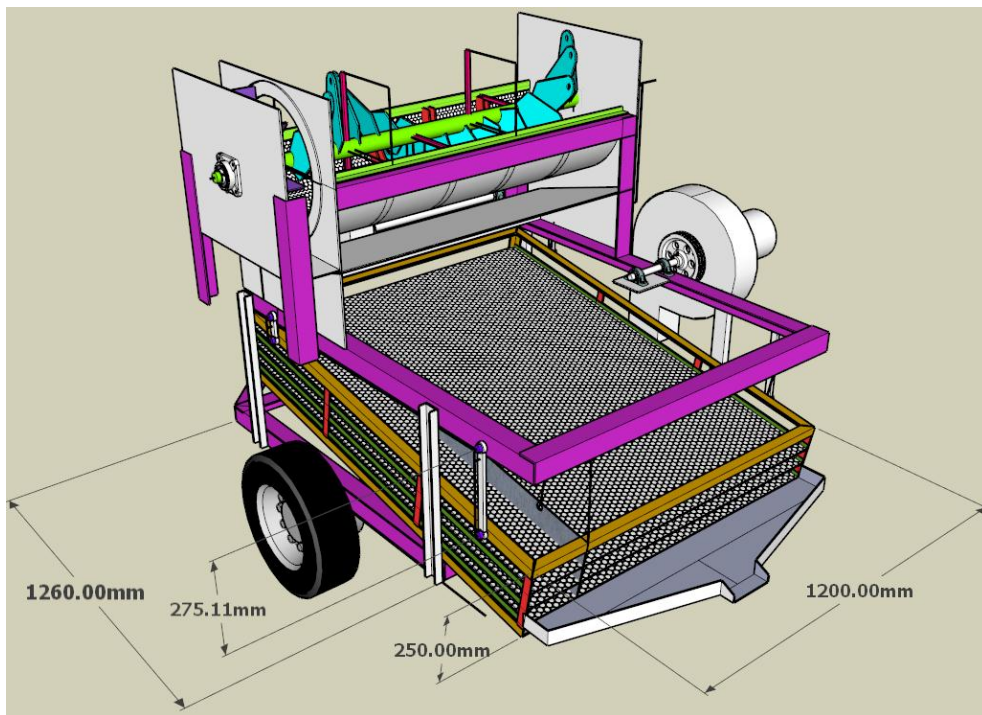
**Fig. 30: Palas del ventilador**

### **Sistema de desplazamiento**

El sistema de desplazamiento será acorde a la realidad de la geográfica de Ayacucho, ya que su topografía accidentada y el tamaño de las parcelas son pequeñas extensiones en casi todas las comunidades.



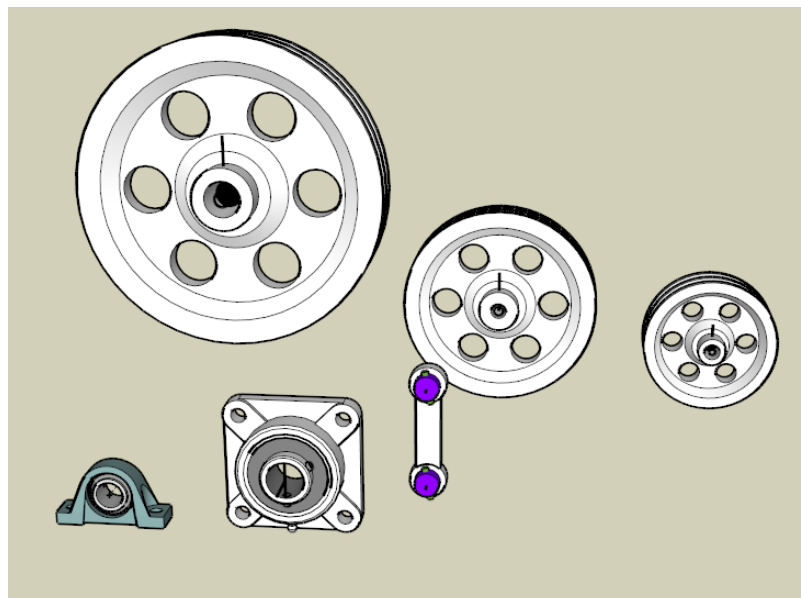
**Fig. 31: Neumáticos con el chasis de la maquina trilladora**



**Fig. 32: Maquina trilladora con todos sus componentes**



**Fig. 33: Barra redondo del eje central del cilindro trillador**



**Fig. 34: Accesorios de movimiento: poleas y chumaceras**

### 3.3.3. SELECCIÓN DE MATERIALES.

**Cuadro N° 7: Materiales que se utilizaran para construcción del trillador**

PARTE	ITEM	UNIDAD	METRADO	CANT	PARCIAL	TOTAL	UNID
CILINDRO TRILLADOR	BARRA REDONDA $\phi$ 2"	mm	1600	1	1600	1.60	m
	PLACAS TRILLADORA PLANCHA 240X150X5mm	mm2	36000	15	540000	0.54	m2
	BARRA CUADRADA 3/8"	mm	210	8	1680	1.68	m
	PLANCHA LATERALES PLANCHA 620 x 505 x 5mm	mm2	313100	2	626200	0.63	m2
	PLANCHA LATERALES PLANCHA 750 x 505 x 5mm	mm2	378750	2	757500	0.76	m2
	PLANCHA LATERALES PLANCHA 620 x 505 x 5mm	mm2	313100	2	626200	0.63	m2
	PLANCHA DE 1840 x200 x 3mm	mm2	368000	1	368000	0.37	m2
	PLANCHA DE 830 X1200 X2 mm	mm2	996000	1	996000	1.00	m2
PLANCHA TRILLADORA	PLANCHA PERFORADA 15mm 835x1200x2mm INOX	mm2	1002000	1	1002000	1.00	m2
	PLANCHA DEFLECTORAS 490x250x5mm INOX	mm2	122500	9	1102500	1.10	m2
ZARANDA	PLATINAS 1" x 3mm	mm	190	6	1140	1.14	m
	PLATINA 1" x 3 mm	mm	1140	1	1140	1.14	m
	ANGULOS ESTRUCTURALES 3/4" x 3/4" X 3/32"	mm	1500	6	9000	9	m
	ANGULOS ESTRUCTURALES 1 1/2"x1 1/2 x 3/32"	P	1500	4	6000	6	m
	ANGULOS ESTRUCTURALES 1 1/2"x1 1/2 x 3/32"	mm	1000	3	3000	3	m
	ANGULOSESTRUCTURALES 1 1/2"x1 1/2 x 3/32"	mm	235	2	470	0.47	m
	PLANCHA PERFORADA 10 mm 1190 x 1500 x 2 mm	mm2	1785000	1	1785000	1.785	m2
	PLANCHA PERFORADA 5 mm 1190 x 1500 x 2 mm	mm2	1785000	1	1785000	1.785	m2
	PLANCHA PERFORADA 2 mm 1190 x 1500 x 2 mm	mm2	1785000	1	1785000	1.785	m2
	PLANCHA 1190 x 1500 x 1 mm	mm2	1785000	3	5355000	5.355	m2
	PLANCHA 1500 x 255 x 1mm	mm2	382500	4	1530000	1.53	m2
	PLANCHA 1500 X 1200 X 1 mm	mm2	1800000	2	3600000	3.6	m2
EJES MOVILES DE LA ZARANDA	BARRA REDONDO $\phi$ 1"	mm	25	32	800	0.8	m



ESTRUCTURA GENERAL	ANGULOS ESTRUCTURALES 2 1/2" x 2 1/2"x 3/16"	mm	1480	2	2960	2.96	m
	ANGULOS ESTRUCTURALES 2 1/2" x 2 1/2"x 3/16"	mm	1200	1	1200	1.2	m
	ANGULOS ESTRUCTURALES 2 1/2" x 2 1/2"x 3/16"	mm	500	4	2000	2	m
	CANALES U 2" x 2.58mm	mm	585	4	2340	2.34	m
	PLANCHA 1205 x 500 x 2mm	mm2	602500	1	602500	0.6025	m2
	PLANCHA 1205 x 120 x 2mm	mm2	144600	1	144600	144.6	m2
TOMA DE FUERZA	BARRA REDONDA $\phi$ 1 1/2"	mm	1020	1	1020	1.02	m

CHAZIS BASE	ANGULOS ESTRUCTURALES 2 1/2" x 2 1/2"x 3/16"	mm	6452	2	12904	12.904	m
REMOLQUE	TUBO REDONDO 3" SCH-40	mm	1500	1	1500	1.5	m
	ELASTICOS (MUELLES DE TRES FASES)	Und	2	1	2	2	Und
	CILINDROS HIDRAULICOS (AMORTIGUADORES)12"	Und	2	1	2	2	Und
	RUEDAS CON ARO 20	Und	2	1	2	2	Und
PARTES MOVILES	CHUMACERAS TIPO PUENTE PUENTE	Und	1	6	6	6	Und
	CHUMACERAS TIPO BRIDA BRIDA	Und	1	2	2	2	Und
	POLEA DE 12"	Und	1	2	2	2	Und
	POLEA DE 6"	Und	1	5	5	5	Und
	FAJAS TRAPEZOIDALES 3/4" x 600mm	Und	1	8	8	8	Und
	TORNILLO AUTOPERFORANTE 1"	Und	1	100	100	100	Und
	TORNILLO AUTOPERFORANTE 1/2"	Und	1	100	100	100	Und
	PERNOS CON TUERCA DE 3/8"	Und	1	150	150	150	Und
	ABRAZADERAS DE 4"	Und	4	1	4	4	Und
	TUBO CORRUGADO FLEXIBLE 4"x 2000 mm	mm	2000	1	2000	2	m
TOLVA	PLANCHA 1300 x 1650 x 2 mm	mm2	2145000	1	2145000	2145	m2

ACCESORIOS ELECTRICOS	FAROS LATERALES PARA REMOLQUE	Und	1	4	4	4	Und
	CABLE AWG 14	Rollo	1	1	1	1	Rollo
	CABLE AWG 12	Rollo	1	1	1	1	Rollo
	PULSADORES	Und	1	4	4	4	Und
	CONTACTORES	Und	1	3	3	3	Und
	LUCES DIRECCIONALES	Und	1	2	2	2	Und
HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO	LLAVE FRANCESA 4, 6, 10, 12	Und	1	4	4	4	Und
	DESTORNILLADORES	Und	1	1	1	1	Und
	ALICATE	Und	1	2	2	2	Und

## IV. DISCUSIÓN

En la cosecha de quinua se debe tener especial consideración la oportunidad de cosecha, no se puede realizar ni antes ni después de la madurez fisiológica; para evitar las pérdidas de grano por efectos adversos como el clima, ataque de aves y por el deterioro de la calidad del grano en el campo de cultivo. Si, durante la madurez del cultivo existe un período de humedad ambiental alta (superior al 70%), se produce la germinación de los granos en la panoja, con la consiguiente pérdida de la cosecha o, por lo menos, se produce una oxidación o cambio de color de los granos; trayendo como consecuencia la pérdida de la calidad del grano.

La quinua debe ser cosechada cuando las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido o los granos hayan adquirido una consistencia tal que resistan a la presión con las uñas.

Las labor de cosecha en la quinua es una actividad de mucho esfuerzo y sacrificio tanto en tiempo como en las condiciones ambientales adversas en que se realizan, debido a que no se ha desarrollado herramientas y equipos para realizar esta labor de una manera práctica, cómoda y efectiva; se ha adaptado trilladoras comunes de cereales como el trigo, cebada y avena.

## 4.1 TECNOLOGÍAS DE COSECHA DE QUINUA EN EL DISTRITO DE ACOCRO

### 4.1.1 Cosecha y trilla tradicional

En el proceso productivo de cómo cosechar es vital, puesto que de ella depende el éxito para la obtención de la calidad comercial del grano. En nuestro medio la tecnología tradicional de cosecha consta de cinco etapas, cuando ésta se efectúa en forma manual o utilizando trilladoras estacionarias:

**Siega.-** Se efectúa la siega manual con hoz o segadera cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, es necesario determinar con exactitud el nivel de maduración de la panoja. Ésta no debe estar muy seca, puesto que se produce derrame de la semilla; pero, tampoco, puede estar muy húmeda, porque la máquina trilladora no puede desprender el grano de la panoja, produciendo atascamientos y eliminación de granos junto a la panoja.



**Fig. 35: Siega manual de quinoa**

**Emparvado.-** Como las plantas fueron segadas en madurez fisiológica, es necesario que éstas pierdan aún agua para la trilla; por ello, se efectúa el emparvado o formación de arcos. Consiste en formar pequeños

montículos con las panojas, ordenándolas y colocando en forma de pilas alargadas o redondas, debiendo estar las panojas en un solo sentido, si son alargados. Las plantas se mantienen en la parva por espacio de 7 a 15 días, hasta que tengan la humedad conveniente para la trilla.



**Fig. 36: Traslado y emparvado de quinua**

- a. **Trilla.-** La trilla es llamada, también, golpeo o garroteo. Se efectúa sacando las panojas secas de la parva; la cual se extiende sobre mantas preparadas apropiadamente para este fin; esta labor también se realiza con pasadas de un tractor agrícola en lugares especialmente acondicionados. En el caso de usar trilladoras estacionarias, se saca la planta seca de la parva y se coloca solo la panoja en el mecanismo de entrada de la trilladora; esto para evitar mayor esfuerzo de la máquina en triturar los tallos, que generalmente son duros y gruesos, por el alto contenido de lignina.





**Fig. 37: Trilla manual de quinua**



**Fig. 38: Trilla con caballos**



**Fig. 39: Acondicionamiento de la cosecha en la Era**



**Fig. 40: Trillado con el tractor agrícola Shanghai**

- b. **Ventado.**- Una vez que se produce la trilla, el grano y la broza fina quedan juntos. Esta labor consiste en separar el grano de la broza (fragmentos de hojas, pedicelos, perigonio, inflorescencias y pequeñas ramas), aprovechando las corrientes de aire que se producen en las tardes, de tal manera que el grano esté completamente limpio. Los agricultores de las áreas productoras de quinoa ya tienen lugares conocidos donde efectuar esta labor; generalmente, son elevaciones, montículos o callejones donde



existen fuertes corrientes de viento, que les permiten separar el grano de la broza con mucha facilidad. Actualmente, existen aventadores mecánicos manuales o propulsados por un motor, cuya labor es eficiente y relativamente fácil de operar; incluso, cuando se utilizan trilladoras estacionarias, aún es necesario pasar por estas aventadoras para obtener un grano bien limpio.



**Fig. 41: Venteo manual**

- c. **Limpieza de granos.-** La eliminación de impurezas (hojas, perigóneos, granos chupados, pedazos de tallos, semillas extrañas y otros) se realiza venteando manualmente los granos, para el que se aprovechan las corrientes de aire natural (Viento); mientras que la clasificación de granos se realiza con la ayuda de tamices o zarandas de manejo manual. Estos métodos son utilizados por pequeños productores, de subsistencia, cuya producción es, en su mayoría, para autoconsumo. Considerando la dificultad de conseguir una máquina que sirva para limpiar y clasificar granos a nivel de chacra y más aún a nivel de pequeños productores, como son los productores de quinoa en la zona andina, lo más aconsejable es la adaptación de mecanismos que hagan la selección y limpieza de granos en la trilladora venteadora utilizada.



**Fig. 42: Limpieza manual de granos**

#### **4.1.2 Cosecha y trilla mejorada**

Esta consiste en la utilización de máquinas trilladoras de tipo estacionario pero la labor de siega es manual. Varios modelos de trilladoras de cereales han sido probados, con relativo éxito.

Las trilladoras de cereales como trigo o cebada han dado buenos resultados en la trilla de quinua, con ciertos ajustes como: disminución del flujo de aire en el ventilador y colocación de mallas adicionales en los sistemas de salida del grano, para conseguir un menor contenido de impurezas en el mismo.

La trilladora tipo “Pullman” de fabricación americana, es la que mejor resultado ha dado, de acuerdo a pruebas y observaciones durante varios años de trabajo en el Programa de Cultivos Andinos.





**Fig. 43: Trilladora estacionaria de cereales, “PULLMAN” de fabricación americana, adaptada para la trilla de quinua**

En base a la estructura y funcionamiento de la trilladora antes mencionada y de varias otras, de características similares, se procedió a diseñar y construir un prototipo de trilladora estacionaria de quinua y otros granos pequeños, la misma que al ser de fabricación nacional, puede estar al alcance de los medianos o pequeños agricultores, asociados en comunas o cooperativas. necesita urgente la mecanización a través del diseño de trilladoras, venteadoras y seleccionadoras donde se debe tener especial consideración el tamaño pequeño del grano y todas las implicancias que va generar su obtención, para su posterior consumo.

Una innovación de la cosecha de quinua consiste en la utilización de trilladoras venteadoras estacionarias, aunque la siega y transporte de las gavillas se hace manualmente. Varios modelos de trilladoras de cereales han sido adaptados para la trilla de quinua, en otros casos, se han creado prototipos específicos para quinua; pero la efectividad y rendimiento no han sido satisfactorios en el tiempo oportuno cuando se cosechan extensiones mas allá de una hectárea; siendo prioritario diseñar trilladoras de rendimientos mayores en Kg/hora con dispositivos para su autodesplazamiento hacia los campos de cultivo y que se adecuen a las condiciones geográfica del agricultor andino



**Fig. 44: Trilla mejorada con una maquina trilladora - venteadora de vencedora**



**Fig 45: Trilla mejorada con una máquina trilladora - venteadora de fabricación china**

## **4.2 PROPUESTAS INNOVADORAS**

Luego de haber encontrado tanto la tecnología tradicional y las tecnologías mejoradas con diferentes tipos de trilladoras y venteadora en el Distrito de Acocro; se puede decir que ambas tecnologías se adecuan a

la realidad de la zona; para agricultores pequeños (Tecnología tradicional) y para agricultores medianos (Tecnología mejorada) con el uso de trilladoras venteadoras estacionarios.

Sin embargo se propone como aporte de la investigación una propuesta innovadora que deberían tomar en cuenta tanto los agricultores pequeños y medianos, el cual se resumen en cuadro N° 8.

**Cuadro N° 8: Características de la tecnología tradicional y la propuesta innovadora en las labores de cosecha y poscosecha de quinua**

Labores	Tecnología tradicional	Propuesta innovadora
Cosecha	Siega manual de la planta, desde la raíz	Uso de herramientas de corte como hoz, segadora mecánica, tijera de podar, machete, azadón
Secado	Formación de parvas o arcos con las plantas arrancadas, las mismas que están en contacto directo con el suelo (las panojas se ordenan al centro y se cubren con paja, hasta que los granos tengan la humedad adecuada para la trilla)	Uso de carpas de lona de diferentes dimensiones (ejm. 30 metros cuadrados), en sustitución de la cobertura de paja y para aislar las plantas del contacto directo con el suelo.
Trillado	Extracción del grano mediante frotación de las panojas o por el golpeado de las mismas, con palos curvos denominados 'huajtanas', o bien por el pisado con rodillos de piedra, posoteo de caballo, vehículos o tractores.	Uso de trilladoras estacionarias (con fuerza de un motor propio o sacado de un tractor)
Venteo, limpieza y clasificación	Consiste en la separación de los granos y restos de cosecha aprovechando las corrientes de viento	Uso de venteadoras-seleccionadoras, limpiadoras (venteadora manual o mecánica)
Almacenamiento	Los granos de quinua son guardados en sacos de yute o algodón o de polipropileno	Uso de silos metálicos para guardar las semillas de autoconsumo o venta

En concordancia con PROINPA (2004), según experiencia de varios años en Bolivia, concuerda las tecnologías de cosecha tradicional y innovadora planteada; en los siguientes fundamentos:

El corte con hoz es aceptado por el 100% de agricultores quienes destacan características favorables, como que las plantas cosechadas con hoz no tienen impurezas (arena, tierra, piedrecillas), se invierte menos tiempo, es más fácil de trabajar, el producto es de buena calidad y en el mercado pagan mejor precio. En la trilla directa, la mayoría de los agricultores evaluados destacan criterios positivos relacionados al bajo grado de contaminación del grano y el menor tiempo empleado en la trilla en comparación al sistema tradicional; un criterio negativo que se resalta es el relacionado al costo de la maquinaria.

En la técnica del venteo, los agricultores expresaron más criterios positivos, sobre todo en el momento en que se puede realizar la limpieza del grano (ya que esta labor se puede realizar sin depender de la ocurrencia de vientos), ahorro de tiempo y de mano de obra, mayor grado de selección y limpieza del grano, facilidad de manejo de la maquinaria.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- En el distrito de Acocro se ha encontrado dos tecnologías de cosecha: Una tecnología totalmente tradicional que lo practican los pequeños agricultores y cosecha y trilla mejorada con el uso de trilladoras venteadoras mejoradas principalmente por los medianos agricultores, que producen la quinua con la finalidad de comercializar al mercado local, nacional o internacional.
- La realidad geográfica de la región Ayacucho y de la región andina en general, referido a su topografía accidentada y tamaño de las parcelas en pequeñas extensiones en casi todas las comunidades hacen que el uso de las cosechadoras combinadas autopropulsadas sean complejas técnicamente ya que su rendimiento y eficiencia de trabajo se reducen fuertemente; siendo antieconómico las altas inversiones que se requieren para este tipo de maquinaria, cuyo costo oscila entre 120 a 200 mil dólares americanos y para un periodo de trabajo de 2 a 3 meses durante el año (Abril, mayo y junio) no justifica la alta inversión puesto que el costo horario de posición y operación de la máquina es altísimo.
- Las trilladoras ó trilladoras venteadoras pequeñas (5 a 10 HP de potencia) que actualmente se fabrican y se comercializan en el mercado nacional tienen bajos rendimientos y requieren bastante

mano de obra en su operación y se han encontrado operando en algunas comunidades. Dado que las áreas sembradas del cultivo de la quinua se han incrementado significativamente en estos últimos años es imposible ó muy difícil cosechar la quinua recurriendo a la tecnología tradicional ó utilizando estas trilladoras de bajo rendimiento.

- Se planteó un diseño de prototipo de trilladora venteadora con rendimientos entre 750 a 1200 Kg/hora en grano de quinua cosechado; los diseños se pueden adecuar en base a las trilladoras encontradas en la zona de estudio tanto con el sistema de trilla convencional o como el planteado en el presente trabajo con un sistema de trilla de tipo axial, que desbrozaría mejor los tallos leñosos de la quinua; los mismos que requerirán de un motor diésel entre 18 a 20 HP de potencia.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la alternativa de dotar trilladoras venteadoras que en lo posible puedan ser autopropulsadas por su propia fuente motriz para su desplazamiento hacia los campos de cultivo; para tal fin la dotación de potencia debería dar una motocultivadora de 18 a 20 HP. Tanto para dotar de energía para el sistema de trilla y venteo, así como para el autodesplazamiento.
- Se recomienda proseguir el estudio hasta tener un prototipo cuya eficiencia y eficacia de trabajo, esté a satisfacción de los agricultores de la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCON, M. A., 2014. Reconstrucción de una trilladora agrícola con adaptación de un motor de combustión interna para una micro empresa familiar en el Cantón Alausí. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional del Ecuador.
- HUNT D., 1986. Manual de Maquinaria Agrícola. Equipos y selección. Edic. McGraw-Hill, Vol. 2. Mexico.
- LLANGARI, E., BENALCAZAR, E. 2012. Diseño y construcción de una trilladora y limpiadora de quinua. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Riobamba – Ecuador.
- MALPARTIDA, A., 2007. Diseño y fabricación de una máquina venteadora de trigo y cebada. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico. PUCP.
- MERA, O., 2009. Diseño de máquina trilladora portátil. Trabajo para optar el título de Ingeniero Mecánico; Universidad Austral de Chile.
- NIETO, C., VIMOS, C., 1992. LA QUINUA, COSECHA Y POSCOSECHA, ALGUNAS EXPERIENCIAS EN ECUADOR. Boliten divulgativo Nro. 224; Estacion experimenta “Santa Catalina. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Ecuador.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J.2012. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- PROINPA. 2004. Las tecnologías tradicionales y las propuestas innovadoras en la cosecha de quinua. La Paz - Bolivia
- SALAS. S. 1,999. “Cosecha, Postcosecha y Comercialización de la Quinua” Publicaciones FAO, ROMA 1,999.
- SOTO, J.L., ROJAS, W., MARCONI, J.L., SARAIVIA, R., 2004. Experiencias en técnicas de cosecha y poscosecha en el cultivo de quinua en Bolivia- PROINPA. LEISA revista de agroecología • 20-3 • diciembre de 2004.

- VALDIVIA, R.; PAREDES, S.; ZEGARRA, A.; CHOQUEHUANCA, V. y REINOSO, R., 1997. Manual del Productor de Quinoa, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Editorial Altiplano, Puno, Perú.
- VILLA, R., 2001. La cosecha de Granos. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y SUELOS.