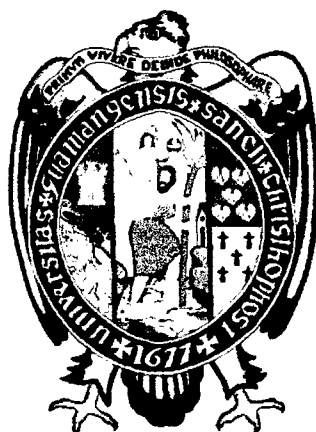


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CULTIVADORA  
MULTI USO PARA EL CULTIVO DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) AYACUCHO”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por


**NERIO ORE RIVEROS**

Ayacucho – Perú

2010


**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CULTIVADORA  
MULTI USO PARA EL CULTIVO DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) AYACUCHO”**

Recomendado : 02 de agosto de 2010  
Aprobado : 20 de agosto de 2010




---

**ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
Presidente del Jurado




---

**ING. FEDERICO QUICAÑO SUÁREZ**  
Miembro del Jurado




---

**ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. ING. RAUL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

**Con todo cariño y gratitud infinita a mis padres Inés y Guzmán por sus desvelos y sacrificio constante que supieron encaminarme haciendo posible en la culminación de mi carrera profesional.**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, en especial a su plana docente quienes contribuyeron en mi formación profesional.

A la Organización no Gubernamental SOLID-PERU, por el apoyo en la ejecución, asesoramiento y el sustento económico del presente trabajo.

Al Ing. Federico Quicaño Suarez, por el asesoramiento prestado en la ejecución y desarrollo del presente trabajo.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, quienes me dieron una formación integral.

Así mismo, expreso mi gratitud a todas las personas, que me brindaron su apoyo y colaboración en la ejecución y desarrollo de este trabajo.

## INDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| Introducción  | 1    |
| <b>CAPITULO I</b>   |      |
| <b>REVISION DE LITERATURA</b>   |      |
| 1.1.- Maquinas Cultivadoras   | 3    |
| 1.2.- Implementos y equipos utilizados en la labor de cultivo                           | 5    |
| 1.2.1 Cultivador Estándar   | 5    |
| 1.2.2 Cultivador de Hileras   | 8    |
| 1.2.3 Cultivador Rotativo   | 9    |
| 1.2.4 Rastra de Dientes   | 9    |
| 1.3.- Acción de la Cultivadora Multiuso en el Suelo                                     | 10   |
| 1.4.- Componentes de la Cultivadora Multiuso  | 11   |
| 1.5.- Órganos Accesorios de la cultivadora  | 12   |
| 1.6.- Clasificación de Cultivadora Según la Fuente de<br>Energía para su funcionamiento | 14   |
| 1.6.1 Cultivadoras de tiro Animal   | 14   |
| 1.6.2 Cultivadoras de tracción mecánica   | 14   |
| 1.7.- Clasificación según los órganos operativos de la cultivadora                      | 16   |
| 1.7.1 puntas Extirpadoras   | 16   |
| 1.7.2 Cuchillas Desmalezadoras  | 17   |
| 1.7.3 Puntas Escarificadoras  | 18   |
| 1.7.4 Puntas Surcadoras   | 19   |
| 1.7.5 Escardillos Rotativos   | 19   |
| 1.8.- Ajustes y Operaciones de las Cultivadoras   | 20   |

|   |    |
|---|----|
| 1.8.1 Unión de las herramientas con el tractor                    | 21 |
| 1.8.2 Manejo de la Combinación Tractor Herramienta                | 23 |
| 1.9.- Cultivo de Quinua   | 24 |
| 1.9.1 Importancia   | 24 |
| 1.9.2 Origen y Distribución                                       | 26 |
| 1.9.3 Taxonomía   | 27 |
| 1.9.4 Características Botánicas                                   | 28 |
| • Descripción botánica  | 28 |
| • Morfología  | 29 |
| 1.9.5 Variedades de la Quinua                                     | 31 |
| 1.9.6 Requerimiento del cultivo                                   | 32 |
| 1.9.7 Instalación del Cultivo                                     | 33 |
| • Preparación del suelo   | 33 |
| • Siembra   | 33 |
| • Labores del Cultivo   | 37 |
| • Cosecha   | 39 |
| 1.9.8 Usos de la Quinua   | 41 |
| 1.10.- Trabajos de Investigación sobre cultivadoras y aporcadoras | 43 |
| 1.11.- Procedimiento de Diseño En Ingeniería                      | 44 |
| 1.11.1 Identificación del problema                                | 44 |
| 1.11.2 Ideas preliminares   | 45 |
| 1.11.3 Perfeccionamiento del problema                             | 45 |
| 1.11.4 Análisis   | 46 |
| 1.11.5 Decisión   | 46 |
| 1.11.6 Realización  | 47 |

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

|   |    |
|---|----|
| 2.1.- Lugar de Ejecución                              | 48 |
| 2.2.- Características de la Zona                      | 48 |
| 2.3- Diseño y Construcción de la Cultivadora Multiuso | 49 |
| 2.3.1 Materiales, Equipos y Herramientas utilizados   | 49 |
| 2.4.- Evaluación técnica en Campo                     | 50 |
| 2.5.- Procedimiento de Construcción                   | 50 |
| 2.6.- Materiales e Insumos del Cultivo                | 51 |
| 2.7.- Variables a Evaluar                             | 51 |
| 2.8.- Descripción de los Tratamientos                 | 51 |
| 2.9.- Metodología Experimental                        | 52 |
| 2.9.1 Croquis del campo experimental                  | 52 |
| 2.9.2 Características de la parcela                   | 53 |
| • Variables Independientes                            |    |
| • Variables Dependientes                              |    |
| 2.10.-Parametros de Evaluación                        | 53 |
| 2.10.1 Del cultivo y Maleza                           | 53 |
| • Peso de Biomasa por M2 de cultivo                   |    |
| 2.10.2 De la cultivadora y labor manual               | 54 |
| • Tiempo operativo /Efectivo                          |    |
| • Costos Incurridos                                   |    |
| • Costo Horario del Implemento agrícola               |    |
| 2.11.- Análisis de datos estadísticos                 | 54 |

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|  |    |
|--|----|
| 3.1.- Diseño y Construcción de la Maquina Cultivadora Multiuso | 55 |
| 3.2.- evaluación técnica de la Cultivadora                     | 61 |
| 3.2.1 Evaluación Cualitativa de la labor realizada             | 61 |
| 3.2.2 Evaluación Cuantitativa de la labor realizada            | 62 |
| 3.3.- Evaluación Agronómica del cultivo                        | 64 |
| 3.3.1 Variables de Precocidad                                  | 64 |
| 3.3.2 Altura de Planta, peso de biomasa de maleza y cultivo    | 66 |
| 3.4.- Merito Económico de los tratamientos                     | 70 |
| 3.4.1 Costo de Manejo Agronómico manual del cultivo            | 71 |
| 3.4.2 Costo de Manejo Agronómico Mecánico del cultivo          | 71 |

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 4.1.- Conclusiones       | 72 |
| 4.3.- Recomendaciones    | 74 |
| Resumen                  | 75 |
| Referencia Bibliográfica | 77 |
| Planos de diseño         | 80 |

## INTRODUCCION

En la producción del cultivo de quinua los costos de producción son elevados, debido a que las labores agronómicas se ejecutan con herramientas manuales (deshierbo y aporque) a la vez la escasez de mano de obra para el control de malezas limita a los productores de quinua la siembra de mayores extensiones de cultivo a pesar de tener terrenos disponibles. Actualmente la demanda de este cultivo en el mercado nacional e internacional es insatisfecha, de modo que esta problemática actualmente es un reto en vías a solucionar; ampliando mayores áreas de cultivo en las zonas productoras y mejorando las tecnologías agrícolas.

El presente trabajo de investigación plantea contribuir en la solución de las labores de cultivo en el control de malezas y el aporque oportuno con el uso de la cultivadora multiuso de tracción mecánica; de esta manera es una alternativa sustentable para reducir el costo de producción en el cultivo de quinua y otros cultivos. Está demostrado que en el cultivo de quinua el control de malezas se debe efectuar en dos etapas, la primera a los 30 a 40 días después de la siembra y la segunda entre 50 a 70 días aprovechando la labor de aporque; estas son las razones de mayor sustento en el uso de la cultivadora multiuso.

Dentro del convenio entre la ONG SOLID PERU y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga se ha

tomado una de las líneas de investigación en buscar nuevas tecnologías para facilitar y contribuir en las labores agrícolas del cultivo de la quinua, que en estos últimos años ha incrementado significativamente en la demanda nacional e internacional y por lo tanto se han elevado los precios en el mercado local y nacional que estimula a los pequeños agricultores a ampliar mayores áreas de cultivo en el ámbito regional; asimismo se ha observado que la limitante es la disponibilidad de mano de obra para la ejecución de las labores agrícola; por lo que hay la necesidad de plantear alternativas de mejoras en la mecanización agrícola desde la preparación del suelo hasta la cosecha de este cultivo. Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

### **Objetivo General**

Evaluar la implementación y uso de una cultivadora multiuso en el control de malezas y aporque oportuno eficiente del cultivo de quinua para reducir los costos de la mano de obra en la producción.

### **Objetivos específicos**

1. Diseñar y construir una cultivadora multiuso para el control efectivo de las malezas y el aporque del cultivo.
2. Evaluar los costos y beneficios en el control de malezas y aporque utilizando la cultivadora multiuso y las herramientas manuales en el cultivo de quinua.
3. Evaluación técnica de la cultivadora multiuso a través de la mecanización agrícola en el manejo agronómico del cultivo de quinua.

## **CAPITULO I**

### **REVISION DE LITERATURA**

#### **1.1 MAQUINAS CULTIVADORAS**

Principi et al (2,005), indica que las labores de cultivo son operaciones de labranza que se realizan después de la siembra y que requieren un tipo particular de implementos en función al tipo de cultivo, destinados a remover el terreno a escasa profundidad. Esta actividad involucra un conjunto de herramientas o equipos que aseguran el normal desarrollo del cultivo en un sistema de labranza convencional o tradicional en hileras.

Existen diversos tipos de equipos en el mercado que van desde el pequeño cultivador para reducidas superficies o explotaciones hortícolas, hasta los grandes equipos de 5 y 7 surcos en tándem para 10 ó 14 hileras. El tipo y tamaño del equipo necesario para cada caso dependerá de la extensión del campo, condiciones del terreno, potencia disponible y el tipo de cultivo.

Hunt Donnell (1,996), precisa que la labor de cultivo es una tarea que se realizan con determinados equipos permitiendo la remoción del suelo a escasa o regular profundidad, siendo los objetivos específicos de esta labor los siguientes:

- 1- Preparar el suelo para retener la lluvia.
- 2- Controlar las malezas.
- 3- Airear el suelo.
- 4- Activar la vida microbiana en el suelo.
- 5- Facilitar la nutrición de los cultivos.
- 6- Proporcionar soporte y estabilidad mecánica alas plantas
- 7- Incorporar fertilizantes y pesticidas.

Como referencia general de los objetivos apuntados, debemos señalar que un objetivo importante de las labores culturales es conservar la humedad del suelo, es decir posibilitar que el cultivo implantado tenga la humedad necesaria a través de su periodo de desarrollo. Los factores a considerar en este sentido serían: Retención del agua de lluvia (surcando el terreno), destrucción de las malezas (ya que son las grandes competidoras de humedad), y la Remoción superficial del suelo para facilitar la infiltración del agua; toda vez que la situación creada por la presencia de malezas, los inconvenientes o consecuencias originados para el cultivo serán el de competencia por humedad, nutrientes y espacio.

## **1.2 IMPLEMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA LABOR DE CULTIVO**

Principi et al (2,005), coinciden en forma general los equipos empleados para labores culturales de acuerdo a su relación con el tractor pueden ser de arrastre o suspendidos y los de mayor uso son:

**1.2.1 Cultivador Standard.-** Compuesto por un bastidor o chasis tubular que tiene por su parte delantera el enganche regulable adaptable al tiro del tractor, si es de arrastre. Si el modelo es de enganche en tres puntos posee los dispositivos que permiten dicho montaje.

Con respecto a los cuerpos, se puede observar que cada uno de ellos se compone por un sistema de paralelogramo articulado o deformable que le permiten movimientos verticales. Esto facilita su adaptación a las irregularidades del terreno. Poseen resortes de presión variables. La tendencia es que estos paralelogramos sean de corta longitud con lo cual disminuye la posibilidad de desplazamientos laterales. Los cuerpos se completan con ruedas reguladoras de profundidad de modo que trabajen todos los cuerpos a la misma profundidad. Se varía aflojando los bulones o abrazaderas y moviendo el vástago a la posición deseada. Las ruedas reguladoras obligan a los conjuntos a elevarse en los lugares altos y a descender en los bajos.

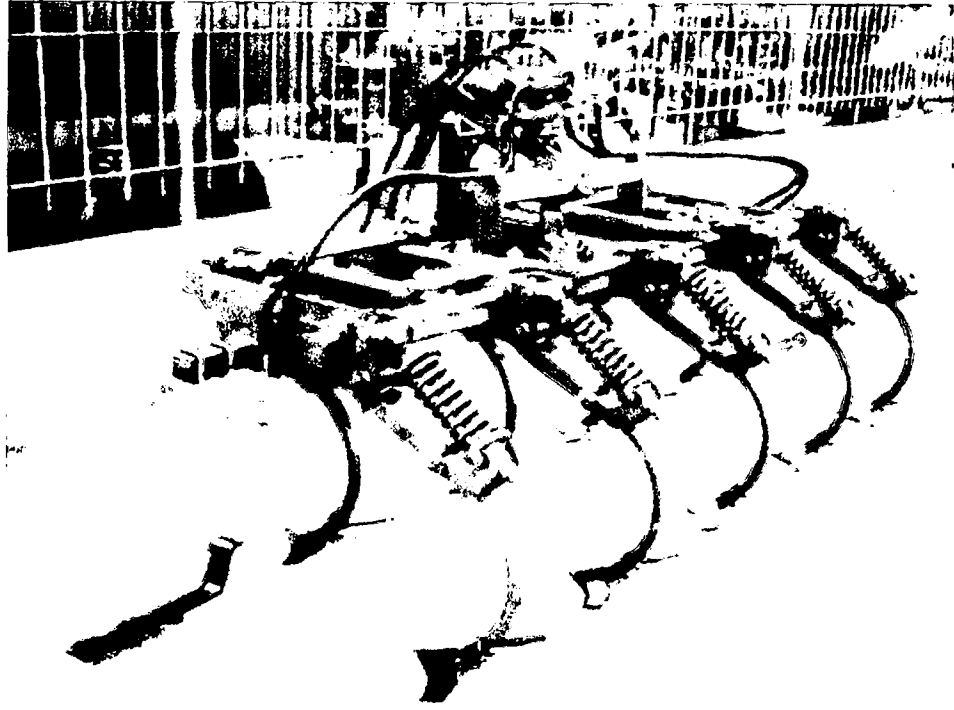


Fig. 1 Cultivador estándar con resortes de presión variable

Los cuerpos pueden desplazarse lateralmente sobre el bastidor o barra porta-herramientas, para adaptarse a distintos espacios entre líneas. Sobre cada paralelogramo se ubica un resorte que es quien realiza la presión necesaria para un efectivo trabajo (resorte de presión).

En lo que refiere a las rejas utilizadas en los cultivadores existen gran variedad según el trabajo a realizar:

**Rejas tipo escardillo.** De varios tamaños, remueven el suelo y controlan la maleza que emerge y la desarrollada.

Existen escardillos diseñados para trabajar a elevadas velocidades, son pulidas en el sentido del flujo de la tierra, lo que asegura mejor penetración y rápido deslizamiento. Remueven el suelo superficialmente deslizándose suavemente, deja la tierra desmenuzada y destruye la maleza presente. Como acotación al respecto debemos decir que los escardillos

desafilados o gastados no destruyen eficientemente las malezas y el trabajo resultante no es uniforme, de allí la importancia de su mantenimiento.

**Rejas tipo universal.** son rejas que no tienen aletas, poseen puntas.

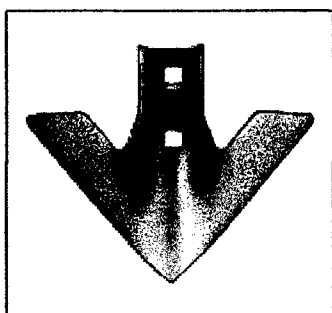


Fig. 2 Rejas tipo universal

**Rejas con doble puntas.** son angostas se destinan para airear praderas y desmalezar, se desvían de los macollos de la alfalfa y eliminan las malezas.

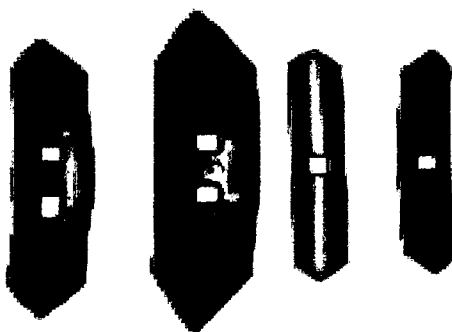


Fig. 3 Rejas con doble punta

**Rejas surcadoras ó aporcadoras.** Poseen aletas altas, se utilizan para surcar y realizar el aporque.

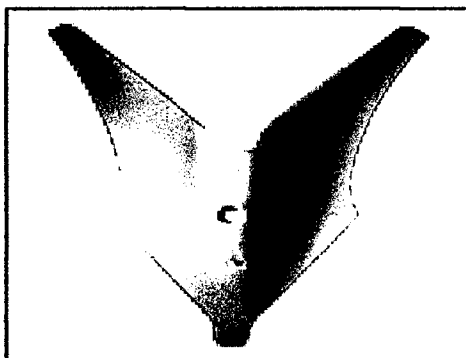


Fig.4 Rejas surcadoras ó aporcadoras

**Discos surcadores ó aporcadores.** Son cóncavos - Convexos realizan el surcado y el aporque. ¿Qué es el aporque? Es arrimar tierra sobre la hilera del cultivo, cuando esta desarrollado.

El cultivador permite realizar las labores de mantenimiento denominadas “escardilladas” o “carpidas”; es decir mediante el uso de rejas anchas o angostas pero planas se efectúa la remoción superficial del suelo (no más de 5 cm) para mantener el entresurco libre de malezas. Por último cuando el cultivo tiene entre 50 – 60 cm, se realiza la última labor mecánica cambiando las rejas planas, por rejas o discos aporcadores, que permitirán arrimar tierra a las plantas a fin de aumentar el ritmo del trabajo de las raíces. Esta práctica se realiza en el cultivo de maíz, no así en el girasol, ni soja.

### **1.2.2 Cultivador en hileras.**

Como se observa, este equipo posee a semejanza del cultivador estándar (carpidor), la misma estructura o composición de los cuerpos; es decir si nos remitimos a su descripción veremos que tiene por arriba un paralelogramo deformable, por debajo de este y hacia delante la rueda reguladora de profundidad y por atrás un timón o reducido chasis con travesaños en donde se disponen de 5 a 7 brazos vibratorios en forma de S como los de un vibrocultivador. Estas son las encargadas de efectuar las tareas de desmalezado, remoción de suelo, descompactación superficial (planchado), etc. De acuerdo a modelos existen equipos de 5 à 7 cuerpos y por ende distintos anchos de trabajo. Si la tarea es de remover el suelo superficialmente, en los extremos de los arcos se colocan rejas tipo cincel, si

la tarea consiste en desmalezar se las cambia por otras más anchas y planas.

### **1.2.3 Cultivador rotativo.**

En el cultivador o roto-rastra como se observa, se disponen en un reducido chasis un conjunto de 8 a 10 ruedas de roto rastra lo que determina la conformación de un cuerpo de rastra rotativa, estas se montan o solidarizan a una barra porta-herramientas.

El número de cuerpos varía de acuerdo a los modelos entre 5 a 14 surcos; cada cuerpo se conforma de un sistema de paralelogramo, resorte de tensión y el chasis donde se ubican las ruedas rotativas. También una rastra rotativa destinada a la labor secundaria puede realizar labores culturales, para ello se debe modificar la disposición de sus cuerpos y respetar la distancia de 70 cm., a que se encuentra las hileras del cultivo.

Este equipo permite entre tareas la de eliminar el planchado, airear el suelo y desmalezar; el desmalezado que efectúa es eficiente en tanto la maleza esté en estado de plántula. La velocidad de trabajo es de 8 a 10 km/h del tractor agrícola.

### **1.2.4 Rastras de dientes**

Este equipo se utiliza en una única oportunidad cual es el caso del cultivo de maíz que ha sido sembrado en surcos (semilister), en esta situación es necesario como primera medida emparejar el terreno, lo que se realiza cuando la plántula de maíz tiene la altura del lomo. En ese momento

se pasa la rastra de dientes para nivelar y posteriormente se continua efectuando las labores de mantenimiento.

### **1.3 ACCIÓN DE LA CULTIVADORA MULTIUSO EN EL SUELO**

Los elementos de trabajo en contacto con el suelo son los escardillos los que varían en forma y tamaño en función de la labor que se desea realizar. Su uso depende del tipo de maleza presente, tipo de suelo y de las condiciones de humedad; su acción es cortar las malezas, escarificar el suelo y según su diseño surcar para el riego o aporcar simultáneamente.

La acción efectiva sin dañar al cultivo depende de la diferencia de desarrollo de las malezas y la planta; por lo tanto, es de primera importancia el momento de realizar el trabajo y la distribución de los escardillos en las barras para que estos actúen entre las hileras sin lanzar tierra a la planta cultivada y utilizando los protectores.

#### **a.- Profundidad de trabajo**

Por lo general la profundidad de la labor no es más allá de los tres cm. en el control de malezas. Es más profunda cuando se agrega un surcador para el riego. En los cultivadores de barra continua la regulación es individual para cada escardillo e hilera y en los de cuerpos oscilantes, la regulación es individual para cada cuerpo. En ambos tipos existe una rueda de control para mantener la profundidad de trabajo.

#### **b.- Ángulo de inclinación de los escardillos**

Entre los ajustes que es posible hacer en la mayoría de los cultivadores esta su inclinación y altura para adecuarlas a casi cualquier tipo de condiciones del suelo y del cultivo.

La inclinación debe estar ajustada en el ángulo adecuado para que los escardillos penetren adecuadamente. Una punta demasiado alta puede llevar a los escardillos fuera de la hilera y producir un desgaste en sus alas. Si el escardillo está inclinado hacia delante, penetra en exceso con desgaste mayor en la punta, también se aumenta la dificultad para mantener el control de la profundidad; dando como resultado un rebote de la herramienta. Con 3 a 6 mm de inclinación en el escardillo se obtiene un buen trabajo.



Fig. 5 Inclinación de los escardillos.

#### 1.4 COMPONENTES DEL CULTIVADOR MULTIUSO

Los componentes más importantes de una cultivadora son:

**Chasis o Bastidor.-** El bastidor está formado por un marco de acero muy firme con uno, dos o tres barras separadas entre 50 o 80 cm. y anchos variables según modelo y potencia disponible de entre 2,5 a 7 m. Adosados a estas barras se distribuyen alternativamente una serie de vástagos.

**Vástagos o brazo portaherramienta.-** Cada vástago está construido de acero flexible, tienen forma de arco con un escardillo en la punta que trabaja en el suelo. Los vástagos van adosados alternativamente en el bastidor separado de 15 a 20 cm. lo cual permite un flujo máximo de los residuos y una obstrucción mínima; en algunos casos un vástago por cada surco que cubrirá el cultivador.

**Escardillos.-** En el extremo inferior de cada vástago se ubica una punta de acero de muy buena calidad que presenta diferentes formas según las necesidades de la labor. Las puntas delgadas son para trabajar a mayor profundidad y las aladas son más prácticas para eliminar malezas persistentes y para dejar la sementera más mullida.

**Aporcador.-** Consistente de un escardillo y dos vertederas con planchas de acero curvadas, para remover el suelo hacia ambos lados y realizar el aporque de los cultivos.

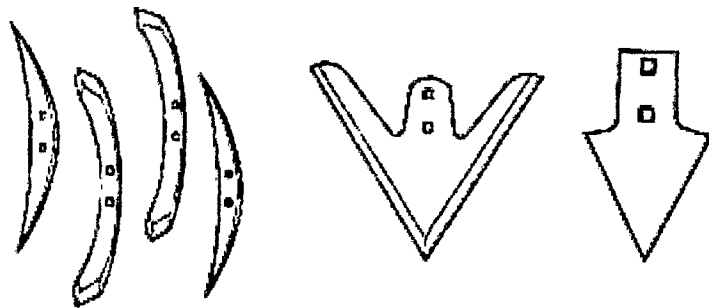


Fig. 6: Diferentes formas de escardillos

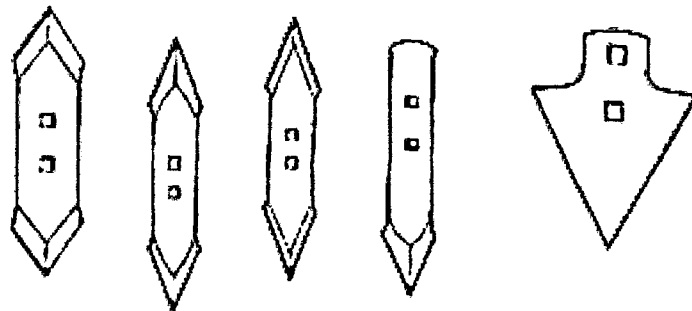


Fig. 7: Diferentes tipos de púas o escardillos

## 1.5 ORGANOS ACCESORIOS EN LAS CULTIVADORAS

Estos componentes son opcionales:

### 1. PROTECTORES DE LAS HILERAS

Para evitar cubrir con tierra que salta al paso de los escardillos a las plantas de las hileras. Puede ser necesario usar cortinas protectoras que se conectan y alinean en el bastidor del cultivador; los protectores según su

diseño permiten el paso libre de las hileras. Se deberán ajustar a las condiciones del cultivo y a la separación de las hileras cultivadas (Figura 8).

**a. Protectores de cortina plana.** Formado por dos placas planas colocadas paralelamente a las hileras (Figura 8-1)

**b. Protectores rodantes.** Formados por dos discos dentados colocados paralelos a las hileras (Figura 8- 2)

**c. Protectores de capota.** Tienen la forma de un pequeño techito cubriendo la hilera dando la máxima protección (Figura 8-3).

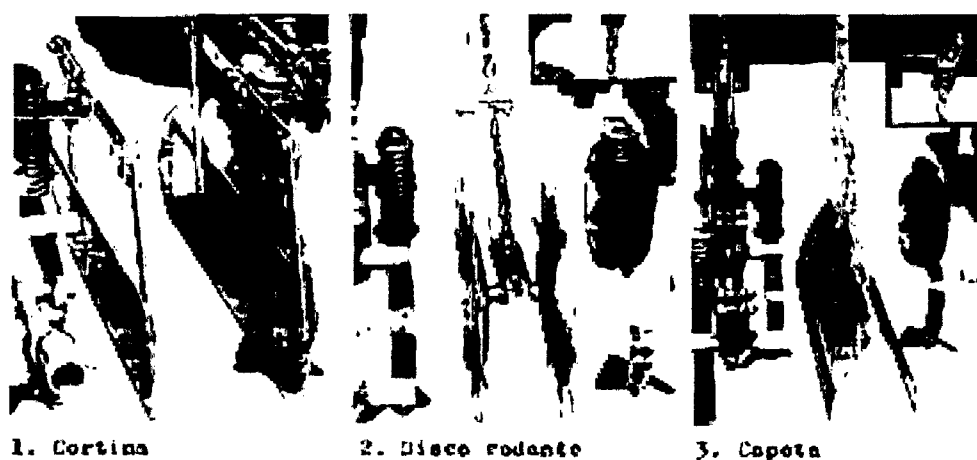


Fig. 8 Tipos de protectores de hileras.

## 2. RUEDAS DE CONTROL DE PROFUNDIDAD

Trabajar a una profundidad adecuada es fundamental para controlar las malezas y no arrastrar la tierra, a fin de no producir daño en las raíces de la planta. Los ajustes que cada cultivador tiene, permiten bajar o subir las herramientas para adecuarlas a las condiciones de las malezas y del cultivo.

Las ruedas de control de profundidad se instalan en los cultivadores de barra continua como en los de cuerpos oscilantes. En el caso de los cultivadores continuos, aquellas van en el extremo de éste; en los cultivadores de cuerpos oscilantes, cada uno tiene su propia rueda.

### **3. DISCOS GUÍAS**

Estos elementos instalados de modo adecuado permiten que el cultivador siga al tractor en los giros y estabiliza la unidad lateralmente. Se ajustan a poca profundidad solamente para mantener el control.

## **1.6 CLASIFICACION DE CULTIVADORAS SEGÚN LA FUENTE DE ENERGIA PARA SU ACCIONAMIENTO**

Existe una gran variedad de tipos y formas de cultivadores. La forma de su tracción: Animal o motorizada, su forma de montaje en los tractores y su forma constructiva. Son factores a tomar en cuenta en su clasificación.

### **1.6.1 CULTIVADORES DE TIRO ANIMAL**

En un marco de forma triangular y provista de manceras para su dirección por un operario; se montan los escardillos, en la parte delantera hay una rueda que sirve de guía y control de la profundidad y mediante una palanca se controla la inclinación de los escardillos.

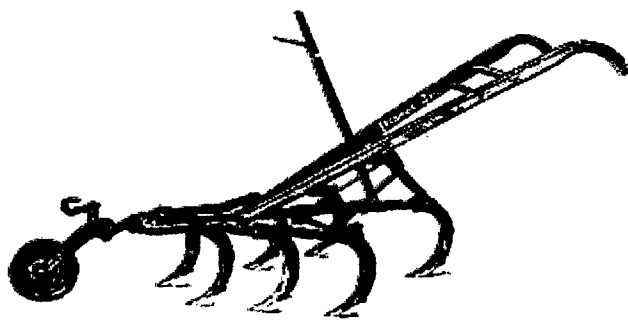


Fig 9: Cultivador de tiro animal

### **1.6.2 CULTIVADORES DE TRACCION MECANICA.**

Trabajar con cultivadores montados en un tractor resulta mucho más complicado que trabajar con otras herramientas de labranza. El tractor debe avanzar entre los surcos o hileras sin dañar a las plantas y por lo tanto hay

que tener presente dos situaciones que no se pueden omitir: a) trabajar con un tractor de trocha ajustable y neumáticos angostos. b) cultivar por cada pasada debe trabajar el mismo número de hileras sembradas. En la mayoría de los tractores es posible efectuar ajustes en su trocha de manera que pueden circular entre los surcos. Estos ajustes se dan por diferentes métodos; es posible tanto en las ruedas traseras como en las delanteras. El ajuste de la trocha más los neumáticos angostos evita que se dañen las plantas por un mal ajuste del cultivador. En cada pasada se debe trabajar el mismo número de surcos sembradas, para una coincidencia entre lo sembrado y cultivado.

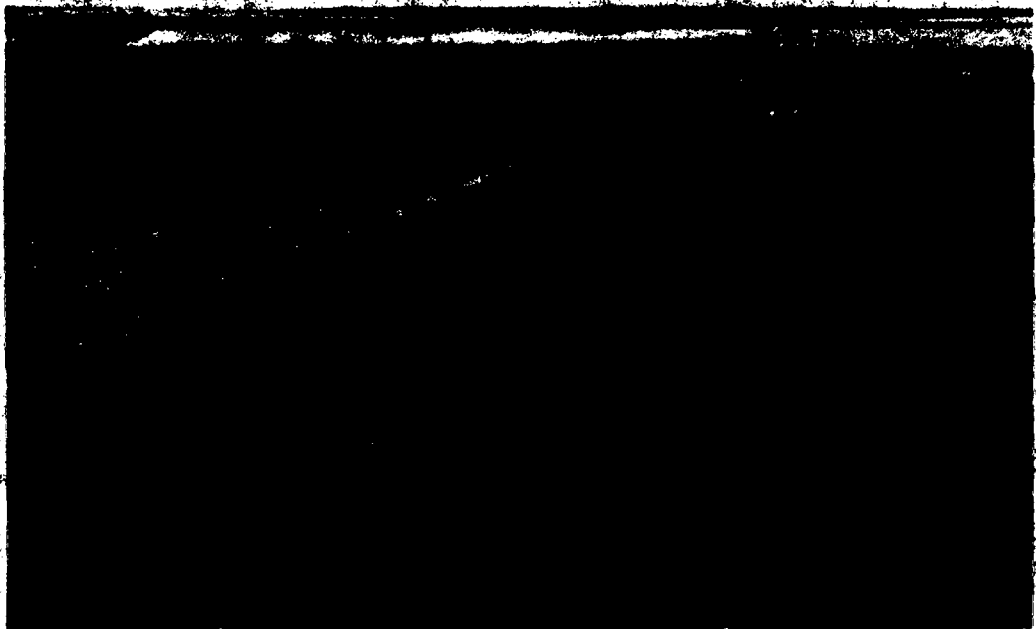


Foto 10 Cultivador motorizado en acción

**a.- Cultivadores de montaje trasero.-** Se enganchan en los brazos del sistema hidráulico. Su posición resulta un tanto por que el conductor tiene que mirar constantemente hacia atrás para que no se acerquen los escardillos hacia las hileras con plantas.

**b.- Cultivadores de montaje delantero.-** Se montan delante de las ruedas delanteras o entre las ruedas, en la parte central del tractor. Esta posición del cultivador tiene la ventaja que permite al operador controlar permanentemente el trabajo de los escardillos y la dirección de avance. Su instalación resulta un poco más complicada y demorosa que los de montaje trasero.

El tamaño y forma constructiva de los cultivadores en hileras se especifica por el número de surcos que pueden cubrir por pasada. El número de hileras que trabaja un cultivador puede variar de una hilera, generalmente de tiro animal, hasta 16 hileras distanciadas entre sí de 35 a 105 cm. Los elementos cultivadores pueden estar montados en una barra continua o en grupos de unidades independientes entre cada par de surcos.

## **1.7 CLASIFICACION SEGÚN LOS ORGANOS OPERATIVOS DE LA CULTIVADORA**

Según las partes operativas del cultivador se tienen las siguientes variantes:

### **1.7.1 PUNTAS EXTIRPADORAS**

Su labor principal es controlar malezas, por lo tanto; trabajan generalmente a poca profundidad. Su disposición traslapada permite el control de las malezas a su paso. Están diseñadas en distintas configuraciones para cortar, mezclar y permitir un buen flujo. Pueden tener alas anchas o cortas, ser más planas o altas; lo que permite distintos usos y espaciamientos. Existen puntas para ser colocadas al lado de las hileras para que no desplacen suelo sobre las plantas pequeñas.

- a. **Puntas universales.**- Su corona es de ángulo bajo y alas cortas para una limpieza rápida y trabajar a alta velocidad (1 Figura 11).
- b. **Puntas mezcladoras.**- Su corona es de ángulo bajo y alas largas las que producen un ligero movimiento del suelo (2, 3 Figura 11).
- c. **Puntas de uso general.**- Su corona es de ángulo alto y alas más largas y angostas para un buen flujo del suelo (4,5 Figura 11).



Fig. 11 Diferentes puntas extirpadoras

### 1.7.2 CUCHILLAS DESMALEZADORAS

Esta punta en forma de cuchilla corta en forma paralela a la superficie del suelo a poca profundidad. Están disponibles para instalarlas y trabajar hacia la izquierda o derecha con perforaciones para su ajuste (Figura 11).

- a. **Cuchillas desmalezadoras torcidas redondas.**- Tienen una forma redondeada lo que permite proteger las raíces superficiales (1Figura 12).
- b. **Cuchillas desmalezadoras torcidas rectas.**- Cortan mejor en suelos más duros (2 Figura 12)
- c. **Cuchillas desmalezadoras torcidas rectas de punta baja.**- Presentan una punta baja doblada en ángulo recto de 15 a 20 cm. de largo. Trabajan muy bien cercano a las hileras (3 Figura 12)

**d. Cuchillas de forma curvo.-** Se usan para cortar malezas muy tupidas gruesas y desarrollas sin dañar a las plantas pequeñas (4 Figura 12).

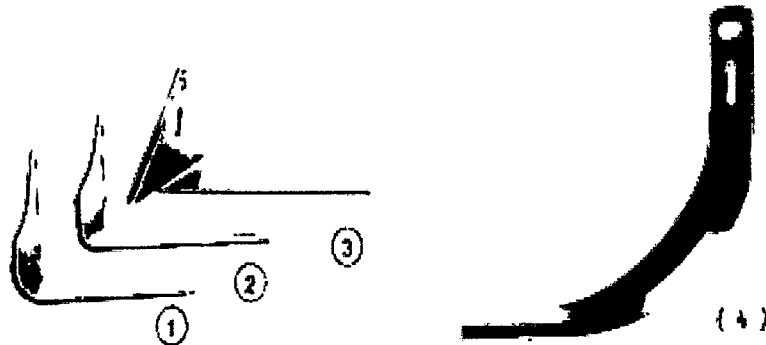


Fig. 12: Cuchillas desmalezadoras

### 1.7.3 PUNTAS ESCARIFICADORAS.

Presentan un diseño de punta simple o doble con el objetivo de prolongar su vida útil invirtiendo su posición. Se usan para aflojar el suelo con un mínimo movimiento (Figura 13).

**a. Punta de lanza.-** Se usa para controlar malezas cuando éstas están pequeñas (1 y 2 Figura 13)

**b. Puntas dobles.-** Empleado para escarificar profundo (3, 4 y 5 Figura 13).

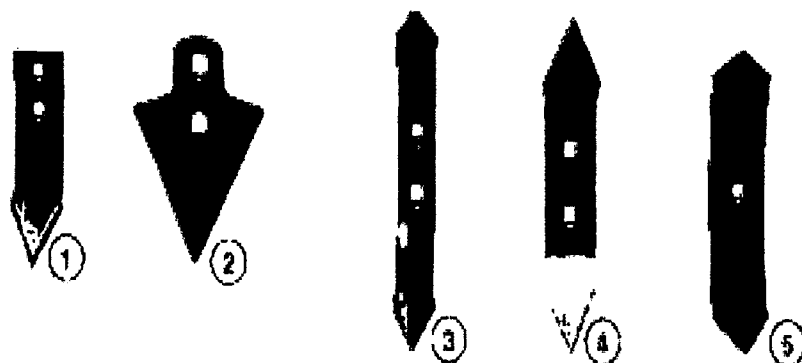


Fig. 13: Puntas escarificadoras

#### 1.7.4 PUNTAS SURCADORAS

Tienen forma de dos vertederas opuestas. A su paso por el suelo dejan formado surcos para riego ó los lomos para evitar la estabilidad de la plantas. Tienen diferentes tamaños y formas (Figura 14)

**a. Pala surcadora de abertura.-** De forma plana en tamaños de 20 a 25 cm. tiene muy buena penetración en suelos duros (Figura 14).

**b. Pala surcadora con alas.-** Las vertederas son largas de 20 a 30 cm. Hacen surcos limpios lo que facilita escurrimiento de agua (2 y 3 Figura 14).

Las palas surcadoras hacen surcos limpios y bien formados entre las hileras sin dañar el sistema radicular del cultivo.

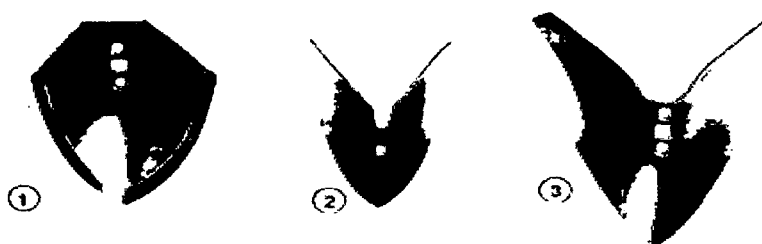


Figura 14: Puntas surcadoras

#### 1.7.5 ESCARDILLOS ROTATIVOS.

Los elementos de escarda giratorios son los medios más rápidos y económicos para el cultivo después de la siembra. Se pueden utilizar cuando las malezas están pequeñas. Los tipos más empleados son el azadón giratorio y los cultivadores giratorios (Figuras 15).



Fig. 15 Escardillos giratorios

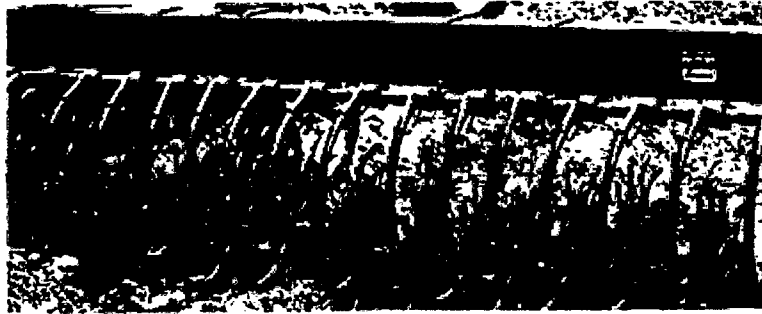


Fig. 16: Azadón giratorio



Fig. 17: Cultivador giratorio

### **Acciones de los escardillos en el suelo**

Los elementos de trabajo en contacto con el suelo varían en su forma y tamaño en función de la labor que se desea realizar. Su uso depende del cultivo, malezas presentes, tipo de suelo y de las condiciones de humedad. En general, estos órganos de trabajo se llaman puntas, dientes o escardillos y están diseñados para extirpar malezas, escarificar y surcar el suelo para el riego.

## **1.8 AJUSTES Y OPERACIÓN DE LOS CULTIVADORES**

Los ajustes y la operación de un cultivador es uno de los trabajos que hay que realizar con mucho cuidado. En resumen los más importantes son:

- Adecuar el cultivador a la separación de las hileras

- Seleccionar el tipo de escardillos
- Disposición de los escardillos
- Inclinación de los escardillos
- Ubicación de los protectores
- Profundidad de trabajo
- Posición relativa horizontal al suelo y
- Trabajar a velocidades adecuadas

### **1.8.1 UNIÓN DE LAS HERRAMIENTAS CON EL TRACTOR**

Los métodos que se emplean para unir las herramientas al tractor son el arrastre mediante la barra de tiro o acoplarlas en las barras del sistema hidráulico de tres puntos. Las primeras son aperos de arrastre y las segundas se llaman integrales. Estas formas de unión como sus regulaciones son muy importantes para su buen desempeño y el rendimiento del tractor.

#### **1. Herramientas de arrastre**

Se llaman también de tiro. Se unen al tractor mediante la barra de tiro de éste y la barra de herramientas. Su peso total es soportado por las ruedas de la herramienta, por lo general dos. Un cilindro hidráulico o un tornillo, permite bajar o subir el apero para ponerla en trabajo (Figura 18).

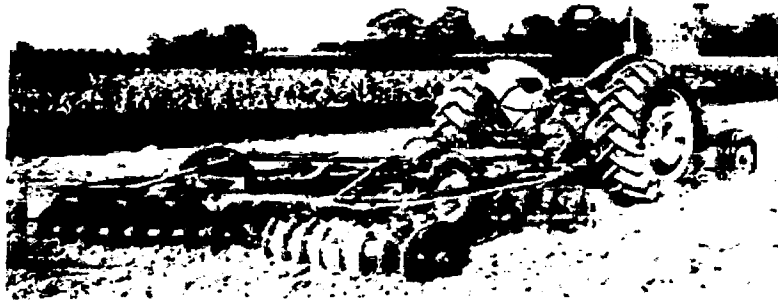


Fig. 18: Rastra de discos del tipo arrastre

Las ventajas de herramienta de tiro son la siguiente:

- Su enganche resulta muy fácil mediante un pasador que une ambas barras. La barra en la herramienta puede tener regulación para adecuar la linealidad del enganche.
- Trabajan a profundidad uniforme.
- Tiene la posibilidad de engancharse una detrás de otra para hacer combinaciones de aperos para trabajar con métodos de labranza mínima.

## 2. Herramientas integrales

Estos aperos se unen al tractor mediante los tres brazos del sistema de levante hidráulico, formando un solo cuerpo con el tractor (Figura 19)

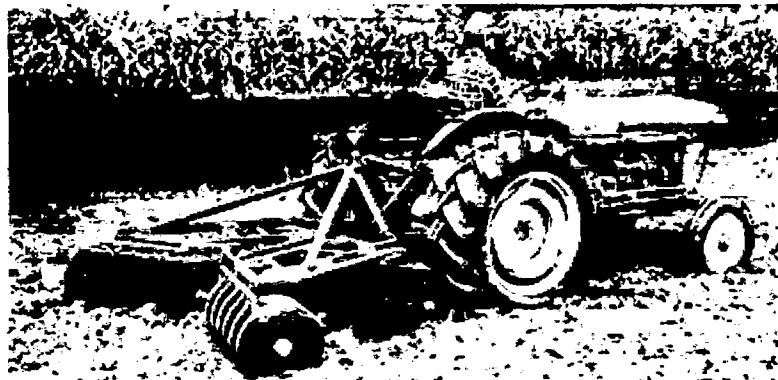


Fig. 19: Herramienta integral

Las herramientas integrales del tractor presentas las siguientes ventajas y desventajas:

- Son muy maniobrables y convenientes para trabajar en espacios reducidos.

- Producen transferencia de peso desde la herramienta a las ruedas traseras, mejorando la adherencia de éstas y por lo tanto disminuyen el patinaje. Sin embargo, esta transferencia es limitada por la necesidad de mantener las ruedas delanteras en el suelo para tener un adecuado control de la dirección.
- Son levantados y bajadas con gran facilidad.
- Cuando se trabaja con el control de profundidad la herramienta sigue las ondulaciones del terreno dando una labor uniforme.
- El traslado por caminos a mucha velocidad resulta peligroso por la pérdida de adherencia de las ruedas delanteras.

### **1.8.2 MANEJO DE LA COMBINACIÓN TRACTOR HERRAMIENTA**

Cuando se engancha una herramienta a un tractor para realizar una acción determinada con el máximo rendimiento, se debe considerar los siguientes factores:

- Las acciones que realiza la herramienta
- El estado del suelo
- Trabajar a la velocidad adecuada y
- Tractor no debe sobrecargarse

La naturaleza del trabajo y la potencia disponible resultan las condicionantes más importantes para realizar las operaciones con el máximo rendimiento y al menor costo. La potencia disponible en el tractor y la posible combinación con el apero resulta entonces determinada por:

- El esfuerzo del tractor para trasladar su peso y el del apero
- El esfuerzo para impulsar el apero en su trabajo útil.

- Trabajando sobre el suelo, en todas las condiciones y en todos los tractores se disminuye la potencia de tiro; para calcular aproximadamente la potencia de tiro disponible y su relación con la potencia máxima hay que usar un factor.

Las máquinas cultivadoras de tracción mecánica puede laborar en pendientes de hasta 40 a 50% siempre en cuando los surcos estén orientados perpendicularmente a las curvas de nivel, respecto al extensión mínima de terreno a trabajar se debe tener en cuenta que la eficiencia de campo es directamente proporcional al área de terreno; es decir a mayor área, la máquina es más eficiente y a menor área es menos eficiente, debido que hay mayor pérdida de tiempo en las vueltas de cabecera de chacra, de modo que trabajar en extensiones menores a 2500 m<sup>2</sup> resulta antieconómico; porque incrementa el costo de la labor por unidad de superficie.(príncipe,2005)

## **1.9 CULTIVO DE QUINUA**

### **1.9.1 IMPORTANCIA**

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es uno de los cultivos más antiguos de América, fue el principal cultivo en Sur América y ocupó considerables extensiones en los Andes. La Quinua por su alto valor alimenticio y su adaptación a diferentes pisos agroecológicos y suelos, ha generado gran interés entre los agricultores, empresas agroindustriales, instituciones públicas y privadas; tanto nacionales e internacionales.

La quinua constituye un producto de excepcionales cualidades nutritivas, cuyo cultivo puede adaptarse muy fácilmente a las nuevas

exigencias de los mercados por alimentos de origen orgánico. Es un cultivo andino de alto valor nutritivo, con una calidad proteica sobresaliente y una capacidad de ser transformado en una gran gama de productos, posee un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón; contiene un alto grado de aminoácidos, el promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23% esto es más del doble que cualquier otro cereal. La grasa contenida es de 4 a 9% de los cuales la mitad contiene ácido linoleico esencial para la dieta humana; también contiene un alto nivel de calcio, fósforo y hierro.

**Cuadro Nro. 1: Valor Nutricional de la Quinua**

| <b>VALOR NUTRITIVO /100 g de producto fresco (promedio)</b> |         |
|---|---------|
| <b>Humedad</b>  | 12,6 %  |
| <b>Proteínas</b>  | 12-16 % |
| <b>Extracto etéreo</b>                                      | 5,1 %   |
| <b>Carbohidratos</b>  | 59,7 %  |
| <b>Fibras</b>   | 4,1 %   |
| <b>Cenizas</b>  | 3,3 %   |
| <b>Grasas</b>   | 4-9 %   |
| <b>Lisina</b>   | 0,88 %  |
| <b>Metionina</b>  | 0,42 %  |
| <b>Triptofáno</b>   | 0,12 %  |

Fuente: Diccionario Enciclopédico de Plantas útiles del Perú. Brack Egg. A

1995

**Cuadro Nro. 2: Cuadro Comparativo de los Componentes de la  
Quinua con otros Cereales**

| Cuadro comparativo de los componentes de la quinua con otros cereales (Kg) |        |       |       |         |       |
|--|--------|-------|-------|---------|-------|
| componentes%   | quinua | trigo | maíz  | Arroz   | avena |
| Proteínas  | 13.00  | 11.43 | 12.28 | 10.25   | 12.30 |
| Grasas   | 6.70   | 2.08  | 4.30  | 0.16    | 5.60  |
| Fibras   | 3.45   | 3.65  | 1.68  | VEGETAL | 8.70  |
| Cenizas  | 3.06   | 1.46  | 1.49  | 0.60    | 2.60  |
| Calcio   | 0.12   | 0.05  | 0.01  | -       | -     |
| Fósforo  | 0.36   | 0.42  | 0.30  | 0.10    | -     |
| Hidratos de Carbono  | 71.00  | 71.00 | 70.00 | 78.00   | 60.00 |

FUENTE: (F. Bernal ,1990)

### 1.9.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La Quinua es una planta autóctona de los Andes y su origen se remonta alrededor del lago Titicaca. Se denomina el "grano de los Incas", pero se tiene vestigios de la existencia ya miles de años antes de los Incas; que indica que fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3,000 a 5,000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador. A raíz de la conquista española, se introdujo otros cultivos como el trigo, por lo cual la quinua fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyó su producción al igual que otros cultivos que tradicionalmente habían venido manejando y consumiendo los nativos; además hay indicios de que los conquistadores descubrieron el alto contenido nutritivo de la quinua y prohibieron su cultivo

para debilitar a la resistencia de los Incas. Es importante indicar que para esa época, la planta de la quinua en el Ecuador, casi había desaparecido.

Su consumo es ancestral en la dieta de la población campesina. Su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década de los años 90, en que se produce una importante posibilidad de exportación al mercado norteamericano y europeo.

### 1.9.3 TAXONOMIA

Giusti, (1970) reporta que el género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia *Chenopodiaceae* y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies y la posición taxonómica es la siguiente:

Reyno : Vegetal

División : Fanerógamas

Clase : Dicotiledóneas

Sub clase : Angiospermas

Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiáceas

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium quinoa Willdenow.*

La quinua posee un número cromosómico de  $2n=4x=36$  cromosomas, recibe diferentes nombres en el área andina que varían entre localidades y de un país a otro; así como también recibe nombres fuera del área andina que varían con los diferentes idiomas (Mujica, 1996).

- En Perú: Quinua, Jiura, Quiuna
- Quechua: Kiuna, Quinua, Parca

- Aymara: Supha, Jopa, Jupha, Jauira, Aara, Ccallapi, Vocali, Jiura
- Chibcha: Suba, Supha, Pasca
- En Colombia: Quinoa, Suba, Supha, Uba, Luba, Ubalá, Juba, Uca
- En Ecuador: Quinoa, Juba, Subacguque, Ubaque, Ubate
- En Bolivia: Quinoa, Jupha, Jiura; en Chile: Quinoa, Quingua, Dahuie
- En Argentina: Quinoa, quiuna

#### **1.9.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

##### **a. Descripción botánica**

La quinua, es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva; presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. desde zonas áridas hasta las zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como son la sequía, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas.

Su período vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, dependiendo de las variedades; crece con precipitaciones desde 200 a 2,600 mm. anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, sus semillas germinan hasta con 56 Mmhos/cm de concentración salina, se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura

oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas que se pueden diferenciar (Mujica, 1988).

## **b. Morfología**

**Porte.-** La planta, es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm. y de zonas frías; en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas, está clasificada como planta C3.

**Raíz.-** Es pivotante, vigorosa, fibrosa, bastante ramificada y profunda alcanzando una profundidad de hasta 60 cm, la cual da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número.

**Tallo.-** Posee un tallo principal con o sin ramas secundarias. Es de forma cilíndrica, a partir de las primeras ramas y termina en una inflorescencia. Alcanza una altura entre 50 y 250 cm. el diámetro del tallo es variable con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo, variando de 1 a 8 cm de diámetro.

**Hojas.-** Son de formas alternas, variables, verdes, rojas o moradas. Son poliformes; es decir poseen diferentes formas de hojas en una misma planta. El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas (Gallardo ,1996).

**Flores.-** Son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógama como alógama, faltando determinar con precisión el porcentaje de alogamia en algunos genotipos, en general se indica que tiene 10 % de polinización cruzada, sin embargo en algunas variedades alcanza hasta el 80 % y en otras el 17 %.

**Inflorescencia.-** Es una panoja típica, Terminal, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos. La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm. de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3,000 encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia.

**Fruto.-** El fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres y en algunas excepciones del banco de germoplasma.

**Semilla.-** La semilla es pequeña, aproximadamente de 2 mm. de diámetro y 1 mm. de espesor. El color puede ser amarillo, café, crema, blanco o translucido; la semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma.

### 1.9.5 VARIEDADES DE QUINUA

A continuación se presenta características de la semilla de algunas variedades de quinua:

| <b>Variedades</b>  | <b>Color grano</b>  | <b>Forma</b>      | <b>Tamaño (mm)</b> |
|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Sajama             | Blanco              | Cónica            | 2.0 – 2.5          |
| Real               | Blanco              | Cónica            | 2.2 – 2.8          |
| Kcancolla          | Blanco              | Cónica            | 1.2 – 1.9          |
| Blanca de July     | Blanco              | Cónica            | 1.2 – 1.6          |
| Koitu              | Marrón ceniciento   | Esferoidal        | 1.8 – 2.0          |
| Misa Jupa          | Blanco- Rojo        | Cónica            | 1.4 – 1.8          |
| Amarilla Maranganí | Amarillo anaranjado | Cónica            | 2.0 – 2.8          |
| Tunkahuan          | Blanco              | Redondo aplanado  | 1.7 – 2.1          |
| Ingapirca          | Blanco opaco        | Esférico          | 1.7 – 1.9          |
| Imbaya             | Blanco opaco        | Esférico          | 1.8 – 2.0          |
| Cochasqui          | Blanco opaco        | Esférico          | 1.8 – 1.9          |
| Witulla            | Morado              | Lenticular        | 1.7 – 1.9          |
| Negra de Oruro     | Negro               | Redonda           | 2.1 – 2.8          |
| Katamari           | Plomo               | Esferoidal        | 1.8 – 2.0          |
| Roja Coporaque     | Púrpura             | Cónica            | 1.9 – 2.1          |
| Toledo             | Blanco              | Cónica            | 2.2 – 2.8          |
| Pandela            | Blanco              | Cónica            | 2.2 – 2.8          |
| Chullpi            | Cristalino          | Esférica aplanado | 1.8 - 1.2          |

**FUENTE:**(Mujica, 1996)

### **1.9.6 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO**

**Luz solar.-** Presenta varios fotoperiodos, desde requerimientos de días cortos para su florecimiento en Perú, Ecuador y Colombia, hasta la insensibilidad a la luz para su desarrollo en los países más sureños.

**Precipitación.-** De 300 a 1,000 mm. Las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen; las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia necesitan poca lluvia, mientras que las del sur de Chile abundante. En general, en forma eficiente con un nivel de de lluvias durante su crecimiento, desarrollo y condiciones de sequedad especialmente durante su maduración y cosecha.

El requerimiento mínimo de precipitación pluvial para la germinación de la semilla de quinua está entre 30 a 45 mm. durante dos a cinco días es suficiente, inclusive para el posterior establecimiento de la planta, aunque después del establecido ocurra una sequía o veranillo de 40 a 60 días que es normal en la cuenca del Titicaca; para lo cual ésta quenopodiácea tiene capacidades fisiológicas adaptados, como la presencia de papilas higroscópicas en la superficie de las hojas y buen desarrollo radicular para tolerar estas condiciones.

**Altitud.-** En Perú crece desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm. con un rango mayor que otros países debido a las numerosas variedades que poseemos, en comparación con otros países de la región donde se desarrolla principalmente entre los 2,500 y 4,000 metros de altitud.

**Bajas temperaturas.-** Tolera una amplia variedad de climas. La planta no se ve afectada por climas fríos (-1° C), excepto durante el florecimiento. Las

flores de la planta son sensibles al frío, por eso las heladas de media estación que ocurren en los Andes pueden destruir el cultivo. Es recomendable proteger los cultivos en invernaderos, para una mayor producción.

**Altas temperaturas.-** La planta tolera más de 35° C, pero no prospera, no desarrolla granos.

**Tipo de suelo.-** Puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varía de 4.5 a 9.0; tolera la infertilidad, una salinidad moderada y un bajo nivel de saturación.

### **1.9.7 INSTALACION DEL CULTIVO**

**a. Preparación del suelo.-** La preparación apropiada del suelo es trascendental para la buena germinación de la semilla, ya que el tamaño de la semilla es exigente o requiere de un mullido fino, por tanto; se justifica la siembra después de la cosecha de papa, para evitar pérdida de humedad en el suelo y conservarlo hasta la época de siembra o hasta después de esta para el establecimiento del cultivo; esta operación también sirve para que los rastrojos de la papa se descompongan y/o las semillas de las malezas que quedan después de la papa, germine antes de la siembra y durante el proceso de siembra pueda eliminarse con la remoción del suelo.

#### **b. La siembra**

**b.1 Densidad de siembra.-** El requerimiento, de semilla por hectárea es de 15 a 25 kg. en el sistema al voleo y de 8 a 12 kg. por hectárea en el sistema

semilla a chorro continuo y luego se fragmenta los terrones para efectuar un ligero tapado. Esta siembra da una mejor distribución de las plantas en el campo y permite realizar labores culturales con mayor facilidad, como el deshierbo y aporque del cultivo.

**En surco.-** Es la tercera forma de la siembra de quinua, pero es muy similar al anterior, con la diferencia de que los surcos son más anchos y oscilan alrededor de 70 cm. La ventaja de estos surcos es que se logra mejor aireación del suelo en épocas de estiaje, muy común en los primeros estados fenológicos de la planta para evitar el desecamiento, como también en suelos con problemas de drenaje o de anegamiento.

**En melgas.-** Es la siembra intermedia entre el voleo y en surcos; se practica en terrenos con deficiencia en sistema de drenaje o con problemas de inundación, siendo que la quinua es muy susceptible a menor grado de incremento de la humedad del suelo superior al requerimiento del cultivo. La siembra se realiza al igual que en la siembra al voleo, cuando se tiene antecedentes del terreno, inmediatamente después de la siembra se apertura surcos distanciados de 4 a 5 metros en todo el terreno, dependiendo de la deficiencia de drenaje y de la desuniformidad de la nivelación del suelo.

**b.4 Abonamiento.-** Se efectúa de acuerdo a las condiciones del suelo y a las características que presentan las plantas, sin embargo; tener en cuenta que la quinua es una planta exigente en cal, potasio, ácido fosfórico y magnesio. La carencia de nitrógeno produce plantas pequeñas, débiles y cloróticas, la carencia de fósforo produce plantas pequeñas y las hojas

presentan áreas necróticas en los bordes, esta deficiencia es corregida mediante aplicaciones de guano de islas de baja ley. La dosis de fertilizante recomendable responde a la fórmula 80-40-00, el fertilizante nitrogenado se aplica en dos partes, la primera a la siembra junto con todo el fósforo y la segunda al primer desyerbo que ocurre cuando las plantas tienen 20 cm. de altura y más o menos a los 45 a 50 días después de la siembra.

#### **b.5 Labores de cultivo**

**Deshierbo.-** En los primeros estados fenológicas los campos de cultivo de quinua son invadidos rápidamente por las malezas. En los campos de cultivo especializado para la producción de agrícola (quinua) la labor de deshierbo se puede convertir crítico para la producción, inclusive puede llegar a eliminar por ahogamiento o asfixia a las plántulas de quinua en los primeros estados fenológicos del cultivo, por tanto; mientras más temprano se efectúe la labor de deshierbo será más provechoso para reducir a un nivel mínimo la competencia por sustancias nutritivas y agua; siendo recomendable realizar la misma hasta antes del inicio de panojamiento.

**Depuración.-** Esta labor consiste en eliminar plantas de quinua que no reúnen características varietales del cultivo que comprende generalmente:

- plantas enfermas y débiles de la misma variedad
- plantas de quinua cultivadas ajenas a la variedad y
- quinuas silvestres (Ajaras).

En el cultivo de quinua, por su naturaleza reproductiva, es muy difícil conservar la pureza varietal en forma natural, siempre se producirá cruzamientos espontáneos con una frecuencia muy considerable; por este

comportamiento los campos de cultivo de quinua se presentarán las siguientes condiciones varietales: compuestos y variedades casi uniformes. Afortunadamente, en poblaciones de quinua en estados fenológicos tempranos, la pigmentación en las hojas y tallo son los mejores indicadores para eliminar plantas fuera de tipo, aunque en algunos caracteres como en el tipo de inflorescencia tendrá que esperarse hasta la definición de la panoja y cosecha para otros caracteres.

**Raleo.-** Es una operación complementaria a la depuración, consiste en la eliminación de plantas para ajustar el número de plantas por área y por surco (densidad de población). La eliminación de las plantas son de la variedad que se cultiva para lograr en todo caso un distanciamiento entre plantas 0.08 a 0.10 m. que significa 15 a 20 plantas por metro lineal con tendencia a mayor producción de grano.

**Aporque.-** Es preferible efectuar el aporque antes del estado fenológico de panojamiento, muchas veces simultáneamente con el deshierbo, debido a que estas variedades poseen un sistema radicular deficiente o un desbalance con la carga potencial de la parte aérea de la planta, en particular con la de panoja que va adquiriendo mayor peso a medida que alcanza la madurez fisiológica; elevando de esta manera la tasa de caída de las plantas (tumbado).

**Manejo de agua.-** La lámina de precipitación mínima requerida para producir quinua es de 300 - 500 mm. La planta de quinua soporta déficit severos y prolongados de humedad durante las diferentes etapas de su crecimiento y desarrollo; por lo que actualmente en muchos lugares de la zona andina se obtienen rendimientos de hasta 1500 Kg/ha, con sólo 190

yute o de polipropileno, en almacenes secos, ventilados y fuera del alcance de ratones.

### **1.9.8 USOS DE LA QUINUA**

#### **a. En la alimentación humana**

- Las semillas (granos) se utilizan previa eliminación del contenido amargo, en forma de ensaladas, entradas, guisos, sopas, postres, bebidas, pan, galletas, tortas, pudiendo prepararse en más de 100 formas diferentes.
- Las semillas germinadas son también un alimento exquisito y muy nutritivo, sobre todo para aquellas personas vegetarianas.
- Las hojas y plántulas tiernas, con ellas se prepara: ensalada especial de quinua, ensalada mixta, ensalada de papas con hojas de quinua, ensalada jardinera de quinua, ají de hojas tiernas de quinua, crema de hojas de quinua.
- Las inflorescencias tiernas completas hasta la fase fenológica de grano lechoso, en reemplazo de hortalizas de inflorescencia como el brócoli y coliflor, etc. Preparándose los muy conocidos capeada de Huauzontle en el valle de México
- Últimamente, se está utilizando como ingrediente para los desayunos, así como hojuelas en reemplazo de las hojuelas de trigo (Mujica, 1993).

#### **b. En la alimentación animal**

- La planta completa al estado fresco hasta inicio de floración como forraje verde para los animales, pudiendo ensilar y elaborar pellets de la planta completa, las partes de la planta que quedan después de la cosecha,

finamente picada o molida para elaborar concentrados y suplementos alimenticios, principalmente perigonios y broza fina.

- Los granos (semillas) hervidas para la crianza de pollos, patos, pavos y codornices; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumenta considerablemente la producción láctea.

#### **c. Medicinal**

- Las semillas, hojas, tallos, ceniza y saponina se utilizan para curar las dolencias como: abscesos al hígado, afecciones hepáticas, analgésico dental, anginas, cataplasmas, calmante y desinflamante, catarro de vías urinarias, cáustico para las heridas y llagas, cicatrizante, contusiones y conmociones, diurético, galactóforo, control de hemorragias internas, luxaciones, repelente de insectos, resolutivo, saburras estomacales, supuraciones internas, vermífugo y vomitivo.

#### **d. Industrial**

- Se puede extraer alcohol industrial, productos para concentrar la cocaína de la coca, saponina, quinoína, ácido quinito, cartón a partir de la celulosa, almidón de buena calidad, harina, aceite etc.

#### **e. Control de plagas**

- Las plantas amargas con alto contenido de saponina, de granos negros y colores oscuros no son atacados por los insectos y en la generalidad de los casos, las raíces actúan como plantas trampa de nematodos que atacan principalmente a los tubérculos (Papa, oca, olluco); por ello la costumbre de cosechar la quinua extrayendo la raíz y toda la planta para luego utilizar como combustible, tanto el tocón como la raíz donde van adheridos los nematodos formando nudosidades a manera de rosarios.

Las cenizas de los tallos aplicados sobre la piel actúan como repelente contra mosquitos, la aplicación del agua amarga, producto del hervido de granos amargos se usa como vermífugo y para el control de parásitos gastrointestinales, contra garrapatas y ácaros en cuyes.

#### **f. Otros usos**

- Como combustible, los tallos secos se usan como combustible en zonas de escasa vegetación; así mismo en algunos valles interandinos y valles de México como tutor en siembras de frijol trepador o voluble.
- Mal de altura, las semillas de quinua se usa con eficiencia para controlar el mal de altura en pollos BB, pavos y patos, que generalmente son llevados de la costa; del mismo modo las semillas germinadas para el control del mal de altura en el ganado vacuno, disminuyendo el edema que se presenta en la generalidad de los casos.
- Se da de ofrenda a los muertos y a la pachamama.
- Ornamental, las plantas de quinua por sus colores vistosos, formas de inflorescencia, se utiliza como planta ornamental en jardines y parques; especialmente aquellas que presentan dos colores de inflorescencia, denominadas misa quinuas, también las panojas glomeruladas secas y grandes para colocar en los floreros, puesto que tiene una gran duración sin que se desprendan sus granos.

### **1.10 TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE CULTIVADORAS Y APORCADORAS**

La presente cultivadora sembradora se asemeja al diseño planteado en el presente trabajo de investigación; Posee variadas configuraciones de

trabajo y la posibilidad de agregarle accesorios tales como arcos de vibro cultivador, rejas pie de pato, estrellas cultivadoras y distintos tipos de rejas surcadoras. Los cuerpos con movimiento poseen paralelogramo deformable con bolilleros blindados que le asegura una larga vida útil. ([http://www.elpatomaquinarias.com.ar/maq\\_horticultura.php#](http://www.elpatomaquinarias.com.ar/maq_horticultura.php#)).

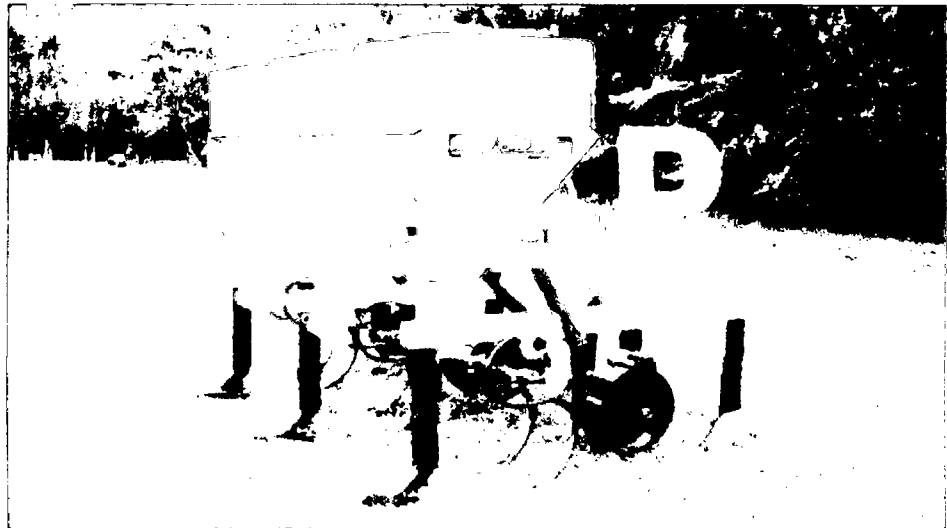


Fig. 20 Cultivadora sembradora el Pato

## **1.11 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO EN INGENIERIA**

### **1.11.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

Es importante en cualquier actividad constructiva de diseño de máquinas agrícolas dar una definición clara de los objetivos para así tener una meta hacia la cual dirigir todos los esfuerzos. La identificación de la necesidad de un diseño se puede basar en datos de varios tipos: estadísticas, entrevistas, datos históricos, observaciones personales, datos experimentales o proyecciones de conceptos actuales. Definir es establecer los límites; es delimitar el problema y el alcance de la solución que está buscándose. Definir un problema es la parte más complicada en el proceso de diseño; una equivocación a esta altura representa un enorme error al

final. Esto se puede lograr de la siguiente manera: Comprensión del problema, efectuar entrevistas, informes, recopilación de datos, realizar encuestas, efectuar mediciones, analizar los datos, comprobar hipótesis, establecer relaciones causa-efecto; formulación del problema: sintetizar de la mejor forma todo lo hallado. En el presente trabajo el problema identificado es la necesidad de diseñar una máquina cultivadora multiuso para realizar el deshierbo y aporque en el cultivo de la quinua.

### **1.11.2 IDEAS PRELIMINARES**

Una vez que se ha definido y establecido el problema en forma clara, es necesario recopilar ideas preliminares a partir de las cuales se pueden asimilar los conceptos del diseño. Esta es probablemente la parte más creativa en el proceso de diseño. Puesto que en la etapa de identificación del problema solamente se han establecido limitaciones generales, el diseñador puede dejar que su imaginación considere libremente cualquier idea que se le ocurra. Estas ideas no deben evaluarse en cuanto a factibilidad, puesto que se las trata con la esperanza de que una actitud positiva estimule otras ideas asociadas como una reacción en cadena. El medio más útil para el desarrollo de ideas preliminares es el dibujo a mano alzada; en ella se bosqueja los diferentes diseños que podrían plantearse como una alternativa de solución al problema.

### **1.11.3 PERFECCIONAMIENTO DEL PROBLEMA**

La etapa de perfeccionamiento es el primer paso en la evaluación de las ideas preliminares y se concentra bastante en el análisis de las

limitaciones. Todos los esquemas, bosquejos y notas se revisan, combinan y perfeccionan con el fin de obtener varias soluciones razonables al problema. Deben tenerse en cuenta las limitaciones y restricciones impuestas sobre el diseño final. Los bosquejos son más útiles cuando se dibujan a escala, pues a partir de ello se pueden determinar tamaños relativos y tolerancias mediante la aplicación de geometría descriptiva y dibujos analíticos, se pueden encontrar longitudes, pesos, ángulos y formas. Estas características físicas deben determinarse en las etapas preliminares del diseño, puesto que pueden afectar al diseño final.

#### **1.11.4 ANALISIS**

El análisis es la parte del proceso de diseño que mejor se comprende en el sentido general. El análisis implica el repaso y evaluación de un diseño, en cuanto se refiere a factores humanos, apariencia comercial, resistencia, operación, cantidades físicas y economía dirigidos a satisfacer requisitos del diseño. Gran parte del entrenamiento formal del ingeniero se concentra en estas áreas de estudio. A cada una de las soluciones generadas se le aplica diversos tamices para confirmar si cumplen las restricciones impuestas a la solución, así como otros criterios de solución. Aquellas que no pasan estos controles son rechazadas y solamente se dejan las que de alguna manera podrían llegar a ser soluciones viables al problema planteado.

#### **1.11.5 DECISION**

La decisión es la etapa del proceso de diseño en la cual el proyecto debe aceptarse o rechazarse, en todo o en parte. Es posible desarrollar,

perfeccionar y analizar varias ideas y cada una puede ofrecer ventajas sobre las otras, pero ningún proyecto es ampliamente superior a los demás. La decisión acerca de cual diseño será el óptimo para una necesidad específica debe determinarse mediante experiencia técnica e información real. Siempre existe el riesgo de error en cualquier decisión, pero un diseño bien elaborado estudia el problema a tal profundidad que minimiza la posibilidad de pasar por alto una consideración importante, como ocurriría en una solución improvisada.

#### **1.11.6 REALIZACION**

El último paso del diseñador consiste en preparar y supervisar los planos y especificaciones finales con los cuales se va a construir el diseño. En algunos casos, el diseñador también supervisa e inspecciona la realización de su diseño. Al presentar su diseño para realización, debe tener en cuenta los detalles de fabricación, métodos de ensamblaje, materiales utilizados y otras especificaciones. Durante esta etapa, el diseñador puede hacer modificaciones de poca importancia que mejoren el diseño; sin embargo, estos cambios deben ser insignificantes, a menos que aparezca un concepto enteramente nuevo. En este caso, el proceso de diseño debe retornar a sus etapas iniciales para que el nuevo concepto sea desarrollado, aprobado y presentado

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1 LUGAR DE EJECUCION**

El presente trabajo experimental de siembra y prueba de campo de la cultivadora multiuso se condujo en el Centro Experimental de Canaán y Pampa del Arco – UNSCH, ubicado en la Provincia de Huamanga, región Ayacucho, a 2,750 msnm. a 2 km. de la ciudad de Huamanga.

#### **2.2 CARACTERISTICAS DE LA ZONA**

**a. Centro Experimental Pampa del Arco,** es un terreno de textura franco arenosa con una profundidad promedio de 25 cm. de capa arable del suelo, con falta de disponibilidad de agua para riego por tal razón se cultiva en épocas de lluvia. Se eligió dicho lugar, porque representa las zonas de cultivo de región semiárida de nuestra región.

**b. El Centro Experimental de Canaán,** tiene un suelo franco arcilloso con profundidad de capa arable de 30 cm. es adecuado para diversos cultivos como la quinua, maíz y hortalizas; cuenta con agua de riego permanente, en la cual se realizaron las pruebas de campo de la cultivadora multiuso.

## **2.3 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CULTIVADORA MULTIUSO**

### **2.3.1 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS**

#### **a. Materiales**

- Barras de acero
- Planchas de acero
- Muelles de fierro
- Pernos y tuercas
- Abrazaderas
- Pintura anticorrosiva
- Lija de fierro
- Electrodo

#### **b. Equipos y herramientas**

- Tornillo de banco
- Soldadura eléctrica
- Soldadura oxiacetileno
- Sierra metálica
- Esmeril eléctrico
- Regla y escuadra.
- Prensa manual, etc.

## **2.4 EVALUACION TECNICA EN CAMPO**

Las pruebas de campo del presente trabajo de investigación se ejecutaron en el Centro experimental de Pampa del Arco, donde se condujo pruebas en terreno libre sin cultivo simulando surcos haciendo trazado con yeso en el suelo para uniformizar las herramientas de la cultivadora; y en el Centro Experimental de Canaán se instaló la parcela experimental de 1,512 m<sup>2</sup> con cultivo de quinua siembra en surcos a chorro continuo con un distanciamiento de 90 cm. entre surcos con alineamiento adecuado para la mecanización y otra parcela utilizada de testigo con una extensión de 1,000 m<sup>2</sup> con manejo agronómico manual. En estas parcelas se estudiaron los parámetros propuestos.

La siembra de quinua para las pruebas respectivas se efectuaron en el centro experimental de Canaán y con la variedad de quinua “Blanca de Junín” de alta productividad de grano; siendo la fecha de siembra el 03 de setiembre del 2009, la escarda se realizó el 05 de octubre del mismo año y la labor de aporque se ejecutó el 23 de octubre del 2009 en ambos tratamientos.

## **2.5 PROCESO DE CONSTRUCCION DE LA CULTIVADORA**

El proceso de fabricación, también denominado procedimiento de construcción, manufactura o producción, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de materiales primas en este caso materiales de acero. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, dureza, la resistencia, ductilidad, maleabilidad, etc. Puede denominarse proceso de construcción tanto al

conjunto de operaciones mecánicas utilizando diferentes máquinas, herramientas (Cizalla, soldadura eléctrica, esmeril, sierra mecánica; etc.) En la construcción de la cultivadora multiuso se utilizaron diferentes procedimientos propios de taller mecánica.

## **2.6 MATERIALES E INSUMOS PARA EL CULTIVO**

- Semilla (variedad Blanca de Junin)
- Desinfección de semilla con Vitavax
- Abonamiento ( siembra 50-80-100 de NPK, aporque 50-0-0 de NPK)
- Siembra a chorro continuo en forma manual
- Herramientas (azadon, pico, wincha, Muestreador m<sup>2</sup> , cordel)estacas)
- Ramas de eucalipto para tapar la semilla
- Maquinaria agrícola ( Disco, rastra, y surcadora)

## **2.7 VARIABLES A EVALUAR**

- Rendimiento y eficiencia de la cultivadora multiuso
- La efectividad del control de malezas y el aporque oportuno en el cultivo de la quinua, antes y después del uso de la cultivadora
- El tiempo de la labor manual y mecanizada por unidad de superficie

## **2.8 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

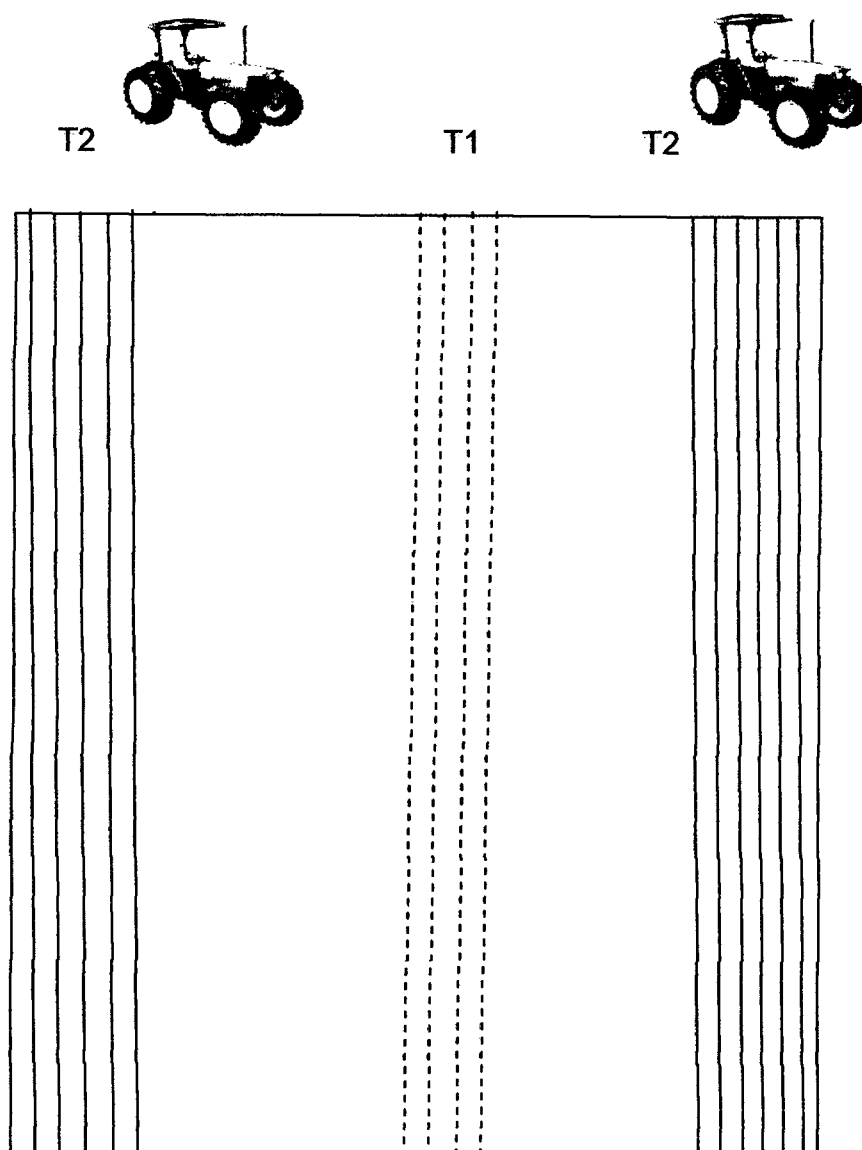
T1: Parcela de quinua manejadas en forma manual en el control de malezas y aporque.

T2: Parcelas de quinua manejadas el control de malezas y aporque con la cultivadora multiuso.

## 2.9 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El manejo experimental del trabajo consistió en la evaluación de las malezas en sub muestras, peso de biomasa de maleza por m<sup>2</sup>, peso de la quinua por metro lineal, esta característica se ha evaluado a los 32 días después de la siembra comparativamente con el manejo manual, esta diferencia será evaluada utilizando las medidas estadística descriptivas.

### 2.9.1 CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



## **2.9.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL**

|  |                    |
|--|--------------------|
| Largo de parcela                             | : 80.0 m.          |
| Ancho del parcela                            | : 19.0 m.          |
| Número de surcos en evaluación (cultivadora) | : 15.0 surcos      |
| Numero de surcos en evaluación (manual)      | :10 surcos         |
| Número de surcos de efecto de borde          | : 6.0 surcos       |
| Maniobrabilidad del tractor                  | : 2.0 m.           |
| Distancia entre surco                        | : 0.90 m.          |
| Siembra                                      | : Chorro continuo. |

### **➤ Variables independientes**

- Diseño de la cultivadora acoplado a la tracción mecánica
- Materiales de construcción elegidos
- Procedimiento constructivo adoptado
- Evaluación cuantitativa de malezas en ambos tratamientos.

### **➤ Variables dependientes**

- Rendimiento del trabajo de la cultivadora, horas maquina/ ha.
- Costo de la cultivadora multiuso en el proceso constructivo
- Efectividad en el control de malezas y la rentabilidad.

## **2.10 PARAMETROS DE EVALUACION**

### **2.10.1 DEL CULTIVO Y MALEZA**

#### **Peso de biomasa de maleza por m<sup>2</sup> y del cultivo (Antes de la escarda)**

a. Se evaluó el peso de la biomasa de malezas por m<sup>2</sup>, peso de la quinua por metro lineal al momento de la escarda a los (32 dds.) llegando a comparar los pesos estableciéndose una relación de regresión.

**b.** A los 40 días se efectuó un deshierbo de las malezas presentes entre las plantas en el tratamiento donde se utilizó la maquinaria, esta labor se aprovechando para el desahije del cultivo de la quinua.

**c.** A los 50 dds. se realizó el aporque utilizando la cultivadora multiuso y también la labor de aporque manual.

**d.** Se midió la vigorosidad de la planta mediante la altura de la planta a los 60 dds. que correspondió a la evaluación a los 10 días después del aporque en los dos tratamientos

## **2.10.2 DE LA CULTIVADORA Y LA LABOR MANUAL**

**a. Tiempo operativo / efectivo.-** Se calculó el tiempo expresado por unidad de hectárea tanto con el uso de la cultivadora, como de la mano de obra.

**b. Costos incurridos.-** Se evaluaron los costos incurridos con la utilización de la cultivadora frente a la utilización de mano de obra en labores de deshierbo y aporque del cultivo de quinua.

**Costo horario del implemento agrícola.-** Se determinó el costo horario del implemento agrícola que permita a un prestador de servicios de maquinaria agrícola generar ingresos adicionales.

**Desmalezado.-** Se registraron el número de escardas frente al número de deshierbo manual necesarios para el control de las malezas.

## **2.11 ANALISIS DE DATOS ESTADISTICOS**

Después de evaluar los datos de campo sobre la efectividad del cultivador, se efectuarán los cálculos respectivos y su análisis estadísticos en comparación con el testigo (Deshierbo en forma manual)

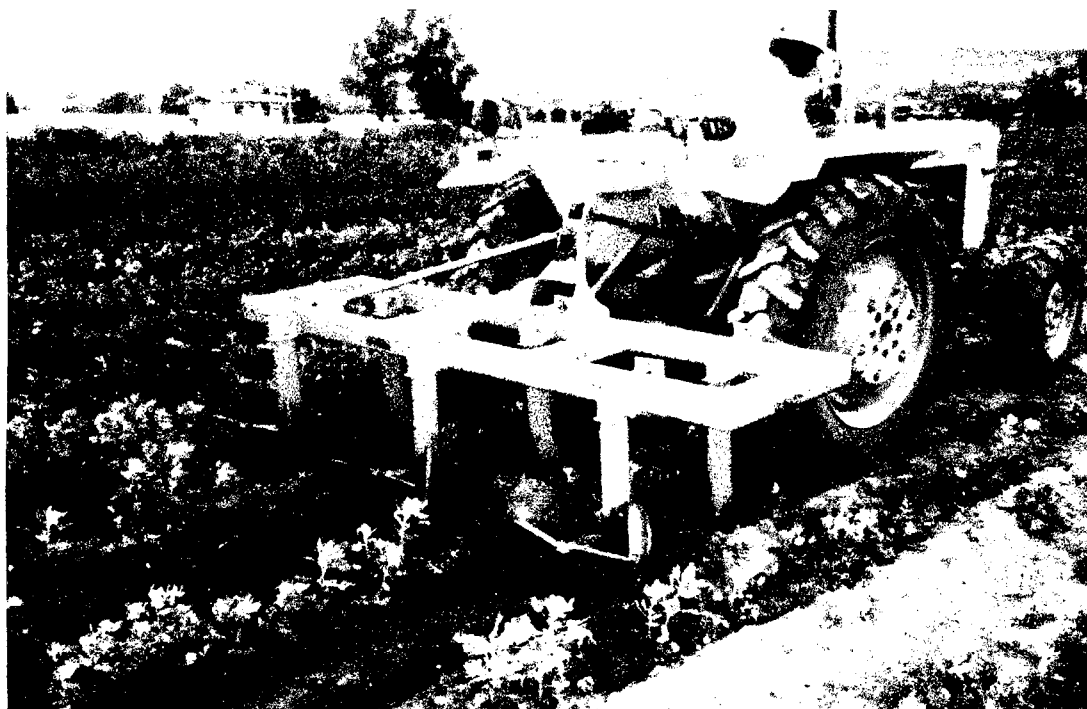
## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CULTIVADORA MULTIUSO**

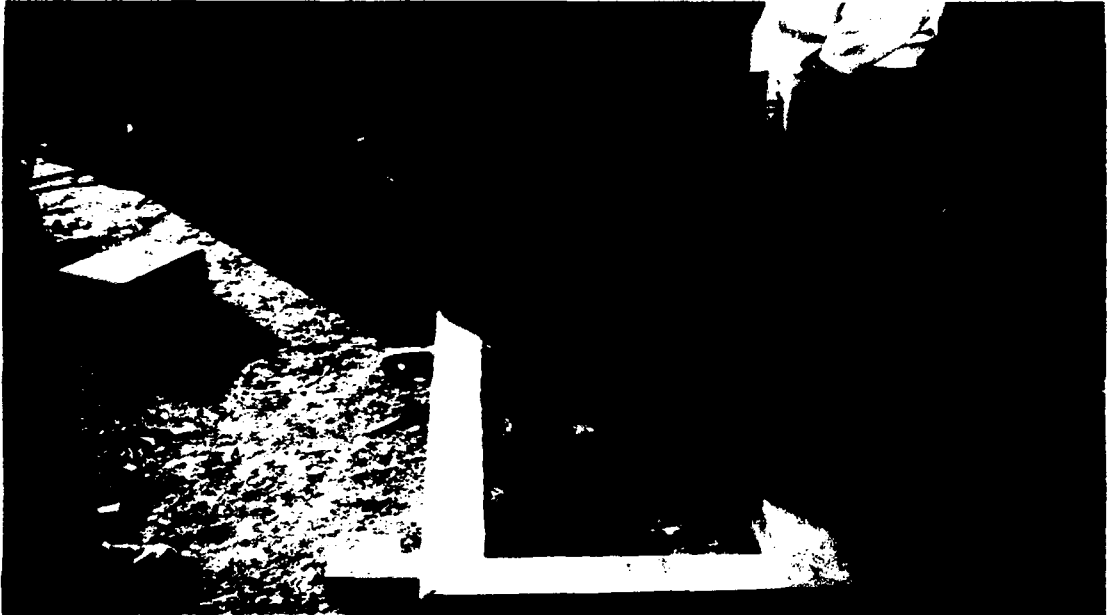
En una primera observación general las cultivadoras empleados para labores culturales en el cultivo de la quinua tiene la particularidad de realizar la eliminación de las malas hierbas (escarda) y el aporque al pie de la planta para sostener del tumbado y facilitar las operaciones del abonado y del riego. Para tal fin la parte operativa de la máquina cultivadora se ha perfeccionado luego de varias pruebas de campo sin cultivo y con cultivo; que finalmente realiza la operación de deshierbo y aporque con la eficiencia y eficacia esperada. El modelo se ha concebido sobre un chasis rectangular con dos hileras de barra portaherramienta; en la primera hilera irán las 3 escarificadores igualmente espaciadas para romper el suelo en la línea por donde pasará la surcadora y en la segunda hilera las 3 surcadoras aporcadoras también equitativamente espaciadas según el ancho de los surcos. El enganche en tres puntos para acoplar al tractor es de TIPO II que

se enganchan a los brazos laterales mediante un pasador y al brazo central superior de una forma convencional de todo implemento agrícola.



**Foto 21 Escarda de malezas en el cultivo de quinua a los 32 dds. Canaán 2750 msnm.**

El cultivador multiuso está compuesto por un bastidor o chasis de perfil de sección rectangular con dos barras de 1.80 m. de longitud y cuatro travesaños de 0.6 m. de longitud. En la parte delantera se tiene el enganche de tres puntos regulable a control hidráulico de categoría II, posee los dispositivos que permiten dicho montaje y su posterior regulación según el trabajo que desarrolle. El enganche para el brazo central superior está soportado por dos perfiles rectangulares y reforzados por la parte posterior mediante dos tubos de acero de 2" de diámetro y para el enganche de los dos brazos laterales inferiores se tiene unas orejas con orificio para acoplar los pines de los brazos.



**Foto 22 Bastidor rectangular de la surcadora y el sistema de enganche en tres puntos.**

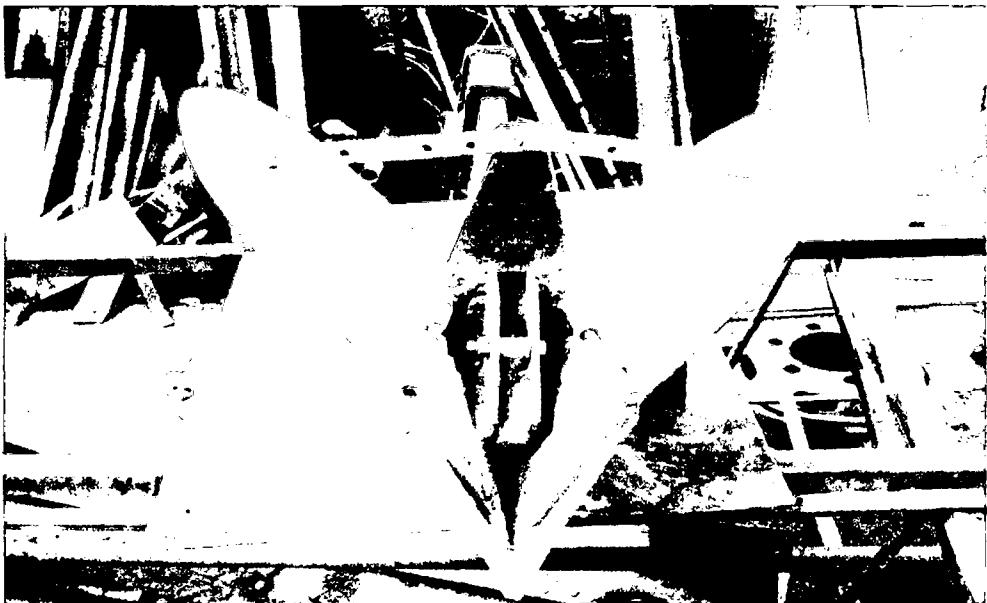
Los cuerpos de las surcadoras se acoplan al brazo portaherramientas mediante una unión fija de soldadura y en la parte superior esta barra tiene una abrazadera con topes de plancha de acero soldado a dos pernos de 2" de diámetro el mismo que se acoplará como una unión desmontable a la barra transversal posterior del chasis o bastidor.



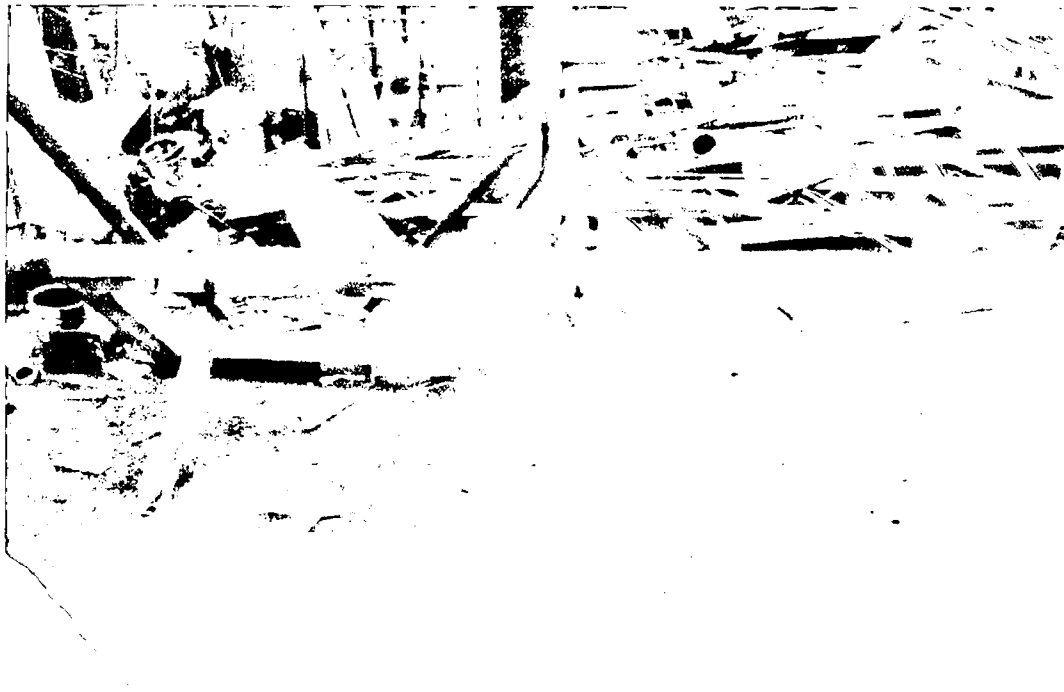
**Foto 23 Reja, Surcadora, brazo portaherramientas y abrazadera para acoplamiento al chasis.**

Con respecto a los cuerpos, se puede observar que cada uno de ellos se compone por un sistema de acoplamiento con la abrazadera deslizante, que permitirá regular su posición vertical de cada cuerpo en forma independiente y le permiten movimientos verticales. Esto facilita su adaptación a las irregularidades del terreno. Del mismo modo la abrazadera permite los desplazamientos laterales para adecuarse al ancho de surco del cultivo a aporcar.

La surcadora está constituido por dos rejas trapezoidales que confluyen en la punta del surcador y en la parte superior se tiene un par de vertederas fijas para abrir el surco; hacia la parte posterior mediante una bisagra se acoplan un par de vertederas regulables que se abren y cierran según el volumen de suelo que se quiere voltear en el aporque. Para tal fin se tienen dos platinas con cinco orificios unidos por un pasador; que está soldado por el otro extremo a la cara posterior de las vertedera y es el encargado de regular la posición de las vertedera para una mayor o menor remoción de la masa de suelo en el aporque.



**Foto 24 Aletas ó vertedera regulable visto por la parte posterior.**



**Foto 25 Chasis acoplado a la barra portaherramientas a través de las abrazaderas.**

En la parte anterior del bastidor se tendrá tres cuerpos en este caso en vez de llevar la surcadora, la parte operativa es reemplazado por escarificadores con la finalidad de romper el suelo antes que pase la surcadora; de este modo facilitará la labor eficiente de la aporcadora.

Los cuerpos pueden desplazarse lateralmente sobre el bastidor o barra porta-herramientas, para adaptarse a distintos espacios entre líneas. Sobre cada paralelogramo se puede ubicar un resorte que es quien realiza la presión necesaria para un efectivo trabajo (resorte de presión) en el presente trabajo ya no se ha incluido este dispositivo.



**Foto 26 cultivadora ensamblado con todos sus componentes.**

Finalmente se tiene la cultivadora multiuso en la primera prueba de campo realizando aporque en el cultivo de maíz; se puede observar los tres cuerpos del escarificador va delante de los tres cuerpos del aporcador.



**Foto 27 Aporque del maíz en una prueba de simulación del aporcador. Canaán 2750 msnm.**

## **3.2 EVALUACION TECNICA DE LA CULTIVADOR**

### **3.2.1 EVALUACION CUALITATIVA DE LA LABOR REALIZADA**

La cultivadora presenta un bastidor rectangular, en la primera fila se acoplan escarificadores y en la segunda fila los aporcadores que con ello realiza el aporque en el cultivo de quinua, el trabajo se mejoró luego de varias modificaciones primero en la disposición de las rejas del aporcador que permitan romper el surco a profundidad; luego se adicionó platinas que permite que las vertederas sean regulables en el ancho de trabajo para obtener una buena remoción del suelo en el aporque; también se modificó la ubicación de los puntos de enganche en tres puntos para regular la inclinación vertical de las partes operativas de la cultivadora.



**Foto 28 Aporque en el cultivo de la quinua.**

Luego de estas tres modificaciones fundamentales se llevó a cabo las pruebas de campo con el cultivo de quinua instalado en el Centro Experimental de Canaán; los resultados de la calidad de aporque y la

eliminación de las malezas fueron óptimas según se pueden observar en las Fotos N°.28 y 29



Foto 29 Otra vista del aporque en el cultivo de la quinua.

### 3.2.2 EVALUACION CUANTITATIVA DE LA LABOR REALIZADA

El aporque se realizó en un campo de cultivo de quinua donde el espaciamiento entre surcos fue de 0.90 m. de modo que la cultivadora multiuso al tener tres cuerpos, en una pasada de la maquina estaría cubriendo un ancho de trabajo de 2.7 m. de ida y de regreso abarca un ancho de trabajo de 1.8 m debido a que se utiliza de guía un surco. Se ha calculado el tiempo de recorrido de la maquina en un 75 m de distancia en 56.4 seg. y con esto se calcula la velocidad promedio de trabajo.

$$V = d / t = 75 \text{ m} / 56.4 \text{ seg} = 1.33 \text{ m} / \text{seg.}$$

**d** = Distancia recorrida

**t** = Tiempo utilizado para el recorrido

**V** = Velocidad de marcha de la máquina sembradora.

La capacidad teórica de campo se calcula multiplicando los datos de velocidad promedio de trabajo por el ancho total de trabajo:

$$CTC = V \cdot A$$

$$CTC = 1.33 \text{ m/seg} \cdot 1.8 \text{ m.}$$

$$CTC = 0.86 \text{ Has/hr.}$$

Teniéndose en consideración que las pérdidas de tiempo cuando el tractor da vuelta en la cabecera de chacra en cada recorrido que en el presente caso fue como promedio de 19 seg. La eficiencia de campo se calcula con la siguiente relación matemática:

$$E = \frac{Tr}{Tr + Tp} = \frac{56.4 \text{ seg}}{56.4\text{seg} + 19\text{seg}} = 0.748$$

Donde:

Tr = Tiempo recorrido durante el aporque (75m.)

Tp = Tiempo perdido en la vuelta de cabecera de parcela

E = Eficiencia de campo.

La capacidad efectiva de campo se obtiene multiplicando Eficiencia de Campo por la Capacidad Teórica de Campo.

$$CEC = CTC \cdot E = 0.86 \text{ Has/hora} \cdot 0.748$$

$$CEC = 0.643 \text{ Has/Hora}$$

Finalmente el tiempo operativo requerido para realizar la labor de aporque en una hectárea de cultivo de quinua es la inversa de la capacidad efectiva de campo.

$$T_o = 1 / CEC = 1 / 0.643 \text{ Has/hora}$$

$$T_o = 1.55 \text{ Horas/ha.}$$

### 3.3 EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO

#### 3.3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

**Cuadro 3.1 Aspectos Fenológicos del Cultivo de Quinua y las Labores Agronómicas. Canaán 2750 msnm 2009**

|                  |                       |                      |                                       |
|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Emergencia       | Seis hojas            | Ramificación         | Inicio de panojamiento                |
| 8-10 días        | 30- 40 días           | 45 - 50 días         | 55 - 60 días                          |
| Labor<br>(Riego) | Escarda<br>( 32 dds.) | Aporque<br>(50 dds.) | Evaluación<br>(altura planta 60 dds.) |

La etapa de la emergencia es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las dos hojas cotiledonales, observándose en el surco las plántulas en forma de hilera nítida, esta etapa ocurrió entre los 8-10 días después de la siembra

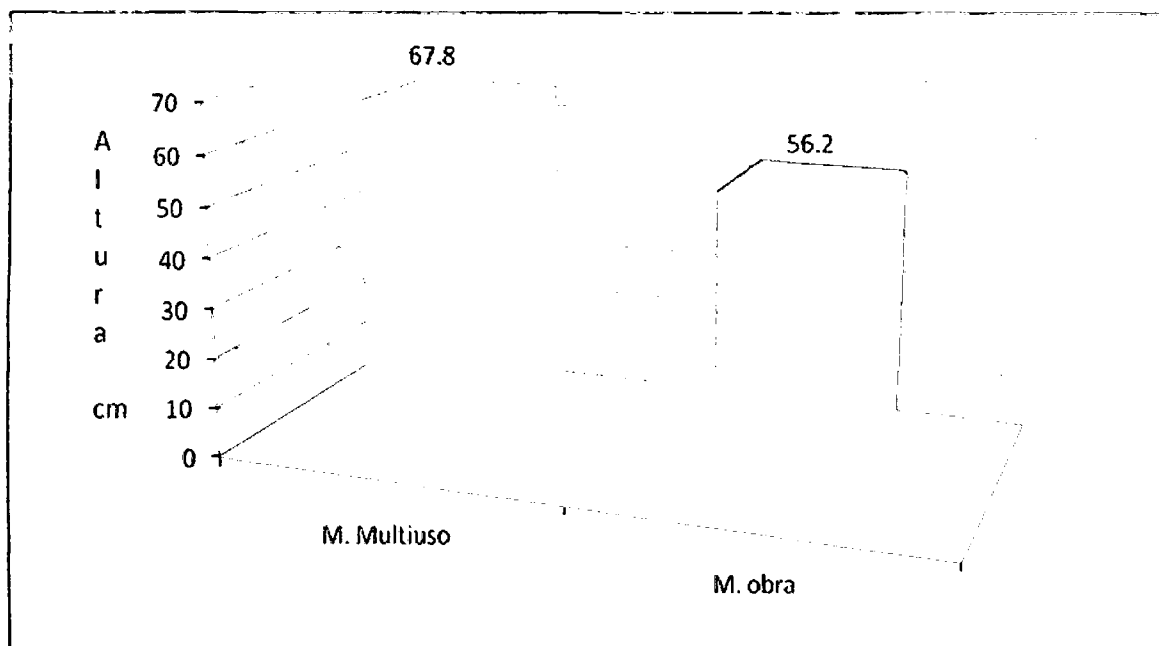
La fase de tres pares de hojas verdaderas extendidas. Es la etapa donde las hojas cotiledonales van desapareciendo tornándose de color amarillento. Esta fase ocurre entre los 30 - 40 días después de la siembra, en esta etapa se efectuó la escarda a los 32 días después de la siembra, es decir la primera eliminación de la maleza con maquinaria y en forma manual, básicamente del espacio entre surcos. No se observa respuesta a la precocidad por el efecto de los tratamientos.

La etapa de ramificación, se caracteriza debido a que se observa 8 hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen, también se nota presencia de inflorescencia protegida por hojas sin dejar al descubierto la panoja, esta fase ocurrió entre los 45 a 50 días después de la siembra. En esta fase se efectuó el aporque exactamente a los 50 días después de la siembra, aprovechándose también para la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno.

El panojamiento se inició en forma notoria a los 55 días después de la siembra. En esta fase no se observa diferencia entre las plantas en cuanto a la precocidad por efecto de los tratamientos, pero si se observa gran diferencia en la altura de la planta, los resultados se muestran en forma cuantitativa y comparativa en el Grafico 01

### 3.3.2 ALTURA DE PLANTA, PESO DE BIOMASA DE LA MALEZA Y PESO DEL CULTIVO

#### a. Altura de planta



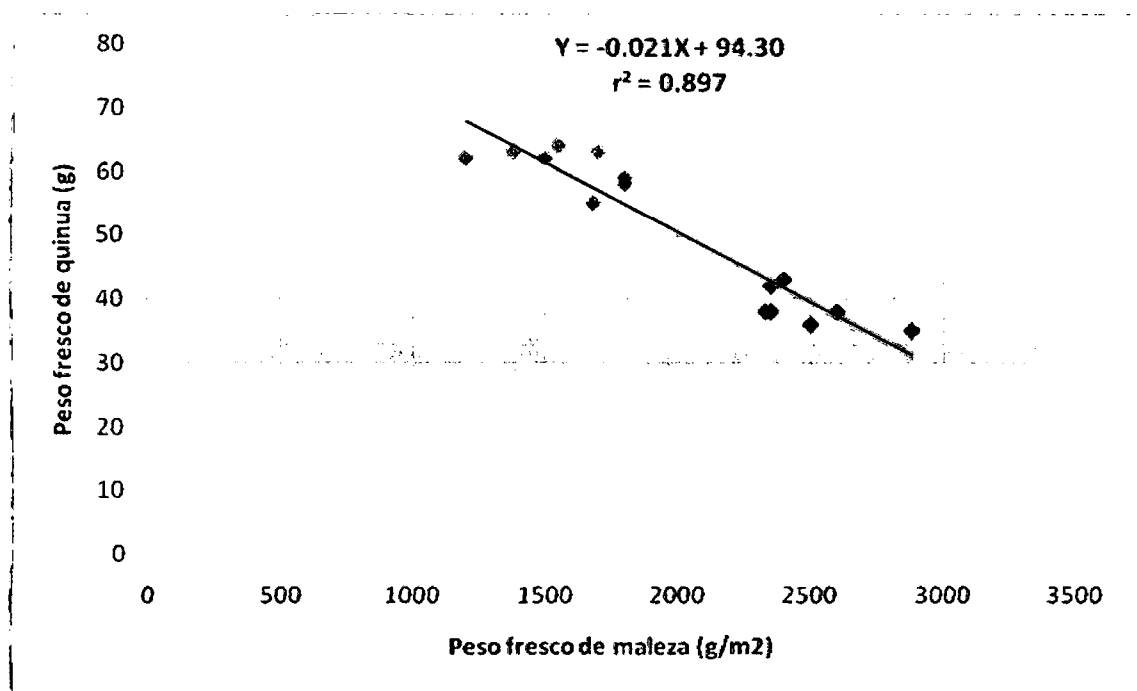
**Gráfico 3.1** Altura de Planta de Quinua a los 10 días después del aporque (60 dds) con la Cultivadora Multiuso y en forma manual. Canaan 2750 msnm 2009

El Gráfico 3.1 nos muestra que la altura de planta a los 10 días después del aporque, existe una respuesta con alta significación estadística ( $p > 0.01$ ) a favor del aporque mecanizado que en promedio logra una altura de 67.8 cm. frente al aporque en forma manual que solamente llega a una altura de 56.2 cm. Esta gran diferencia se debe básicamente a la profundidad y a la uniformidad del aporque que realiza la cultivadora.

Laura (1981 ) explica la gran importancia de la preparación del suelo para una siembra y aporque mecanizada, encontró diferencias significativas entre sistemas de preparación del terreno, hallándose un rendimiento en grano de 2,437.8 Kg/Há., broza con 2,709.2 Kg/Há. y Biomasa aérea total

altamente significativa de 5,147.2 Kg/Há. para el sistema mecanizado; y de 1,782.6 Kg/Há. de grano, con 2,232.2 Kg/Há. de broza y con 4,014.8 Kg/Há. de biomasa para el sistema tradicional. La siembra se realizó en surcos de 0.80 m. la siembra fue a surco corrido.

**b. Peso de biomasa de maleza y el cultivo**

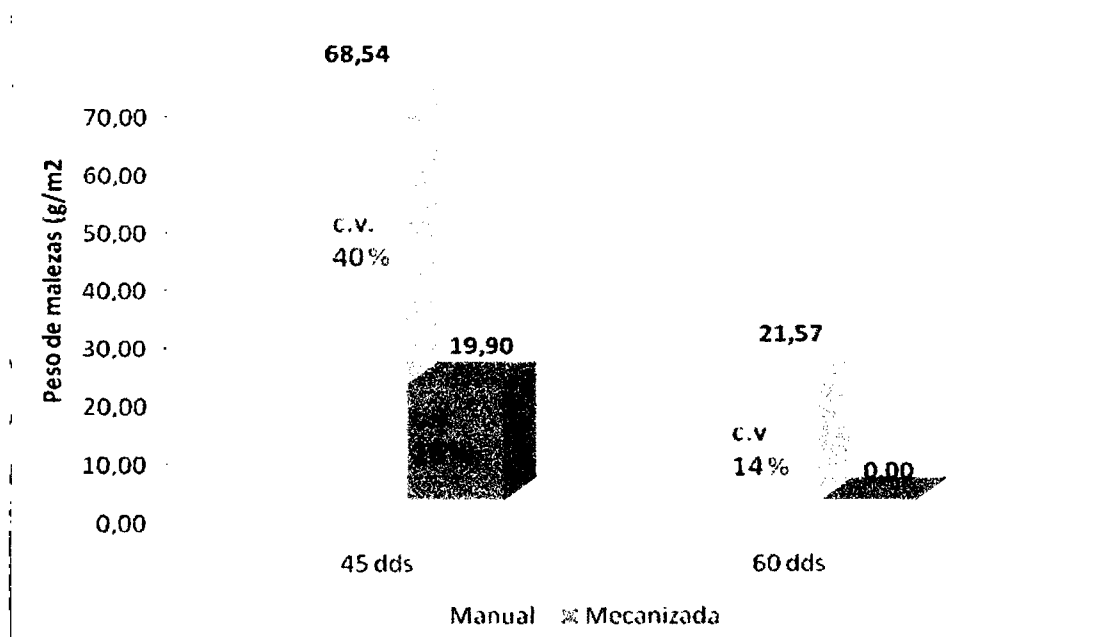


**Grafico 3.2 Relación del peso fresco de la maleza y la Quinua a los 32 dds. (Momento de la escarda). Canaán 2750 msnm 2009**

La tendencia del peso fresco de la maleza ( peso/ m<sup>2</sup> ) y el peso de la quinua se muestra en el Grafico 3.2, esto nos indica claramente que cuando se incrementa el peso de maleza, disminuye el peso fresco de la quinua debido básicamente al vigor, altura y desarrollo de la planta de quinua por acción alelopática de las malezas. Esta evaluación se efectuó al momento de la escarda, se puede notar también la gran variabilidad del peso de las malezas en este periodo, debido básicamente a la diversidad de especies de malezas.

Chávez (1978) determinó en la localidad de Puno la época crítica de competencia entre malezas y el cultivo de quinua, encontró a los 25 y 50 días después de la siembra. Por tanto la infestación de la maleza fuera de este período no afecta mayormente el rendimiento de quinua. La escarda de la maleza efectuada con máquina y en forma manual se ha realizado a los 32 días y el aporque a los 45 días que coinciden con la época crítica de competencia de maleza y quinua.

En las primeras etapas de crecimiento la quinua carece de fuerza suficiente para competir con la maleza y para evitar reducciones en el rendimiento, a medida que el cultivo toma altura va a cubrir con follaje los espacios donde aparecen las malezas y reduciendo la competencia por luz, agua y nutrientes. Cuando no se controlan las malezas se obtienen plantas de quinuas pequeñas, raquíticas y de bajos rendimientos (Mujica, 1983)



**Grafico 3.3 Evaluación del peso de maleza después de la escarda y del aporque 45 y 60 dds. En forma manual y mecanizada. Canaán 2750 msnm 2009**

El Grafico 3.3 nos muestra claramente que la limpieza de la maleza con maquinaria es más eficiente, la escarda con maquinaria deja en promedio después de 13 días de la escarda tan solo  $19.9 \text{ g/m}^2$  de maleza, en comparación con el tratamiento de la escarda en forma manual que deja en promedio  $68.54 \text{ g/m}^2$ . Las evaluaciones mencionadas se efectuaron a los 45 dds. Al evaluar después de los 10 días del aporque, el tratamiento con maquinaria se elimina casi la totalidad de malezas, pero se debe aclarar que las malezas que se encuentran entre las plantas se ha tenidos que eliminarlas en forma manual. La variación del peso de maleza con control manual es mayor con respecto al de la maquinaria con  $14 \%$  de coeficiente de variación y dejando malezas en un valor de  $21.57 \text{ g/m}^2$ . La eliminación de las malezas por la escarda y el aporque en forma manual no es completa debido a que se dejan de eliminar las malezas pequeñas y el control de la superficie de laboreo no presenta una uniformidad, esta demostrado por el alto coeficiente de variación.

El número de deshierbo depende de la incidencia y tipo de malezas presentes en el cultivo. En general se recomienda efectuar dos deshierbo durante el ciclo vegetativo de la quinua, uno cuando las plántulas tengan un tamaño de 15 cm. o cuando hayan transcurrido 40 días después de la emergencia, y el segundo antes de la floración o cuando hayan transcurrido 90 días después de la siembra. Esta operación puede efectuarse en forma manual o mecanizada, en casos de siembras extensivas los controles mecanizados son los más recomendados por la menor cantidad de uso de mano de obra. Para ello se emplea cultivadoras de dos o tres rejas, lo cual también permitirá hacer un pequeño aporque que facilitará el sostenimiento

de la planta y al mismo tiempo el tapado de abono complementario colocado al pie de la planta. Los aporques son necesarios para sostener la planta sobre todo en los valles interandinos donde la quinua crece en forma bastante exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y sostener las grandes panojas que se desarrollan evitando de este modo el tumbado de las plantas. Generalmente se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto al abono complementario, lo que permitirá un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor sostenibilidad (Velazco, 1977)

Chambilla (1977) al estudiar la importancia de los aporques y los deshierbos y ver la influencia de estos en el rendimiento en grano de quinua, determinó que la productividad de dos aporques y un aporque tuvieron valores de 3,709.37 y 3,645.31 Kg/Ha. respectivamente. Referente a los deshierbos el mejor rendimiento se obtuvo con un deshierbo (20 cm.) con 3,675 Kg/Há. Además existe interacción aporque-deshierbo resultando el mejor con dos aporques y un deshierbo con un rendimiento de 4,404 Kg/Há. Estos resultados nos demuestran la gran importancia del deshierbo a temprana edad (32 dds) del cultivo y la labor fundamental del aporque efectuada en nuestro experimento a los 50 días después de la siembra.

### **3.4 MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS**

En base a los costos operativos del manejo agronómico de escarda y aporque en forma manual y con maquinaria se tiene los siguientes resultados:

**Cuadro 3.2 Costos de Manejo Agronómico Manual del Cultivo de Quinoa. Canaán 2,750 msnm.**

| COMPONENTES               | Unidad | P. Unitario<br>S/. | Cant. | Sub Total<br>S/. | Total<br>S/.  |
|---------------------------|--------|--------------------|-------|------------------|---------------|
| <b>I. COSTOS DIRECTOS</b> |        |                    |       |                  |               |
| <b>1.1.- Mano de obra</b> |        |                    |       |                  | <b>625,00</b> |
| a.- Escarda manual,       | Jornal | 25,00              | 10    | 250,00           |               |
| b.- Aporque manual        | Jornal | 25,00              | 15    | 375,00           |               |
| <b>T O T A L</b>          |        |                    |       |                  | <b>625,00</b> |

**Cuadro 3.3 Costos de Manejo Agronómico Mecanizado del cultivo de Quinoa. Canaán 2,750 msnm**

| COMPONENTES                         | Unidad | P. Unitario<br>S/. | Cant. | Sub Total<br>S/. | Total<br>S/.  |
|-------------------------------------|--------|--------------------|-------|------------------|---------------|
| <b>I. COSTOS DIRECTOS</b>           |        |                    |       |                  |               |
| <b>1.1.- Mano de obra (arreglo)</b> |        |                    |       |                  | <b>175,00</b> |
| a.- Escarda                         | Jornal | 25,00              | 4     | 100,00           |               |
| b.- Aporque                         | Jornal | 25,00              | 3     | 75,00            |               |
| <b>1.2.- Maquinaria</b>             |        |                    |       |                  | <b>139,50</b> |
| a.- Escarda ,                       | horas  | 45,00              | 1,55  | 69,75            |               |
| b.- Aporque                         | horas  | 45,00              | 1,55  | 69,75            |               |
| <b>T O T A L</b>                    |        |                    |       |                  | <b>314,50</b> |

Se observa claramente que el manejo agronómico con maquinaria es más eficiente y de menor costo. Entre las ventajas se puede enumerar los siguientes aspectos: menor costo, se evita el de convocar mano de obra que en el tiempo de la época crítica de competencia de maleza es escasa, menor tiempo de labor, momento oportuno de la escarda y aporque, las plantas después de la labor agronómica se muestran vigorosas y uniformes en su desarrollo.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

1. Se ha diseñado una máquina cultivadora multiuso de tracción mecánica adecuado al cultivo de la quinua con todos los componentes que se consideran en el diseño de estas máquinas, donde la labor de escarda y aporque se realizó con la eficacia del caso en el cultivo de quinua instalado en surcos; la evaluación cualitativa y cuantitativa fue muy satisfactorio que permitirá ahorros sustanciales en los costos de producción del cultivo de la quinua.
2. Luego de varias pruebas de campo con el prototipo construido, se ha ido corrigiendo las deficiencias constructivas en la cultivadora multiuso de modo que el diseño final fue compacto, resistente a los esfuerzos actuantes y eficientes en la labor de escarda y aporque.
3. La capacidad efectiva de campo (CEC) de 0.643 Has/Hora y el tiempo operativo ( $T_o$ ) de 1.55 Horas/Ha Calculadas en los ensayos

de campo, permiten ahorro de tiempo y costos en la labor de deshierbo y aporque en el cultivo de la quinua bajo las condiciones del Centro Experimental Canaán.

4. El costo de la escarda y aporque de la quinua en una hectárea con herramientas manuales es de S/. 625.00 y mientras utilizando la cultivadora ejecutada con un tractor agrícola SHANGHAI de 55 HP de potencia y mas la labor manual para complementar los arreglos en una hectárea de quinua cuesta 314.50 Nuevos soles.
5. No se evaluó el rendimiento del cultivo como resultado de los métodos de trabajo en el aporque o deshierbo, debido a que el cronograma de ejecución de la investigación tuvo una duración de 4 meses según el convenio UNSCH-SOLID PERU.
6. La altura de planta de quinua después de los 10 días del aporque, alcanzó una altura de 67.8 cm. superando al tratamiento con la labor manual que solamente llego a 56.2 cm. de altura.
7. La regresión lineal muestra que cuando se incrementa el peso de maleza, disminuye el peso fresco de la quinua; debido básicamente al vigor, altura y desarrollo de la planta de quinua por acción alelopática de las malezas.
8. Después de 13 días de la escarda y a los 10 días después del aporque con la cultivadora el peso de malezas disminuye notablemente hasta un 14%, mientras en forma manual reporta un 40 % de peso fresco de malezas.

## **4.2 Recomendaciones**

1. Continuar con la construcción de nuevos modelos de máquinas cultivadoras y evaluar su aplicación a diferentes cultivos; comparándolos con otras máquinas cultivadoras que se encuentran en el mercado de maquinaria agrícola.
2. El control de malezas y aporque en forma mecanizada se debe promover a nivel de los pequeños y medianos agricultores porque ofrece una ventaja operativa y sostenible que se puede enumerar en los siguientes aspectos: menor costo, se elimina la maleza en la época crítica de competencia con la quinua, menor tiempo de labor, momento oportuno de la escarda y aporque, las plantas después de la labor agronómica se muestran vigorosas y uniformes.

## RESUMEN

El presente trabajo titulado: **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA CULTIVADORA MULTI USO PARA EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*). AYACUCHO”**; se trazó con los siguientes objetivos: a) Diseñar y construir una cultivadora multiuso adecuado para el control efectivo de las malezas y el aporque del cultivo, b) Evaluar los costos y beneficios en el control de malezas y aporque utilizando la cultivadora multiuso y las herramientas manuales en el cultivo de quinua y c) Evaluar técnica y económicamente el uso de la cultivadora multiuso a través de la mecanización agrícola en el ámbito de la región.

El trabajo experimental se ejecutó en dos localidades, Pampa del Arco donde se ejecutó las pruebas preliminares sin cultivo y en Canaán 2,750 msnm. donde se condujo el cultivo de quinua sembrado previamente para este fin. La siembra se efectuó en surcos de 0.90 m. a surco corrido utilizándose dos tratamientos escarda a los 32 días después de la siembra y aporque a los 50 días estas labores agronómicas efectuadas en forma manual y en forma mecanizada, en este último tratamiento se efectuó el deshiero y el deshije de las plantas y malezas entre plantas en forma manual. Las conclusiones a la que se llegó son las siguientes:

La capacidad efectiva de campo (CEC) de 0.643 Has/Hora y el tiempo operativo (To) de 1.55 Horas/Ha Calculadas en los ensayos de campo, permiten ahorro de tiempo y costos en la labor de deshiero y aporque en el cultivo de la quina bajo las condiciones del centro experimental Canaán. El costo de la escarda y aporque en el cultivo de la quinua en una hectárea

solamente con herramientas manuales es de S/. 625.00 y la misma labor ejecutada con un tractor agrícola SHANGHAI de 55 HP de potencia y mas la labor manual para complementar los arreglos en una hectárea de quinua cuesta 314.50 Nuevos soles.

En la evaluación de la altura de planta de la quinua después de los 10 días del aporque, existe una gran diferencia a favor de la labor mecanizada llegando a tener un valor de 67.8 cm. a diferencia del aporque manual que solamente llego a 56.2 cm. La regresión lineal nos indica claramente que cuando se incrementa el peso de maleza, disminuye el peso fresco de la quinua debido básicamente al vigor, altura y desarrollo de la planta de quinua por acción alelopática de las malezas. Esta evaluación se efectuó al momento de la escarda.

Se puede notar también la gran variabilidad del peso de las malezas presentes, después de 13 días de la escarda y a los 10 días después del aporque en forma manual un valor del 40 % y 14 % respectivamente. En la evaluación de malezas en forma mecanizada a los 10 días después de aporque no existe maleza alguna.

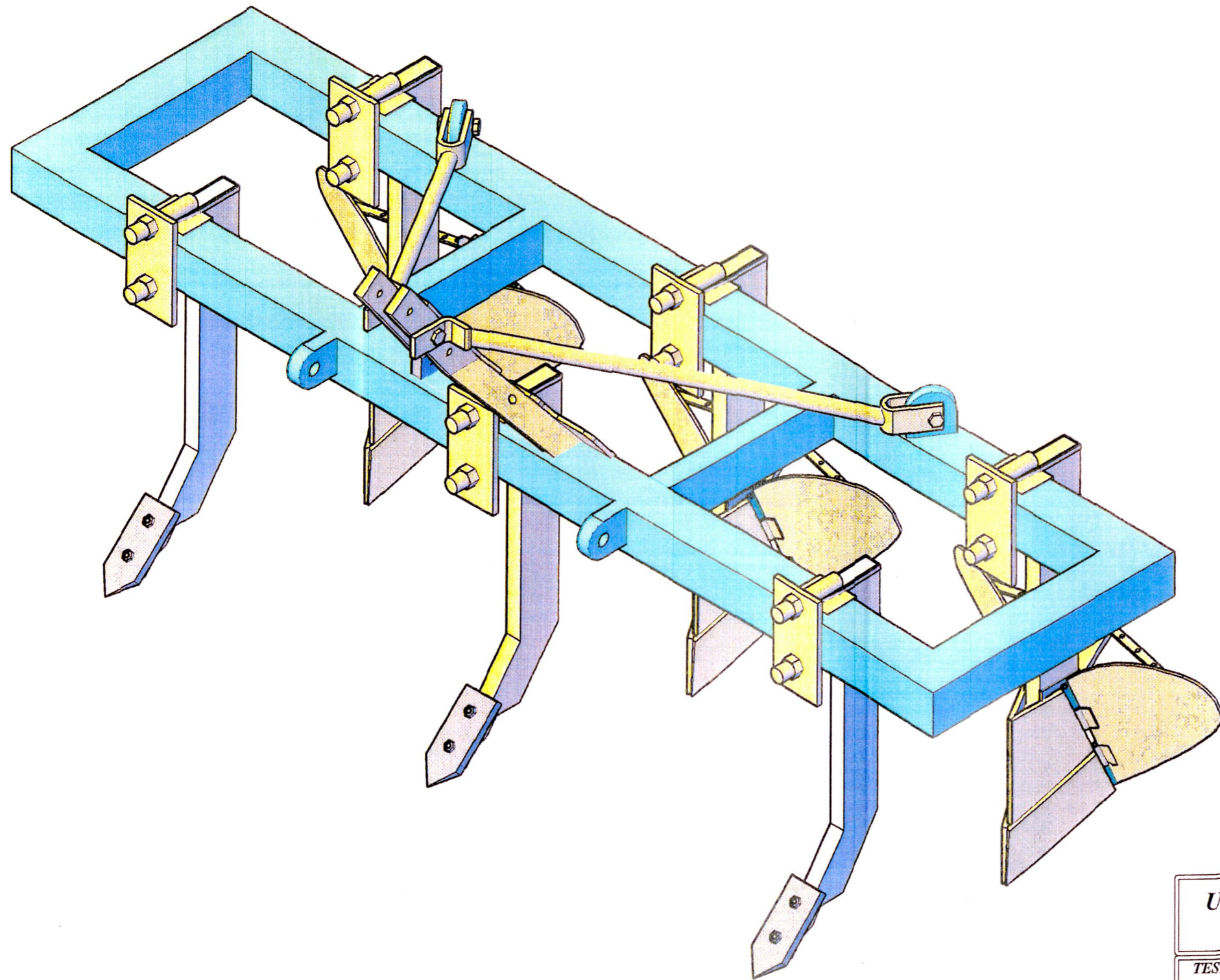
## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1 Alström S. 1990. Los principios de dirección de la maleza en la agricultura campesina.
- 2 Barañao. T.V. y Chiesa 1982. Maquinaria Agrícola .Edit. Hemisferio sur, México.
- 3 Blanco, L. 1970. La quinua. Cómo se cultiva. Boletín Técnico. Universidad de Oruro. Bolivia.
- 4 Berlinj. J.D. Maquinaria para el manejo de los cultivos. 1985. Edit. Trillas, México.
- 5 Bouza, H. Nueva tecnología de labranza mínima en la CPA "Amistad Cuba -Laos", 1996.
- 6 Balastreire, Luis Antonio. "Máquinas Agrícolas". Edit. Manole, Sao Paulo, 1987.
- 7 Cañahua, A. 1992. Comportamiento y potencialidades de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno – Perú. En: Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. IBTA. ORSTOM. CIID. La Paz, Bolivia.
- 8 CIRNMA, 1997. Manual de producción de quinua. CONDESAN. MSP-ADEX. Fondo Contravalor Perú Canadá. Edit Altiplano. Puno, Perú.
- 9 Chambilla, J. 1977. Influencia del aporque y deshierbo en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), var. Sajama Y Kancolla. Centro Experimental de Camacani. UNTA. Puno
- 10 Durán GHM (2000) El concepto de mecanización agrícola y sus implicaciones, México

- 11 FAO. Impacto de la Ingeniería Agrícola en los países en desarrollo 2001.(<http://www.fao.org/ag/esp/00403sp1.htm> )
- 12 Grimaldo V. 1986 Herramientas e Implementos Agrícolas en los Andes del Perú (corporación técnica suizo)
- 13 Gallardo, M.; Prado, F. y Gonzales, J. 1996.Efecto del CINA sobre el contenido de betalainas en *Chenopodium quinoa* Willd. En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 marzo. Mendoza, Argentina. pp. 284-285.
- 14 Gallardo, M.; Gonzales, A. y Ponessa, G. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd.(Quinoa). *Chenopodiaceae*. *Lilloa* 39, 1 (1997).
- 15 Gandarillas, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Saya. Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Bolivia. Abril-Noviembre. La Paz, Bolivia. 4 p.
- 16 Giusti, K. 1970. El género *Chenopodium* en la Argentina. I. Numero de cromosomás. *Darwiniana* 16: 98-105.
- 17 Hunt, D. 1986 Manual de Maquinaria Agrícola. Volumen I y II. Ediciones Ciencia y técnica, S.A.
- 18 León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. IICA. Boletín Técnico N°6. Lima, Perú
- 19 Laura, E. 1981 Comparativo de dos sistemas de preparacion del terreno en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Ciudad Universitaria de UNTA – Puno 3875 msnm
- 20 Mujica, A. 1983. Selección de variedades de quinua ( *Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias.

- Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.  
pp. 70-76.
- 21 Muñoz, L., Monteros, C. y Montesdeoca, P. 1990. A cocinar con  
quinua. Publ. Miscl. No. 55. EE. Santa Catalina, INIAP. Quito,  
Ecuador. pp. 7-120.
- 22 Ortiz Cañavate, J. 2005 Las Máquinas agrícolas y sus aplicación.  
España. Mundiprensa 481 pag.
- 23 Principi, M., Mattana, R., Colodio J. y Cardinalli, O. 2005 Maquinarias  
Agrícolas. Editorial Fundación Universidad Nacional del Río Cuarto,  
Argentina.
- 24 Porras S A.. 2007 "Conceptos necesarios de mecanización".  
Universidad de Ingeniería técnica Agrícola de Castilla La ancha.  
(<http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/tfcaps1/pdf/TEMA>)
- 25 Velazco, M. 1977 Control químico de malezas de quinua  
(*Chenopodium quinoa Willd*) Var. Kancolla. Centro Experimental de  
Camacani. UNTA – Pun

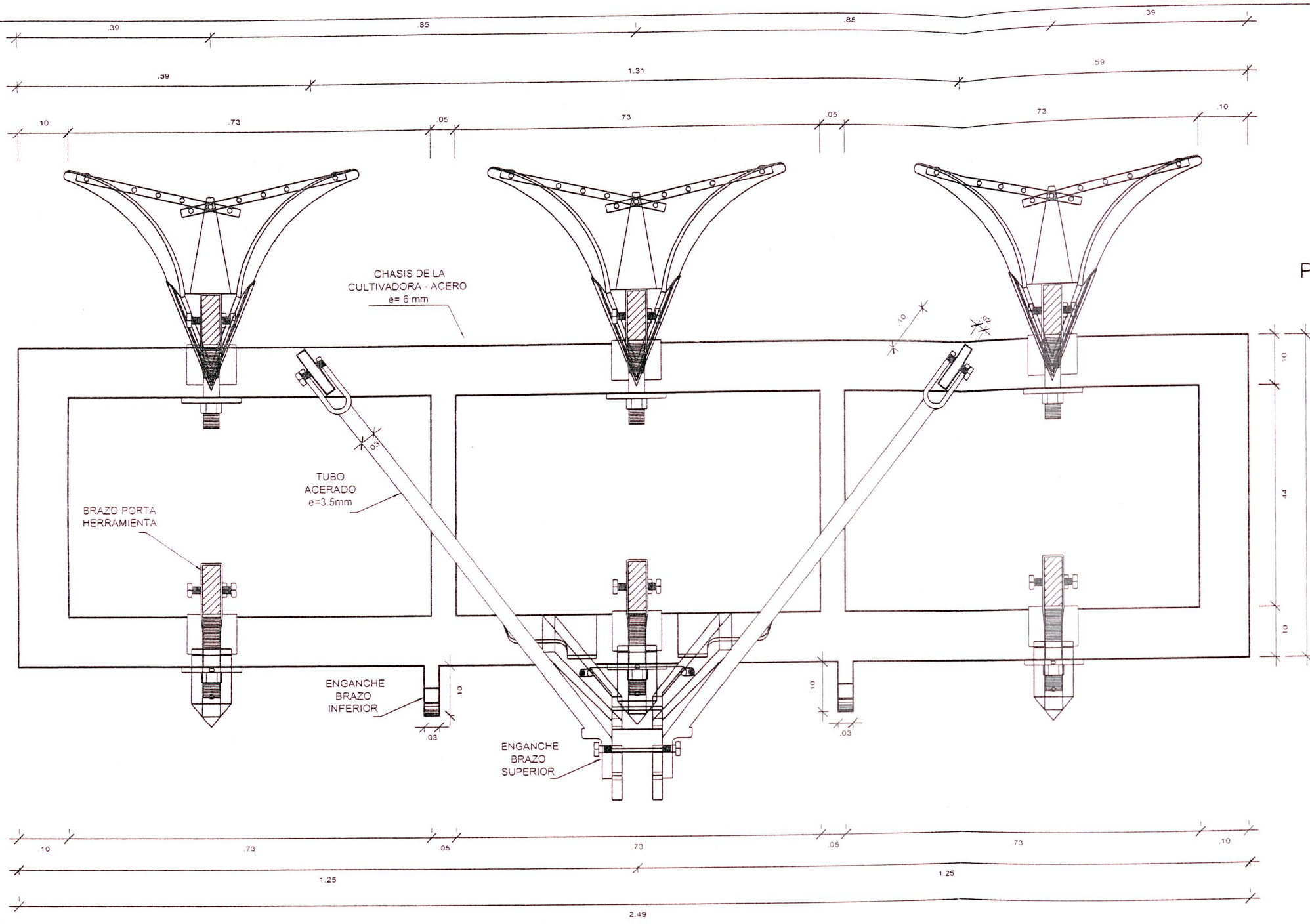
**PLANOS  
DE  
DISEÑO**



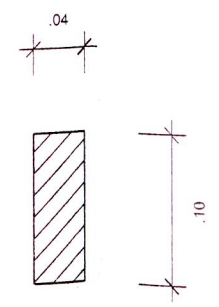
VISTA TRIDIMENSIONAL DE LA CULTIVADORA MULTIUSO

ESCALA 1/10

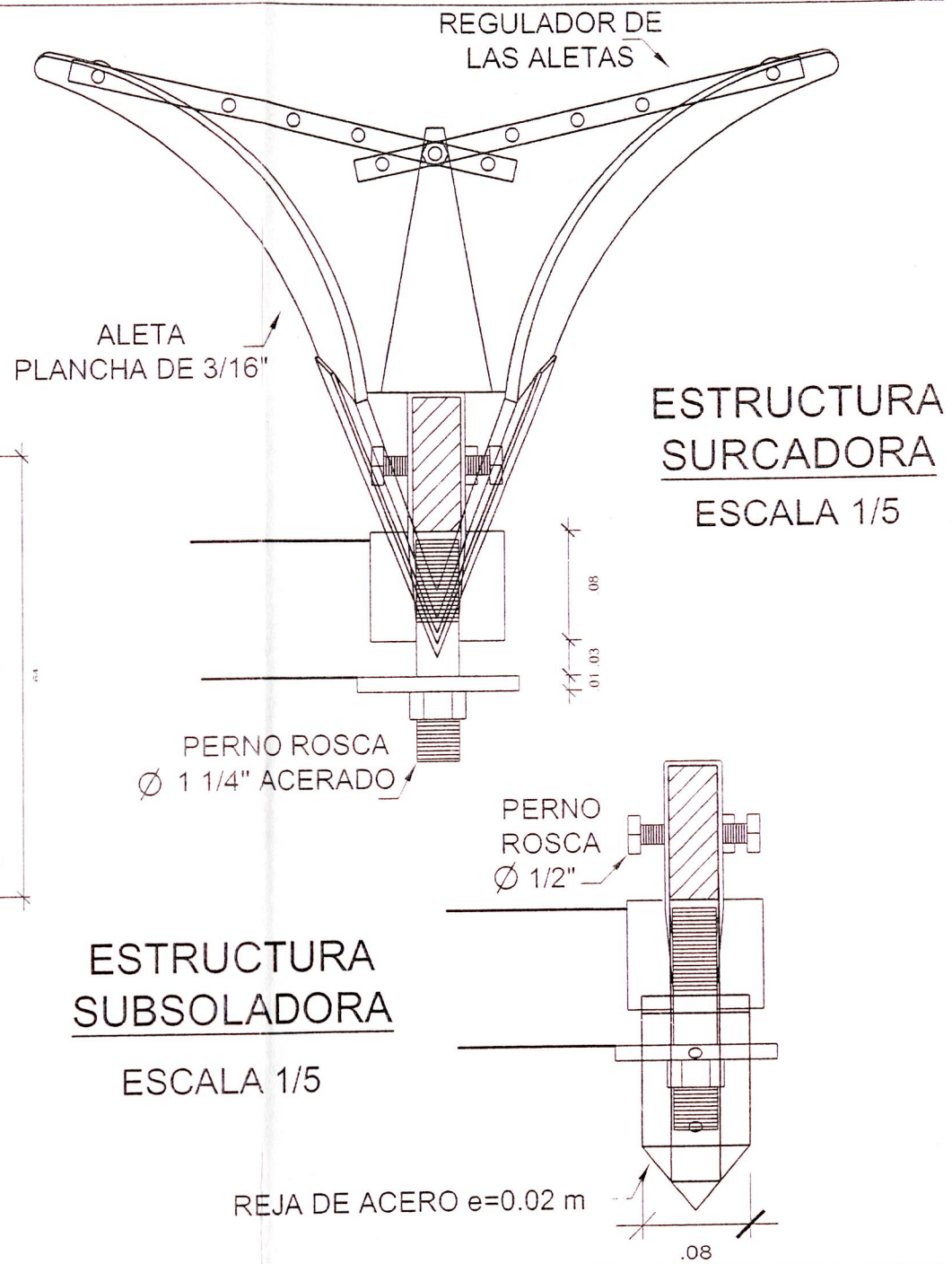
|   |                         |                                 |
|---|-------------------------|---------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>  |                         |                                 |
| <i>TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTIUSO ADECUADO AL CULTIVO DE QUINUA</i> |                         |                                 |
| <i>PLANO:</i>   |                         | <b>VISTA ISOMETRICA</b>         |
| <i>DEPARTAMENTO :</i>   | <i>AYACUCHO</i>         | <b>LAMINA N°<br/><br/>VI-01</b> |
| <i>PROVINCIA :</i>  | <i>HUAMANGA</i>         |                                 |
| <i>DISTRITO :</i>   | <i>HUAMANGA</i>         |                                 |
| <i>LUGAR :</i>  | <i>CANAAN-UNSCH</i>     |                                 |
| <i>DIBUJO: NERIO ORÉ RIVEROS</i>  | <i>ESCALA: INDICADA</i> | <i>FECHA: AGOSTO-2009</i>       |



**VISTA EN PLANTA**  
ESCALA 1/10



**BRAZO PORTA HERRAMIENTA**  
ESCALA 1/5

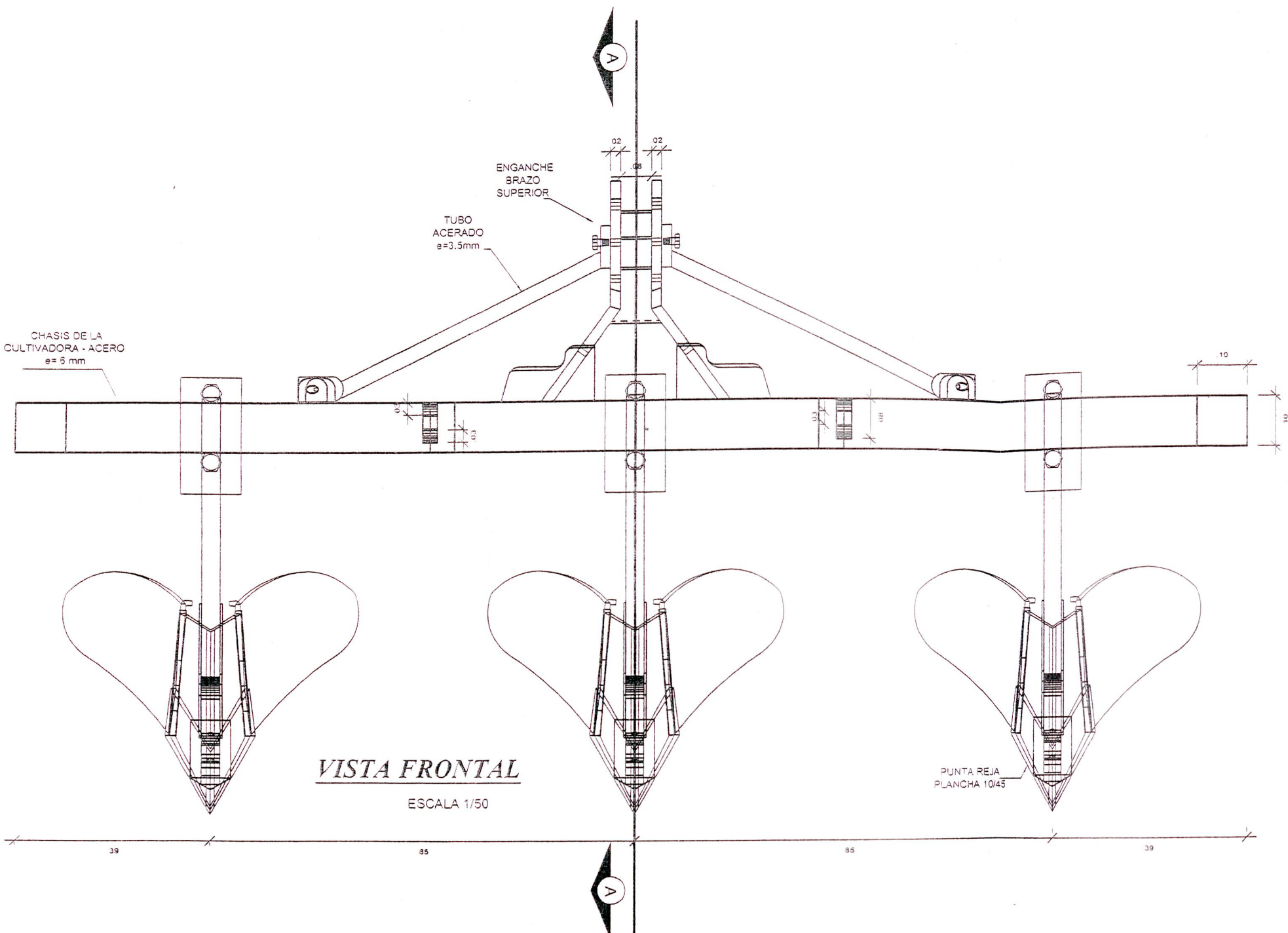


**ESTRUCTURA SURCADORA**  
ESCALA 1/5

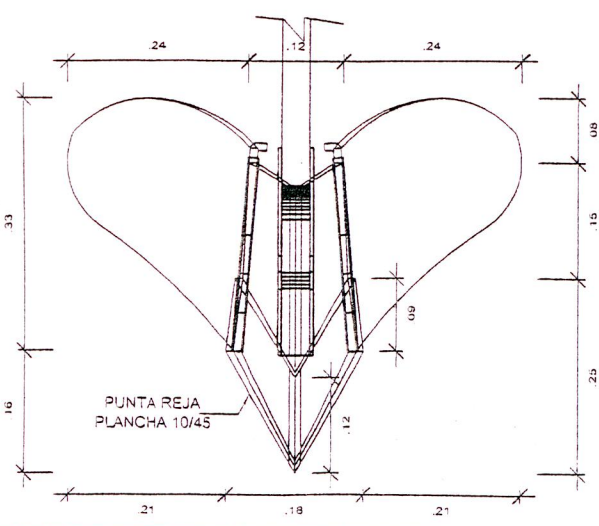
**ESTRUCTURA SUBSOLADORA**  
ESCALA 1/5

REJA DE ACERO e=0.02 m

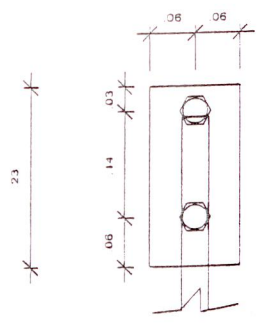
|   |                  |                                      |
|---|------------------|--------------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>  |                  |                                      |
| <i>TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTIUSO ADECUADO AL CULTIVO DE QUINUA</i> |                  |                                      |
| <b>PLANO:</b>   |                  | <b>VISTA EN PLANTA</b>               |
| DEPARTAMENTO :  | AYACUCHO         | <b>LAMINA N°</b><br><br><b>VP-01</b> |
| PROVINCIA :   | HUAMANGA         |                                      |
| DISTRITO :  | HUAMANGA         |                                      |
| LUGAR :   | CANAAN-UNSCH     |                                      |
| DIBUJO: NERIO ORÉ RIVEROS   | ESCALA: INDICADA | FECHA: AGOSTO-2009                   |



**VISTA FRONTAL**  
ESCALA 1/50

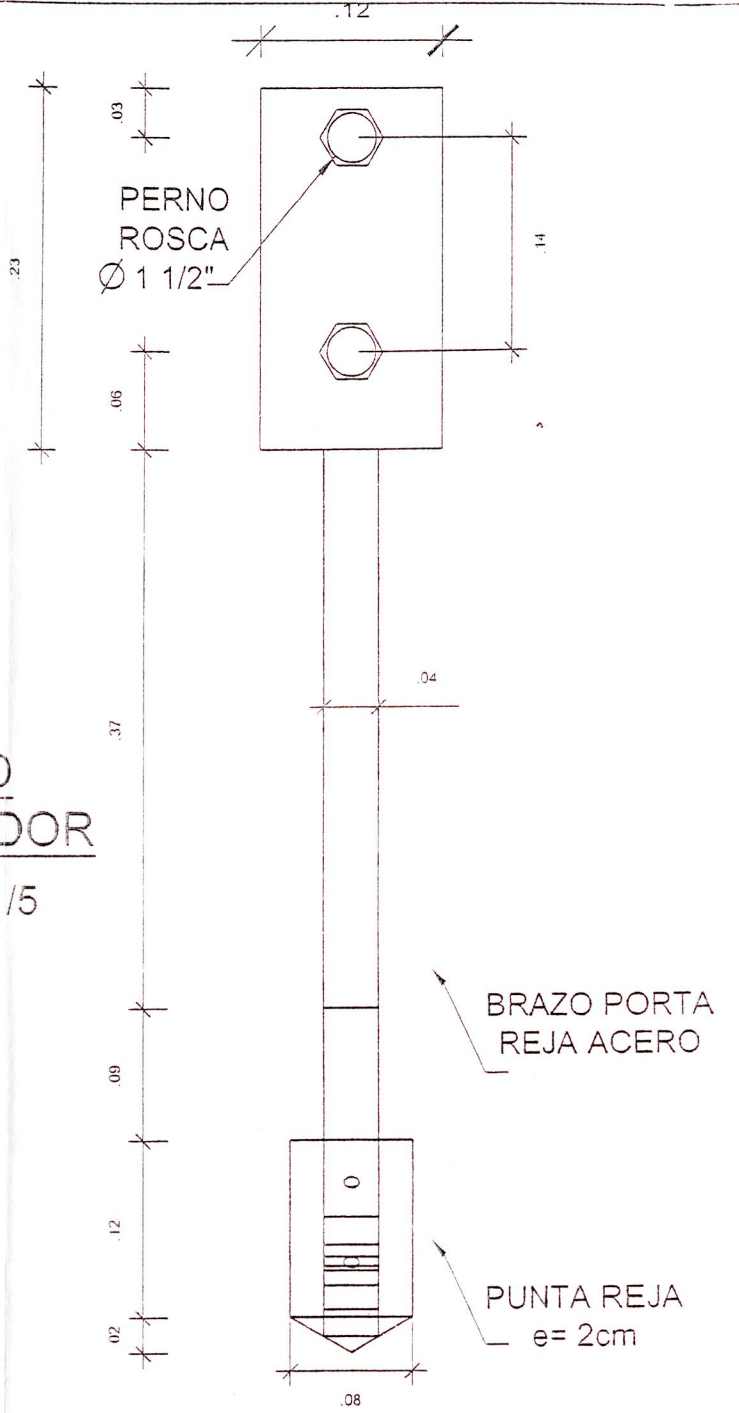


**ESTRUCTURA APORCADOR**  
ESCALA 1/10

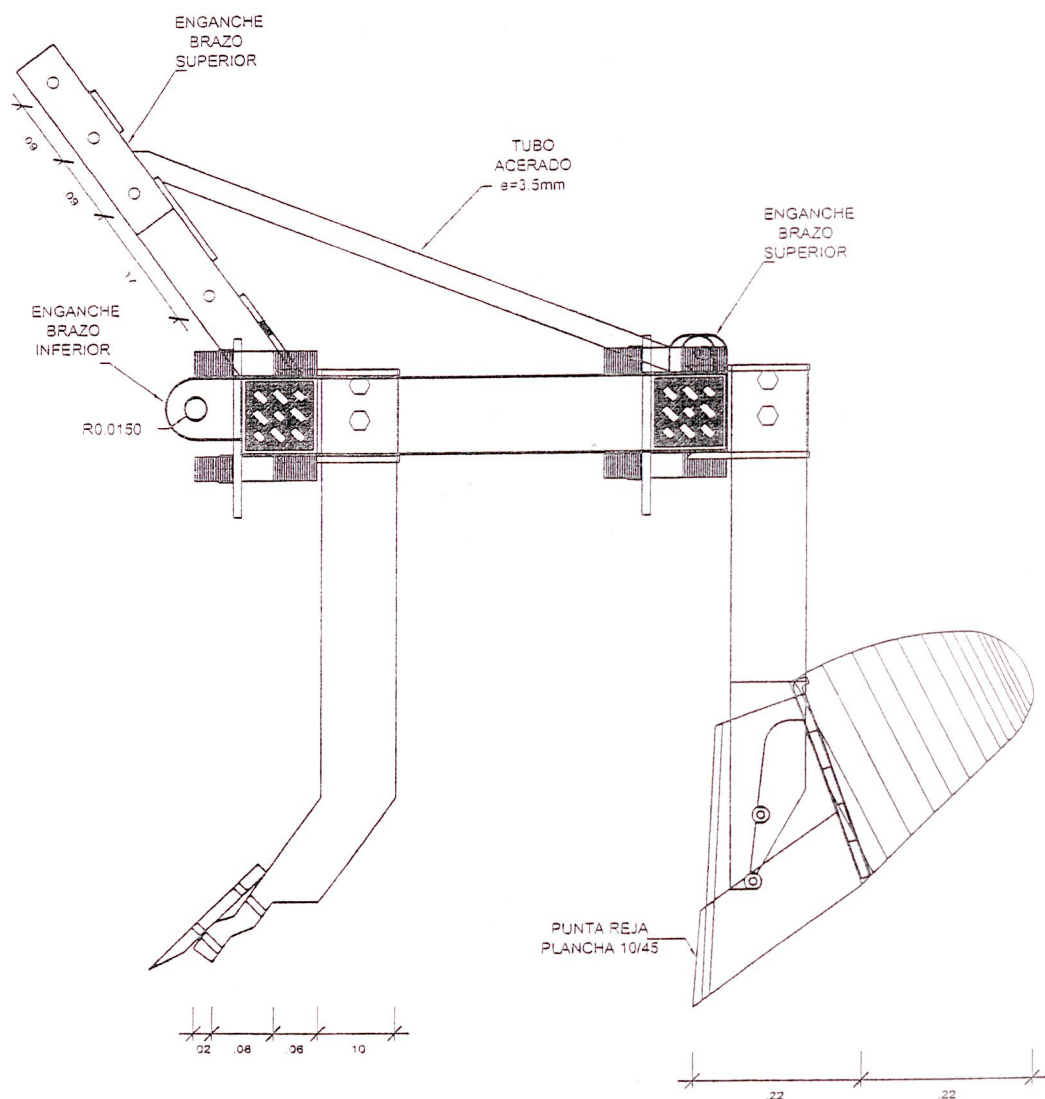


**ABRAZADERA PORTAHERRAMIENTA**  
ESCALA 1/10

**BRAZO SUBSOLADOR**  
ESCALA 1/5

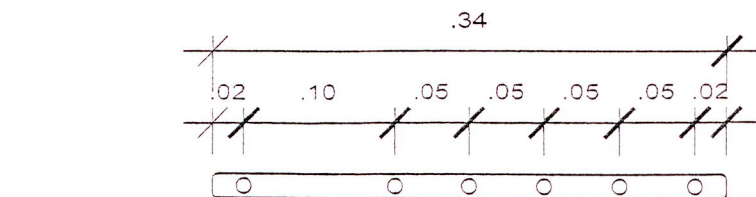


|   |                  |                    |
|---|------------------|--------------------|
| <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>  |                  |                    |
| TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTITUSO ADECUADO AL CULTIVO DE QUINUA |                  |                    |
| PLANO: VISTA FRONTAL  |                  | LAMINA N°          |
| DEPARTAMENTO:   | AYACUCHO         | <b>VF-01</b>       |
| PROVINCIA:  | HUAMANGA         |                    |
| DISTRITO:   | HUAMANGA         |                    |
| LUGAR:  | CANAAN-UNSCH     |                    |
| DIBUJO: NERIO ORÉ RIVEROS   | ESCALA: INDICADA | FECHA: AGOSTO-2009 |



**CORTE A-A**

ESCALA 1/10

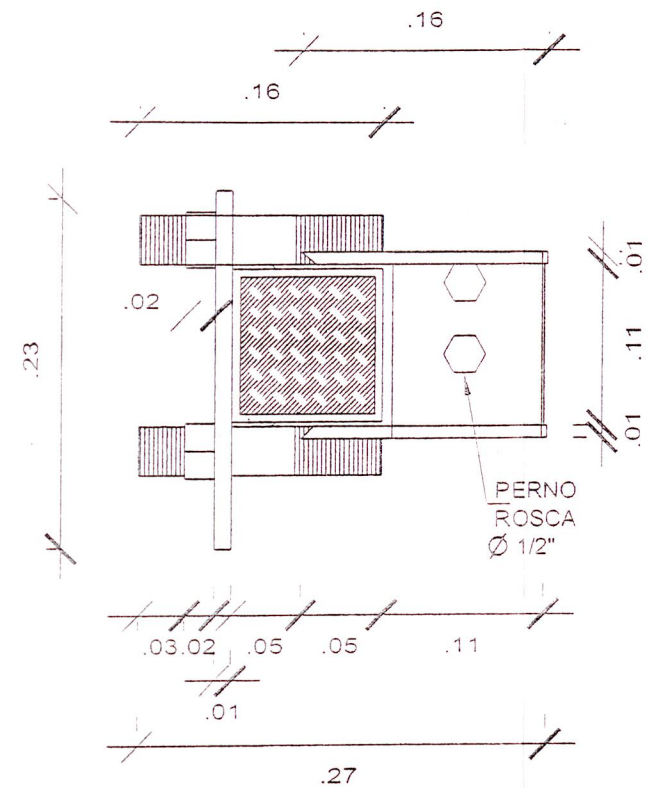


ACERO  
e=0.05cm

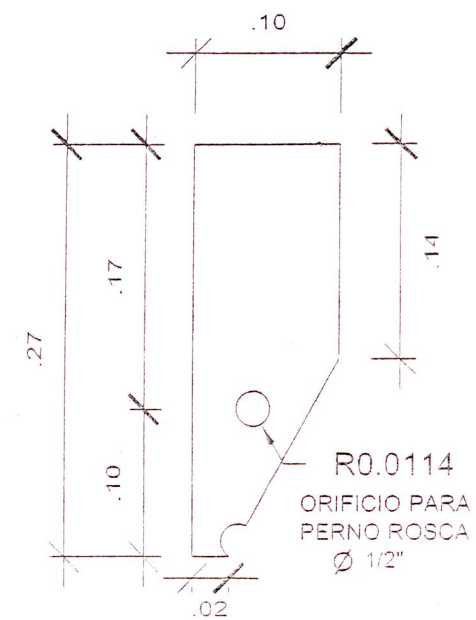
**REGULADOR DEL SURCADOR**

ESCALA 1/5

**ABRAZADERA CONEXION-CHASIS**



**UNION BRAZOS-ALETAS**



**VISTA LATERAL ACCESORIOS**

ESCALA 1/5

|   |                         |                           |
|---|-------------------------|---------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>  |                         |                           |
| <i>TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTIUSO ADECUADO AL CULTIVO DE QUINUA</i> |                         |                           |
| <i>PLANO: VISTA LATERAL Y CORTES</i>  |                         | <i>LAMINA N°</i>          |
| <i>DEPARTAMENTO :</i>   | <i>AYACUCHO</i>         | <b>VC-01</b>              |
| <i>PROVINCIA :</i>  | <i>HUAMANGA</i>         |                           |
| <i>DISTRITO :</i>   | <i>HUAMANGA</i>         |                           |
| <i>LUGAR :</i>  | <i>CANAAN-UNSCH</i>     |                           |
| <i>DIBUJO: NERIO ORÉ RIVEROS</i>  | <i>ESCALA: INDICADA</i> | <i>FECHA: AGOSTO-2009</i> |

ABRAZADERA  
PORTAHERRAMIENTA

CHASIS e=6mm

PUNTA REJA  
PLANCHA 10/45

ABRAZADERA  
PORTAHERRAMIENTA

CHASIS e=6mm

PUNTA REJA

ORIFICIO  
Ø 1/2"

**VISTA LATERAL  
ACCESORIOS**

ESCALA 1/10

REGULADOR DE  
ESPACIAMIENTO  
(ALETAS)

**VISTA  
DETRAS-ALETAS**

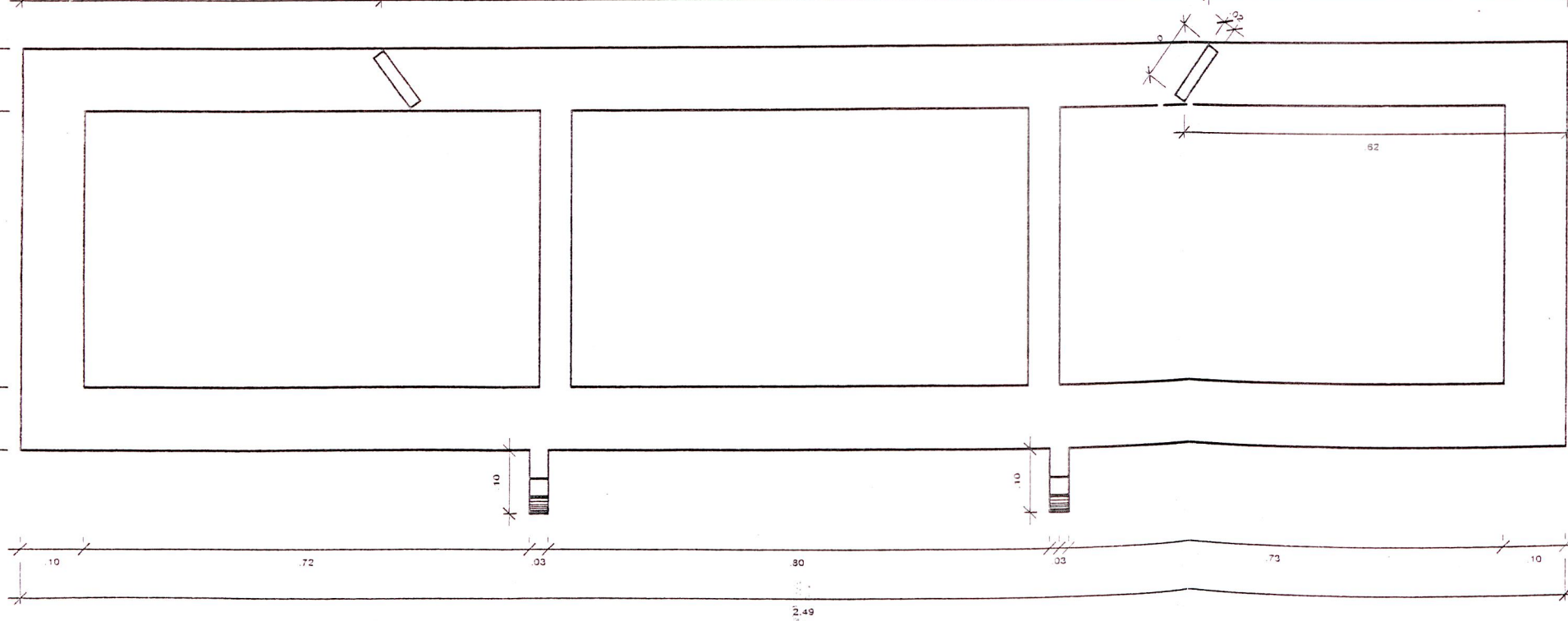
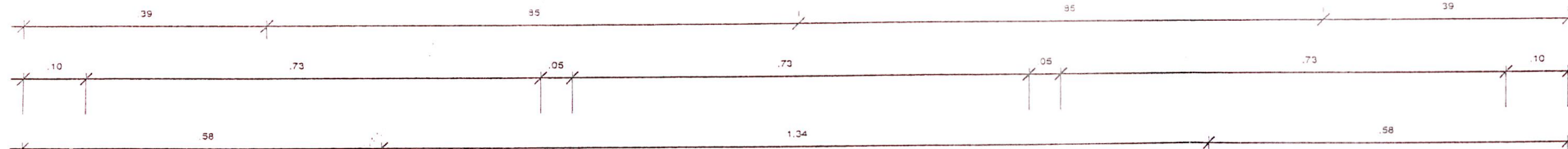
ESCALA 1/10

**BRAZO  
PORTARREJA**

ESCALA 1/10

**BRAZO  
PORTAHERRAMIENTA**

ESCALA 1/10



**CHASIS DE LA CULTIVADORA**

ESCALA 1/10

|  |                  |                    |
|--|------------------|--------------------|
| <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>   |                  |                    |
| TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTIUSO ADECUADO AL CULTIVO DE QUINUA |                  |                    |
| PLANO: ACCESORIOS  |                  | LAMINA N°          |
| DEPARTAMENTO :   | AYACUCHO         | <b>AC-01</b>       |
| PROVINCIA :  | HUAMANGA         |                    |
| DISTRITO :   | HUAMANGA         |                    |
| LUGAR :  | CANAAN-UNSCH     |                    |
| DIBUJO: NERIO ORÉ RIVEROS  | ESCALA: INDICADA | FECHA: AGOSTO-2009 |