

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**Adaptación y evaluación de una cultivadora multiuso de  
tracción mecánica en cultivos alimenticios, Ayacucho – 2020**

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

**PRESENTADO POR:**

**Miriam Roxana Rivera Huamancusi**

**Ayacucho – Perú**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**TESIS**

**Adaptación y evaluación de una cultivadora multiuso de tracción mecánica  
en cultivos alimenticios, Ayacucho – 2020**

Expedido : 23 de diciembre de 2020

Sustentado : 01 de junio de 2021

Calificación : Muy bueno

Jurados :



---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Presidente**



---

**Ing. JOHN SAMUEL CAZORLA ORIHUELA**  
**Miembro**



---

**Ing. CARLOS AUGUSTO CASTAÑEDA ESQUÉN**  
**Miembro**



---

**M.Sc. FEDERICO QUICAÑO SUAREZ**  
**Asesor**

*A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.*

*A mis padres Teodoro Rivera y Domitila Huamancusi quienes velaron por mí y han sido mi soporte durante este arduo camino para convertirme en un profesional. Quiero que este sea un pequeño reconocimiento a su gran esfuerzo.*

*A mis hermanos: Víctor, Judith, Vanesa, Katty, Yovanna, Yoel y Luis. Por su apoyo incondicional, motivación y sugerencia en cada momento de mi vida.*

*Por último, a mis profesores gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la segunda Universidad fundada en el Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, al permitirme ser parte de ella y por haberme acogido en sus aulas para formarme profesionalmente.

A los Docentes de la E.P. de Ingeniería Agrícola quienes me brindaron todo el esfuerzo, sacrificio en sus aportes académicos y sus conocimientos en mi formación profesional.

A mi asesor de tesis Magister Ingeniero Federico Quicaño Suarez, un especial agradecimiento por haberme confiado este trabajo, por su paciencia, por su valiosa dirección y apoyo para seguir este camino de tesis y llegar a la conclusión del mismo. Cuya experiencia y educación han sido mi fuente de mi motivación y de curiosidad durante estos años.

Al “Fondo Educativo Chicas de Ayacucho” en especial a la Familia Kara, mi más amplio agradecimiento por haberme apoyado, confiado durante mi formación profesional y hacer realidad mi sueño.

Y por último a toda mi familia que han sido mi apoyo, mi soporte y me han motivado durante mi formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO I .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
1.1. Antecedentes del problema .....	4
1.2. Bases teóricas .....	4
1.2.1. Consistencia del suelo .....	4
1.2.2. Estados de consistencia del suelo .....	5
1.2.3. Compactación del suelo .....	8
1.2.4. Encostramiento superficial .....	10
1.2.5. Textura del suelo .....	11
1.2.6. Estructura del suelo .....	11
1.2.7. Labranza de suelos .....	11
1.2.8. Maquinas cultivadoras .....	13
1.2.9. Implementos y equipos utilizados en la labor de cultivo .....	14
1.2.10. Componentes de la cultivadora multiuso .....	19
1.2.11. Acción de la cultivadora multiuso en el suelo .....	20
1.2.12. Clasificación de cultivadoras según la fuente de energía para su accionamiento .....	21
1.2.13. Clasificación según los órganos operativos de la cultivadora .....	24
1.2.14. Clasificación de cultivadores multiuso según los tipos de brazos .....	29
1.2.15. Ajustes y operación de los cultivadores .....	31
1.2.16. Trabajos de investigación sobre cultivadoras .....	33
CAPÍTULO II .....	36
METODOLOGÍA .....	36
2.1. Ubicación del experimento .....	36
2.1.1. Lugar de ejecución .....	36

2.1.2. Características de la zona .....	37
2.1.3. Análisis físico – químico del suelo.....	37
2.2. Materiales, equipos y herramientas utilizadas.....	38
2.2.1. Materiales .....	38
2.2.2. Equipos y herramientas .....	39
2.3. Metodología.....	39
2.3.1. Acoplar y adaptar tres cultivadoras multiusos de tracción mecánica a un motocultivador de 18 HP de potencia.....	39
Labores de campo.....	39
Labores de taller .....	44
2.3.2. Precisar el desempeño de las cultivadoras multiusos de tracción mecánica en los cultivos alimenticios de papa, maíz, quinua, haba, arveja y trigo...	47
2.3.3. Evaluación del desempeño y eficiencia campo de las cultivadoras multiusos en estudio. ....	51
2.3.4. Evaluar los costos de la labor ejecutado con la cultivadora multiusos.....	52
CAPÍTULO III.....	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
3.1. Acoplamiento y adaptación tres cultivadoras multiusos de tracción mecánica a un motocultor de 18 HP de potencia .....	53
Acoplamiento del motocultor a una cultivadora multiuso.....	59
3.2. Precisar el desempeño de las cultivadoras multiusos de tracción mecánica en los cultivos alimenticios de papa, maíz, quinua, haba, arveja y trigo. ....	61
3.3. Evaluación de capacidad y eficiencia de campo de las cultivadoras multiusos en estudio. ....	66
3.4. Evaluación de los costos de la labor realizado con la cultivadora multiuso en los diferentes cultivos.....	70
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento. Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho.....	38
Tabla 2.2. Características de la instalación de los cultivos alimenticios .....	40
Tabla 2.3. Características de la parcela experimental.....	41
Tabla 3.1. Características de los elementos de trabajo adaptados a la máquina cultivadora. Acero duro de 0.5 - 0.6 por ciento de carbono y tiene resistencia de 70 a 75 kg/mm <sup>2</sup>	58
Tabla 3.2. Resultados de eficiencia de campo con la aporcadora	68
Tabla 3.3. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la aporcadora	68
Tabla 3.4. Resultados de eficiencia de campo con la extirpadora	69
Tabla 3.5. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la extirpadora	69
Tabla 3.6. Resultados de eficiencia de campo con la escarificadora	69
Tabla 3.7. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la escarificadora	70
Tabla 3.8. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la aporcadora	70
Tabla 3.9. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la extirpadora	71
Tabla 3.10. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la escarificadora	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Efecto de la humedad en la consistencia del suelo.....	5
Figura 1.2. Estado coherente.....	6
Figura 1.3. El mejor momento para laboreo del suelo es en su estado friable.....	6
Figura 1.4. Estado de friabilidad.....	8
Figura 1.5. Saturación de humedad.....	8
Figura 1.6. Horizonte completamente compactado .....	9
Figura 1.7. Efecto en profundidad de la compactación con diferente contenido de humedad .....	10
Figura 1.8. Encostramiento superficial del suelo.....	10
Figura 1.9. Pasar el cultivador en maíz.....	13
Figura 1.10. Reja tipo escardillo .....	15
Figura 1.11. Reja tipo universal .....	16
Figura 1.12. Rejas con doble puntas .....	16
Figura 1.13. Reja aporcadora .....	16
Figura 1.14. Cultivador en hilera .....	17
Figura 1.15. Rastra agrícola .....	18
Figura 1.16. Rastras de diente.....	19
Figura 1.17. Partes de una cultivadora.....	20
Figura 1.18. Inclinación de los escardillos.....	21
Figura 1.19. Cultivador de tiro animal.....	22
Figura 1.20. Tractor trabajando entre las hileras .....	23
Figura 1.21. Cultivador de montaje trasero.....	23
Figura 1.22. Cultivador de montaje frontal.....	24
Figura 1.23. Puntas escarificadoras.....	25
Figura 1.24. Diferentes puntas extirpadoras .....	25
Figura 1.25. Cuchillas desmalezadoras.....	26
Figura 1.26. Puntas surcadoras .....	27
Figura 1.27. Escardillos giratorios .....	27
Figura 1.28. Azadón giratorio.....	28
Figura 1.29. Cultivador giratorio .....	28
Figura 1.30. Brazo Rígido.....	29
Figura 1.31. Brazo rígido vibrante con resorte .....	29



Figura 1.32. Brazo flexible de acero plano .....	30
Figura 1.33. Brazo elástico en espiral .....	30
Figura 1.34. Brazos sensitivos .....	30
Figura 1.35. Rastra de discos del tipo de arrastre .....	31
Figura 1.36. Herramienta integral .....	32
Figura 1.37. Cultivador fabricado en cerrajería Belles S.L.U.....	34
Figura 1.38. Máquina aporcadora .....	34
Figura 2.1. Izquierdo; mapa político del Perú. derecha; departamento de Ayacucho .	36
Figura 2.2. Mapa provincial y distrital del campo de experimental .....	37
Figura 2.3. Imagen satelital de la ubicación de centro de experimental .....	37
Figura 2.4. Esquema del diseño experimental .....	41
Figura 2.5. Preparación del terreno utilizando rastra pesada .....	42
Figura 2.6. Demarcación y laboreo manual del surcado.....	42
Figura 2.7. Izquierdo; sembrío por golpe derecho; sembrío a chorro continuo.....	43
Figura 2.8. Control fitosanitario.....	43
Figura 2.9. Cultivo de haba a los 55 días de desarrollo .....	44
Figura 2.10. Perforación a la barra portaherramientas.....	46
Figura 2.11. Adaptación y modificación de abrazaderas .....	46
Figura 2.12. Adaptación de los brazos. Izquierda; brazo rígido. Derecha brazo flexible .....	47
Figura 2.13. Adaptación de las rejas. Izquierda; escarificadora. Derecha; aporcadora .	47
Figura 2.14. Acoplamiento mediante la barra de tiro al Motocultor.....	49
Figura 2.15. Paso de la herramienta de corte del aporcador .....	50
Figura 2.16. Resultado del surcado en papa .....	50
Figura 3.1. Sección transversal de la barra portaherramientas .....	54
Figura 3.2. Bastidor rectangular o barra portaherramientas.....	55
Figura 3.3. Abrazaderas para acoplar el brazo portaherramientas a la barra portaherramientas .....	55
Figura 3.4. Barra de tiro y sus pernos de ajuste .....	56
Figura 3.5. Brazos portaherramientas para el aporcador, extirpador y escarificador ..	56
Figura 3.6. Reja o elemento de trabajo de la cultivadora: Aporcador, extirpador y escarificador.....	57
Figura 3.7. Máquina cultivadora con aporcador y extirpador, ambos acoplados con abrazaderas .....	58

Figura 3.8. Máquina cultivadora con aporcador y extirpador con brazo flexible acoplado con perno y orificio en la barra portaherramienta .....	58
Figura 3.9. Acople en el enganche de tres puntos con control hidráulico .....	59
Figura 3.10. Vista lateral del acoplamiento tractor – cultivador con barra de tiro .....	60
Figura 3.11. Vista posterior del acoplamiento tractor – cultivador con barra de tiro ....	60
Figura 3.12. Resultados de aporque en el cultivo maíz .....	62
Figura 3.13. Resultados de aporque en el cultivo quinua .....	62
Figura 3.14. Resultados de aporque en el cultivo papa.....	63
Figura 3.15. Resultados de aporque en el cultivo de arveja.....	64
Figura 3.16. Resultados de aporque con la extirpadora al cultivo de haba.....	64
Figura 3.17. Resultados de aporque con la escarificadora al cultivo de haba.....	65
Figura 3.18. Resultados de aporque con la escarificadora al cultivo de trigo.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Presupuesto general de investigación de tesis .....	78
Anexo 2. Presupuesto general de adaptación de la cultivadora multiuso al motocultor .....	79
Anexo 3. Análisis de costos horarios de la cultivadora y su implemento (Programa Excel) .....	80
Anexo 4. Análisis del suelo .....	81
Anexo 5. Croquis de la parcela experimental.....	82
Anexo 6. Plano del aporcador o surcado en 3D .....	83
Anexo 7. Plano del aporcador o surcado en 2D .....	84
Anexo 8. Plano del extirpador en 3D .....	85
Anexo 9. Plano del extirpador en 2D .....	86
Anexo 10. Plano del escarificador en 3D .....	87
Anexo 11. Plano del escarificador en 2D .....	88

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene sus componentes de taller y de campo; realizándose en el Laboratorio de maquinaria agrícola y mecánica general y la fase de campo en el Centro Experimental de Pampa del Arco de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga entre los meses enero a junio del año 2020. En la presente tesis se adapta a un motocultor de una suspensión independiente una cultivadora multiuso para facilitar las labores agrícolas (aporque) en cultivos alimenticios, ya que en la región Ayacucho es un territorio con parcelas fragmentadas en minifundios y con fuertes limitaciones para el uso del tractor agrícola, por tal razón los motocultivadores existentes en el mercado nacional se vienen adaptando a las condiciones de la región. Se realizó la adaptación de tres elementos de trabajo (Aporcadora, extirpadora y escarificadora) a una máquina cultivadora multiuso; donde la barra portaherramienta o chasis es el mismo diseño para los tres casos, variando lo forma, tamaño y configuración de los brazos portaherramientas según la particularidad del trabajo realizado por cada elemento de trabajo. Se diseñó y adaptó el acoplamiento de los elementos de trabajo a la motocultivadora Diesel de 18 HP de potencia como fuente de energía motriz para el accionamiento de la cultivadora multiuso; siendo el acoplamiento con barra de tiro el más sencillo y práctico para la buena operación del conjunto Motocultivadora – Cultivadora, con sus tres elementos de trabajo intercambiables: Aporcadora, extirpadora y escarificadora. La capacidad efectiva de campo varió entre el valor mínimo 0.225 Ha/hr en el aporque de la papa y hasta un valor máximo de 0.262 Ha/hr en la escarda del cultivo del trigo; el tiempo operativo máximo fue en el cultivo de papa 5.34 hr/Ha y el mínimo 3.82 hr/Ha en la escarda del cultivo de trigo. Al comparar los ahorros entre el costo de la labor manual y la labor mecanizada en la labor de cultivo; el ahorro máximo fue en el aporque del cultivo de papa con 294.10 soles/Ha y el ahorro de costo mínimo en el extirpado de malezas del cultivo de arveja con 186.30 soles/Ha.

**Palabras clave:** Motocultor, cultivadoras, aporcador, extirpador, escarificador.

## INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos de las labores agrícolas el hombre trató de eliminar las hierbas indeseables, primero arrancándolas con las manos y después con la ayuda de implementos sencillos. El azadón o guadaña es uno de estos implementos para desyerbe y descompactación de la capa superficial del suelo, que todavía se emplea masivamente. El machete también se utiliza para eliminación de plantas más desarrolladas. Con el empleo de la tracción animal y después con la mecanización surgieron diferentes modelos de cultivadores de múltiples órganos de trabajo. La Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, considera como aspecto importante el iniciar con la investigación del campo maquinaria agrícola y tecnificarlo de acuerdo a la situación actual.

El motocultor se puede considerar como un tractor de un solo eje, que se conduce a pie mediante unos brazos que se denominan manceras, al que se le pueden acoplar implementos agrícolas diferentes, al igual que se hace en los tractores. Para apoyar en las labores agrícolas a los pequeños agricultores y facilitar su trabajo se desarrolla otra alternativa la adaptación de modelos de cultivadores multiuso con diferentes elementos de trabajo como son la aporcadora, extirpadoras y escarificadoras aplicables a los diferentes cultivos alimenticios de la región Ayacucho.

Para facilitar la problemática indicada se ha adaptado y evaluado cualitativa y cuantitativamente los cultivadores multiusos con diferentes elementos de trabajo y buscando eficiencia y eficacia en las labores ejecutadas; para ello se instaló los cultivos de maíz, papa, quinua, arveja, haba y trigo.

### **Justificación**

- *Justificación técnica.* Con la adaptación de implementos agrícolas que complementen el trabajo generado por el motocultor, se consigue aumentar la

eficiencia del proceso agrícola, debido a que esta tecnificación disminuye tiempo y esfuerzos. Existen grandes problemas que ocasionan los actuales sistemas de aporque que implican la utilización de grandes tractores que por causa de su peso producen efectos negativos al suelo como la compactación, con el correcto equipamiento de los motocultores se evitará esta problemática.

- *Justificación económica.* El proyecto de investigación resulta factible debido a que la adquisición de accesorios para motocultor resulta mucho más económica que accesorios para grandes tractores que se ha utilizado en el laboreo agrícola tradicional, generando beneficios importantes.

El mercado actual de motocultores, ofrece paquetes comerciales donde se promociona el motocultor con un único accesorio denominado rotavator. Este es un punto favorable para el desarrollo de la presente tesis, debido a que con la adaptación de accesorios más adecuados aumentarán la diversificación de funciones a realizar y, por tanto, disminuirán los costos de producción agrícola.

### **Objetivo general**

Adaptar, evaluar el desempeño y capacidad de trabajo de una cultivadora multiuso de tracción mecánica en el aporque y deshierbo de los cultivos alimenticios.

### **Objetivos específicos**

1. Acoplar y adaptar tres cultivadoras multiusos de tracción mecánica a un motocultor de 18 HP de potencia.
2. Precisar el desempeño de las cultivadoras multiusos de tracción mecánica en los cultivos alimenticios de papa, maíz, quinua, haba, arveja y trigo.
3. Evaluar la capacidad y eficiencia de campo de las cultivadoras multiusos en estudio.
4. Evaluar los costos de la labor realizado con la cultivadora multiuso en los diferentes cultivos.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El australiano Arthur Clifford Howard, en 1912 comenzó a idear un sistema que facilitara las labores de la granja de su padre, empezó a experimentar con el tractor a vapor de su progenitor como fuente de poder y cuchillas múltiples rotativa. Para 1919 ya tenía su diseño listo y en 1920 patentó el motocultivador (De maquinas y herramientas, 2019)

Rojas (2001) La labranza de suelos por medio de los arados, rastras, rodillos y cultivadores es un conjunto de labores que constituyen las acciones más importantes del manejo de los suelos para la producción de cultivos, desde los inicios de la mecanización agrícola. Las máquinas de labranza se han desarrollado a partir de mediados del siglo 19, realizando los agricultores repetidas labores hasta que la superficie del suelo quedara totalmente mullida. En la actualidad las labores de arar y rastrear se realizan porque son tradicionales y con mucha frecuencia sin pensar si la operación en particular es necesaria o no y si lo es cuáles son sus objetivos.

### **1.2. BASES TEÓRICAS**

#### **1.2.1. Consistencia del suelo**

Jaramillo (2002) Dice que la consistencia es la propiedad que define la resistencia del suelo a ser deformado por las fuerzas que se aplican sobre él. Esta propiedad del suelo lo definen el contenido de humedad orgánica del suelo y tipos de arcilla. La estabilidad estructural también es un componente importante de la resistencia del suelo.

Tradicionalmente la consistencia del suelo se ha manejado como una propiedad mecánica del suelo y ha tenido mucha importancia y aplicación en la ingeniería civil. Sin embargo, desde el punto de vista agronómico, esta propiedad está muy relacionada

con el laboreo del suelo y, por ende, sobre sus efectos en él como la compactación, el encostramiento superficial y la reducción del espacio vacío disponible para el desarrollo de las raíces.

### 1.2.2. Estados de consistencia del suelo

Son varios los estados de consistencia que presenta el suelo y depende del contenido de humedad del suelo. Los estados de consistencia reflejan la relación en que se encuentran las fuerzas de cohesión (atracción entre partículas o moléculas de la misma sustancia) y de adhesión (atracción entre sustancias o partículas heterogéneas) en el suelo.

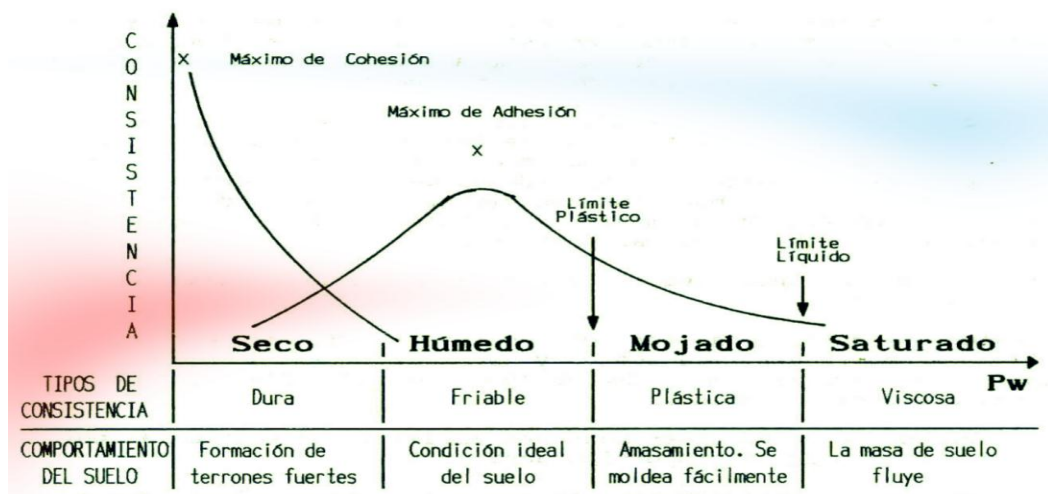


Figura 1.1. Efecto de la humedad en la consistencia del suelo

Fuente: (Jaramillo, 2002)

En la Figura 1.1 se muestra como el contenido de humedad del suelo afecta en los diferentes estados de consistencia del suelo. A medida que se incrementa el contenido de humedad del suelo van cambiando las fuerzas que determinan su comportamiento mecánico, lo cual se manifiesta en las propiedades que va adquiriendo. Además, puede observarse la variación de las fuerzas de cohesión y de adhesión con respecto al incremento de la humedad en el suelo.

#### a) Estado coherente

En un suelo seco, podemos observar una exagerada dureza en terrones de suelo a esto denominamos suelo cohesivo mayormente presentes en suelo arcilloso, en suelos arenosos (suelo no cohesivo). En la mayoría de los suelos agrícolas, cuando se someten a laboreo en este estado de consistencia, se presenta aterronamiento grueso; hay



partición y disgregación mecánica de partículas, formándose grandes nubes de polvo; en este estado no es posible volver a unir terrones de suelo entre sí, después de haberlos separado por ruptura de otros de mayor tamaño.



Figura 1.2. Estado coherente

Fuente: (Caballero, 2016)

En la Figura 1.2 observamos que hay una estrecha relación entre la fuerza de cohesión frente a la fuerza de adhesión del suelo en estado húmedo.

#### **b) Estado de fragilidad o de friabilidad**

Se produce al incrementar el porcentaje de humedad del suelo superando los límites del estado coherente, sin que se aglomere de agua para no producir fuerzas de adhesión en el sistema. En esta etapa el suelo se desintegra fácilmente produciéndose un nivel óptimo de humedad facilitando las labores agrícolas, produciéndose así una baja alteración en la estructura del suelo.



Figura 1.3. El mejor momento para laboreo del suelo es en su estado friable

Fuente: (Jaramillo, 2002).

En los suelos agrícolas, dentro del estado de friabilidad, se presentan dos índices de consistencia importantes para su manejo:

- **Límite de soltura (LS)**

Llamado también límite de glutinosidad, límite de pegajosidad o punto de detersión (Baver, Gardner, & Gardner, 1973), representa el contenido máximo de humedad que presenta un suelo, sin que se adhiera a cuerpos extraños; este es el punto óptimo de labranza.

- **Límite inferior de plasticidad o límite plástico (LIP)**

Es el contenido de humedad en el cual, las fuerzas de cohesión y adhesión se igualan. Normalmente el valor de este límite es ligeramente mayor que el valor que el límite de soltura y es el límite máximo de humedad que debe tener el suelo para ser sometido a laboreo con bajo riesgo de deterioro físico (Baver, Gardner, & Gardner, 1973).

**c) Estado plástico**

Es la etapa en donde se producen fuerzas extrañas de adhesión a causa de la humedad del suelo en la cual se producen deformaciones que permite moldear y conservar el suelo, ubicados entre el límite superior y el límite inferior de plasticidad (Figura 1.1).

Límite Líquido. Es el porcentaje de humedad en el suelo, produciéndose deformaciones por su propio peso, comportándose como un fluido.

En el estado plástico a mayor concentración de humedad mayor será la compactación en el suelo para ello se requerirá mayor potencia al momento del laboreo del suelo perjudicando así el proceso. (Figura 1.4)

**d) Estado de fluidez**

En esta etapa se produce sobresaturación de agua en el suelo sobrepasando así el contenido de humedad perjudicando el laboreo del suelo; existen excepciones como en el caso del cultivo del arroz cultivado bajo condiciones de inundación. (Figura 1.5)



Figura 1.4. Estado de friabilidad

Fuente: (Caballero, 2016)



Figura 1.5. Saturación de humedad

Fuente: (Caballero, 2016)

### 1.2.3. Compactación del suelo

Hillel (1998) cuando la macroporosidad del suelo es demasiado baja y la aireación está restringida, el suelo se considera denso. El suelo es muy denso y el tamaño de sus poros es tan fino que dificulta la penetración, y el drenaje de las raíces. La compactación también reduce el volumen y la continuidad de los macroporos, reduciendo así la conductividad eléctrica del aire y el agua.

Montenegro y Malagón (1990) menciona que la compactación se produce principalmente cuando el cultivo se realiza en suelos muy húmedos, y los suelos con bajo contenido de materia orgánica, mal drenaje o de diversos tamaños de partículas presentan una mayor compactación del suelo.

Arar el suelo a la misma profundidad durante un período de tiempo relativamente largo en condiciones de humedad insuficiente crea una zona de compactación en el fondo del surco de labranza a través de la cual la máquina de labranza puede rodar. Después de un tiempo, se observa un horizonte completamente compactado llamado piso de arado. (Figura 1.6)



Figura 1.6. Horizonte completamente compactado

Fuente: (Caballero, 2016)

Al trabajar con máquinas agrícolas, para evitar la compactación y el daño a la estructura del suelo, hay que buscar soluciones y recomendaciones entre las que se pueden citar:

- Realizar las operaciones con el adecuado contenido de humedad.
- Mejorar los ajustes y operación de las máquinas agrícolas.
- Omitir las operaciones y viajes innecesarios.
- Sembrar mediante métodos de labranza mínima o siembra directa.

En la Figura 1.7, en la que se presenta la acción de un neumático de tractor sobre un suelo con diferentes contenidos de humedad puede apreciarse la profundidad a la que puede llegar el efecto.

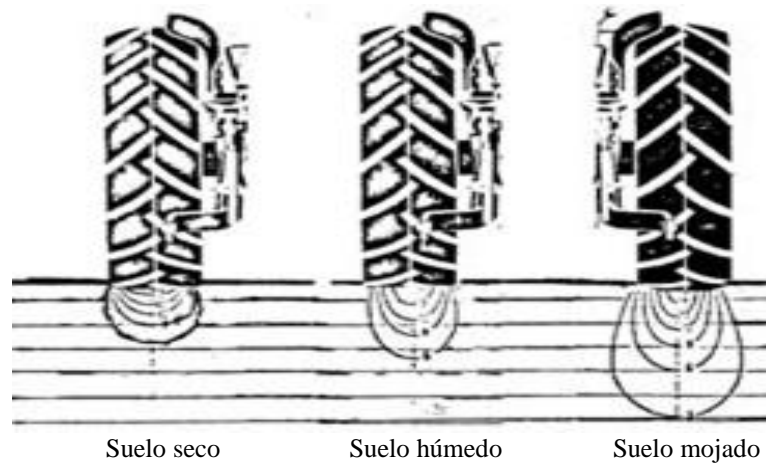


Figura 1.7. Efecto en profundidad de la compactación con diferente contenido de humedad

Fuente: (Jaramillo, 2002)

#### 1.2.4. Encostramiento superficial

Se trata de un proceso que implica la separación, transporte y acumulación de partículas finas del suelo mediante la acción del agua (como la lluvia o el riego por aspersión) que llega desde cierta altura, formando así un material superficial fino. Los efectos antes mencionados incluyen rellenar los poros y secar el suelo para consolidar la costra.

La poca estabilidad estructural de suelo y la poca saturación es determinante para la producción de costra limitando así el crecimiento de plántulas como también la reducción del intercambio gaseoso del suelo incrementando la escorrentía. (Figura 1.8) (Jaramillo, 2002).



Figura 1.8. Encostramiento superficial del suelo

Fuente: (Caballero, 2016)

### **1.2.5. Textura del suelo**

La textura es un concepto que expresa la composición granulométrica (disposición de los componentes minerales según el tamaño de las partículas) del suelo. Es una propiedad física muy importante para la agricultura, ya que condiciona el comportamiento del suelo en cuanto a la aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y facilidad de laboreo.

Los suelos de textura arcillosas resultan difíciles de cultivar y presentan problemas de drenaje y aireación. En el otro extremo, los suelos arenosos son fáciles de labrar y tienen buena aireación, pero su drenaje es excesivo, con lo que retienen poca agua se secan con rapidez y nutrientes se pierden fácilmente por lavado (eluviación o lixiviación). En un punto de equilibrio están los suelos francos, que son los de textura más adecuada para la agricultura (Suelo I. , 2002).

### **1.2.6. Estructura del suelo**

Las partículas que conforma el suelo tienen la capacidad de agruparse de diferentes formas, y el ordenamiento que estas adopten se conoce como estructura. Si el suelo contiene alta proporción de arena no existe una ordenación estructural, debido a la ausencia de las propiedades aglutinantes que proporcionan la materia orgánica, el calcio y la arcilla (Suelo O. , 2002).

### **1.2.7. Labranza de suelos**

El propósito de la labranza del suelo es de aumentar el volumen de los poros. Para una buena estructura requiere del equilibrio entre poros finos, medianos y en menor grado gruesos, pero toda herramienta agrícola crea poros gruesos (Benzing, 2001).

El suelo es consecuencia de la acción de la naturaleza y es el resultado tanto de fuerzas destructivas como constructivas. Constituye el hábitat de las plantas y es el medio de mayor importancia en el desarrollo de los cultivos y los animales. La preparación del suelo, conocida también como labranza, busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos, es decir, para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces, plantas y para la formación del fruto, en la mayoría de los casos ayudando a incrementar significativamente la producción. Par lograr esto, desde la óptica de una correcta utilización del Parque de Máquinas y Tractores (PMT), es importante



considerar las características del suelo y del cultivo, los aperos de labranza disponibles, reducir las operaciones de trabajo en función de evitar el efecto de la compactación en el suelo, por lo que se ha hecho necesario establecer sistemas de labranzas (Rodríguez, 1985).

Sobre la labranza del suelo se han sustentado diferentes teorías, de las cuales muchas han llegado hasta nuestros días. Los sistemas de laboreo son citados por (Rojas, 2001), como:

- Laboreo tradicional o convencional
- Laboreo mínimo.
- Laboreo bajo cubierta.
- Laboreo en franjas.
- Laboreo de conservación.

En la agricultura no existen normas fijas; el laboreo y la siembra dependen del clima, de los equipos con que se cuentan y de los objetivos productivos. No existe un sistema de laboreo que pueda considerarse universal, cada suelo y área geográfica presentan características específicas. Actualmente las formas de manejo del suelo ofrecen un amplio abanico de posibilidades, desde la labranza tradicional hasta la siembra directa, debiendo cada agricultor optar por la que más se aproximen a sus intereses (Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1998; Márquez, 2001; Hernanz, 2002 a; Gutiérrez, 2002b).

#### **a) Labranza secundaria después de la siembra**

Rojas (2001) menciona que el término "pasar el cultivador" es muy empleado por los agricultores. Son aquellas labores que se efectúan en los cultivos sembrados en hileras anchas como maíz, remolacha, maravilla, cuando las plantas tienen cuatro a seis hojas (Figura 1.9)



Figura 1.9. Pasar el cultivador en maíz

Fuente: (Rojas, 2001)

Los fines principales para realizar el cultivo entre las hileras son:

- Controlar malezas.
- Hacer surcos para el riego.
- Incorporar fertilizantes.
- Airear el suelo rompiendo costras.

#### **1.2.8. Maquinas cultivadoras**

Polanco (2007) indica que es un implemento que se utiliza para realizar labores del cultivo sembrados en hileras o surcos, con el fin de arrancar las malezas, remover el suelo para facilitar su aireación, aporcar las plantas, incorporar fertilizantes e insecticidas, preparar el suelo para retener la lluvia, facilitar la nutrición de los cultivos, entre otras.

Para realizar esta labor y que no resulte perjudicial a las plantas, deben de darse ciertas condiciones del suelo y del cultivo, como tales:

- El suelo debe estar en buenas condiciones de humedad, la altura de la maleza debe ser apropiada y el tamaño del cultivo óptimo.
- Tener cuidado de no arrancar o enterrar las plantas útiles.
- No dañar las raíces del cultivo por muy pequeñas o superficiales que sean.
- La cultivadora trabajará en la superficie que hay entre la hilera de plantas o sea en las calles del cultivo, arrancando las herbáceas indeseadas.



- Cultivar a la profundidad correcta de acuerdo con el tamaño del cultivo y de la maleza.
- Al mover demasiado la tierra, puede haber mayor pérdida de humedad.

Principi et al (2005), menciona que la labor del cultivo son operaciones de labranza que se realiza después de la siembra. 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 plaza 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, de las condiciones del terreno, de la potencia disponible (Principi et al, (2005).

Los cultivadores se emplean normalmente en presencia de malezas y de la planta cultivada muy joven a la cual no hay que ocasionarle daño. Por tal razón la acción del cultivador depende de la diferencia de desarrollo de las malezas y de la planta cultivada, lo que puede llamarse "resistencia diferencial". Cuando la maleza está pequeña, el daño al cultivo será menor. El paso oportuno del cultivador resulta muy importante, puesto que si crece mucho la maleza resulta imposible trabajar (Rojas, 2001).

### **1.2.9. Implementos y equipos utilizados en la labor de cultivo**

Principi et al (2005) precisa que en forma general los equipos empleados para labores culturales son de acuerdo a su relación con tractor pueden ser de arrastre o suspendidos y de mayor uso son:

#### **a) Cultivador Standard**

Compuesto por un bastidor o chasis tubular que tiene por su enganche delantera el enganche regulable adaptable al tiro del tractor, si es de arrastre. Si el modelo es de enganche en tres puntos (suspendido), 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 complementan con ruedas reguladoras de la profundidad, estas permiten graduar la profundidad de trabajo. La profundidad se varía aflojando los bulones o abrazadores y moviendo el vástago a la posición deseada. Las ruedas reguladoras obligan a los conjuntos a elevarse en los lugares altos y descender en los bajos.

Los cuerpos pueden desplazarse lateralmente sobre el bastidor o barra portaherramientas, 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 se refiere a las rejas utilizadas en los cultivadores existen gran variedad según el trabajo a realizar:

**Rejas tipo escardillo:** Son de varios tamaños, remueve 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 (Principi et al ,2005).



Figura 1.10. Reja tipo escardillo

Fuente: (Amer, 2018)

**Rejas tipo universal:** Son rejas que no tienen aletas, poseen puntas (Principi et al, 2005).



Figura 1.11. Reja tipo universal

Fuente: (Principi et al ,2005)

**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 (Principi et al ,2005).

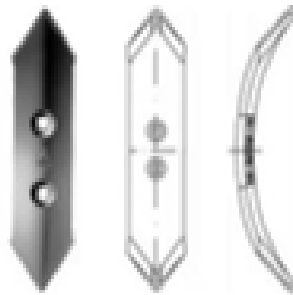


Figura 1.12. Rejas con doble puntas

Fuente: (Amer, 2018)

**Rejas surcadoras o aporcadoras:** Poseen aletas altas se utilizan para formar caballones, de modo que dos vertederos voltean la tierra a ambos lados del brazo (Amer, 2018)



Figura 1.13. Reja aporcadora

Fuente: (Amer, 2018)

**Discos surcadores o aporcadores:** Son cóncavos y convexos realizan el surcado y el aporque.

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 rafees. Esta práctica se realiza en el cultivo de maíz, no así en el girasol, ni soya (Rojas, 2001).

#### **b) Cultivador de hileras**

Este equipo posee a semejanza del cultivador estándar, la misma estructura o composición de los cuerpos. Estas son las encargadas de efectuar la tarea de desmalezado, remoción de suelo, descomposición superficial (planchado), etc. De acuerdo a modelos existen equipos de 5,7 cuerpos y por ende de 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 la cambia por otras más anchas y planas (Principi et al ,2005).

Las cultivadoras para cultivos en hileras, la operación consiste en aflojar la tierra entre las hileras de plantas, y a la vez cortar, destruir y cubrir malas hierbas, mediante varios tipos de herramientas tales como escardillos, cuchillas o azadas, azadones rotativos, dientes, y trinchas rompedores (Berlijn, 1992).



Figura 1.14. Cultivador en hilera

Fuente: (Turrado, 2009)

**c) Cultivador rotativo o roto –rastra**

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.

Este equipo permite realizar entre otras tareas la de eliminar el planchado, airear el suelo, desmalezar. El desmalezado que efectúa es eficiente en tanto y en cuanto la maleza esté en estado de plántula. La velocidad de trabajo es de 8 a 10 km/h (Principi et al, 2005).



Figura 1.15. Rastra agrícola

Fuente: (Maquinarias Agrícolas Norte zac, 2019)

**d) 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 continúa efectuando las labores de mantenimiento (Principi et al ,2005).



Figura 1.16. Rastras de diente

Fuente: (Espina Hnos - Nancesur S.A., 2020)

### 1.2.10. Componentes de la cultivadora multiuso

Polanco (2007), precisa que las cultivadoras están constituidas por una barra portaherramientas, en las que van colocadas los cuerpo o brazos verticales que pueden tener múltiples formas, con resortes o sin ellos, con mecanismo de graduación para cambiar de posición de trabajo y permitir adaptarse a las diferentes condiciones del terreno y del cultivo; en el extremo de los brazos se ubican los elementos de trabajo o uñas. El sistema de enganche al tractor es de tres puntos o alce hidráulico.

Los elementos más importantes de una cultivadora son:

- **Chasis o Bastidor:** Es una estructura metálica más o menos robusta, en la cual se amarran el resto de elementos del implemento y está formado por un marco de acero muy firme con uno, dos o tres barras separadas entre 50 o 80 cm. Y anchos variables.
- **Ruedas:** Son utilizadas para el control de profundidad y en otros casos también se utilizan para el transporte cuando se trata de cultivadores plegables de más anchura.
- **Brazo:** Esta construido de acero flexible, tienen forma de arco con un escardillo en la punta que trabaja en el suelo y van sujetos directamente al bastidor separado de 15 a 20 cm. Existe una variada oferta de brazos en el mercado: rígidos, flexibles, con, muelles etc.
- **Rejas:** Esta es la parte que trabaja directamente el suelo. Es la que sufre el mayor desgaste y es imprescindible cambiarla cuando se deteriora.

- **Sistema de enganche o torreta:** Es el mecanismo o pieza que acopla al cultivador a la fuente energética (yunta o tractor) para su tracción.

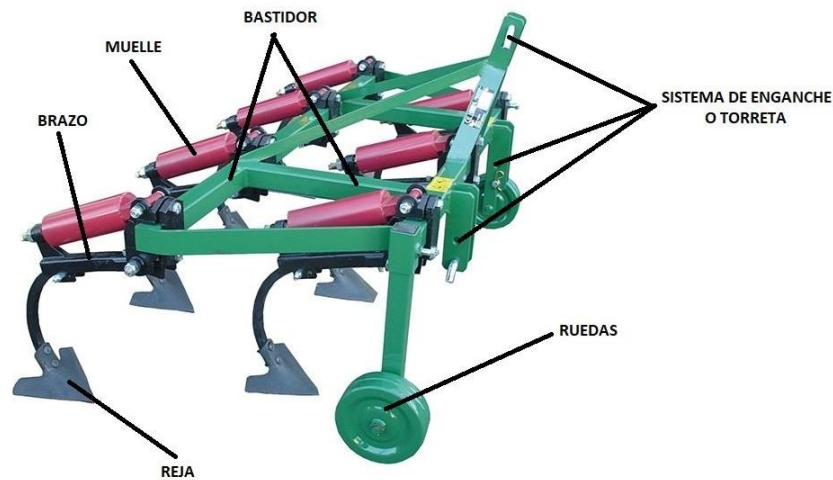


Figura 1.17. Partes de una cultivadora

Fuente: (Amer, 2018)

### 1.2.11. Acción de la cultivadora multiuso en el suelo

Rojas (2001), Nos dice que 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.

- **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.

- **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.



Figura 1.18. Inclinación de los escardillos

Fuente: (Rojas, 2001)

### 1.2.12. Clasificación de cultivadoras según la fuente de energía para su accionamiento

Rojas (2001) Menciona que existen diferentes clases o diseños de cultivadores de acuerdo con las condiciones del terreno, el cultivo principal y la fuente de energía que se utilice para accionarlas. Entre los prototipos más utilizados en el país están los siguientes:

#### a) **Cultivadora de tiro animal**

La cultivadora de tracción animal sirve para aflojar la tierra profundamente, por ejemplo, entre hileras de maíz y soya, con distancias entre hileras bastante grande. En cultivos con raíces superficiales, extendidos, sembrados a menores distancias se pueden dañar las raíces (Berlijn, 1992).



Rojas (2001), Menciona que es un marco en forma de triángulo y provisto de manceras para su dirección por un operario, se montan los escardillos. Enfrente hay una rueda que sirve de guía y control de la profundidad. Mediante una palanca se controla la inclinación de los escardillos (Figura 1.19).

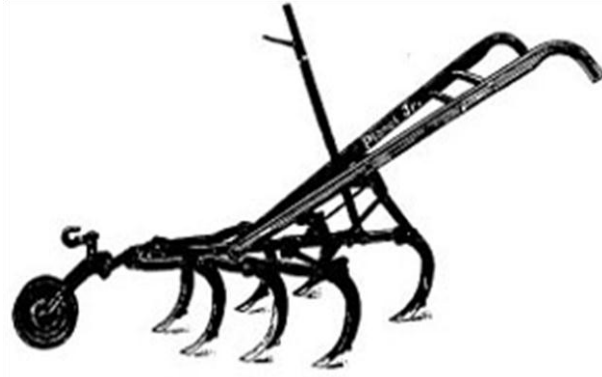


Figura 1.19. Cultivador de tiro animal

Fuente: (Rojas, 2001).

#### **b) Cultivadores de tracción mecánica**

Principe et al (2005) Menciona que estas cultivadoras se enganchan al tractor de forma integral o sea al enganche de tres puntos, con el que se logra regular la profundidad de corte, el levantamiento de la cultivadora para hacer giros en el trabajo y para el transporte. Él cuerpo principal es una barra porta-herramientas donde se colocan los soportes de los discos aporcadores y de las azadas o azadones cultivadores.

Trabajar con cultivadores montados en un tractor resulta mucho más complicado que trabajar con otras herramientas de labranza. El tractor debe avanzar por entre las hileras sin dañar a las plantas y por lo tanto hay que tener presente dos situaciones que no se pueden omitir (Figura 1.20).

- Trabajar con un tractor de trocha ajustable y neumáticos angostos.
- Cultivar por pasada el mismo número de hileras sembradas.

En la mayoría de los tractores es posible efectuar ajustes en su trocha de manera que pueden circular por entre las hileras. Estos ajustes, por diferentes métodos, son posible tanto en las ruedas traseras como en las delanteras. El ajuste de la trocha, más los neumáticos angostos evita que se dañen por este motivo las plantas de las hileras.

Pueden ser dañadas por un mal ajuste del cultivador. En cada pasada se debe trabajar el mismo número de hileras sembradas, para una coincidencia entre lo sembrado y cultivado (Rojas, 2001).



Figura 1.20. Tractor trabajando entre las hileras

Fuente: (Rojas, 2001).

- **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 (Figura 1.21), (Rojas, 2001).

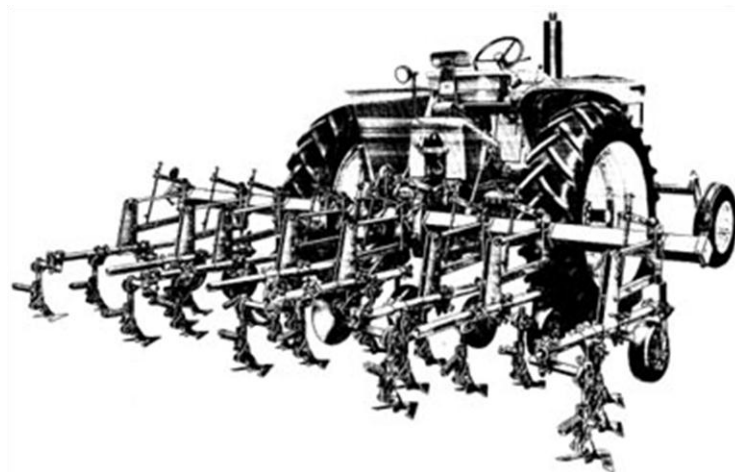


Figura 1.21. Cultivador de montaje trasero

Fuente: (Rojas, 2001)

- **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 (Figura 1.22), (Rojas, 2001)

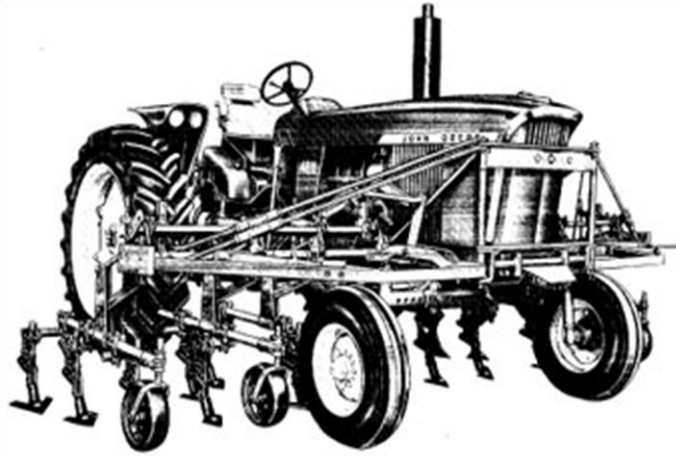


Figura 1.22. Cultivador de montaje frontal

Fuente: (Rojas, 2001)

### 1.2.13. Clasificación según los órganos operativos de la cultivadora

Rojas (2001) Según las partes operativas del cultivador se tiene las siguientes variantes:

#### a) Puntas escarificadoras

Son robustas y que trabajan a una profundidad de 12 a 15 cm, se utilizan para disgregar el suelo en labores de bina siendo las más empleadas en los cultivadores. Es la más usada ya que su campo abarca la mayor cantidad de situaciones que se pueden presentar y tiene una anchura de 3 – 4 cm (Rodríguez, 2012).

Rojas (2001) 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.

Existen diferentes puntas escarificadoras y son los siguientes:

- **Puntas de lanza.** Se usa para controlar malezas cuando éstas están pequeñas (1 y 2 Figura 1.23)
- **Puntas dobles.** Empleando para escarificar profundo, hasta el subsuelo entre hileras (3, 4 y 5 Figura 1.23).

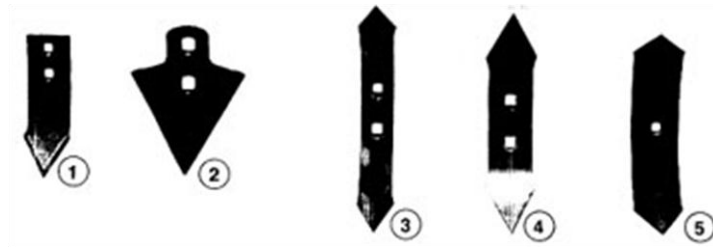


Figura 1.23. Puntas escarificadoras

Fuente: (Rojas, 2001)

### b) Puntas extirpadoras

Son anchas y se emplean para cortar las raíces de las malas hierbas dejándolas secar a la intemperie (Rodríguez, 2012).

Son de uso extensivo para aflojar la tierra superficialmente cuando el cultivo todavía se encuentra en su etapa inicial de desarrollo. Los tamaños más comunes varían entre 6 y 12 pulgadas, 15 y 20 cm de ancho (Berlijn, 1992).

Su labor principal es controlar malezas (Rojas, 2001); 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 espaciamiento. Existen puntas de mitad para ser colocadas al lado de las hileras para que no desplacen suelo sobre las plantas pequeñas.

- **Puntas universales.** Su corona es de ángulo bajo y alas cortas para una limpieza rápida y trabajar a alta velocidad (Figura 1.24).
- **Puntas mezcladoras.** Su corona es de ángulo bajo y alas largas las que producen un ligero movimiento del suelo (2y 3 Figura 1.24).
- **Puntas de uso general.** Su corona es de ángulo alto y a las más largas y angostas para un buen flujo del suelo (4 y 5 Figura 1.24).



Figura 1.24. Diferentes puntas extirpadoras

Fuente: (Rojas, 2001)

### c) Cuchillas desmalezadoras

Rojas (2001) Son puntas en forma de cuchilla corta en forma paralela a la superficie del suelo a poca profundidad. Están disponibles para instalarlas para trabajar hacia la izquierda o hacia la derecha con perforaciones para su ajuste.

- **Cuchillas desmalezadoras torcidas redondas.** Tienen una forma redondeada lo que permite proteger las raíces superficiales (1 Figura 1.25).
- **Cuchillas desmalezadoras torcidas rectas.** Cortan mejor en suelos más duros (2 Figura 1.25).
- **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 1.25).
- **Cuchillas de forma curvo.** Se usan para cortar malezas muy tupidas gruesas y desarrollas sin dañar a las plantas pequeñas cultivadas (4 Figura 1.25).

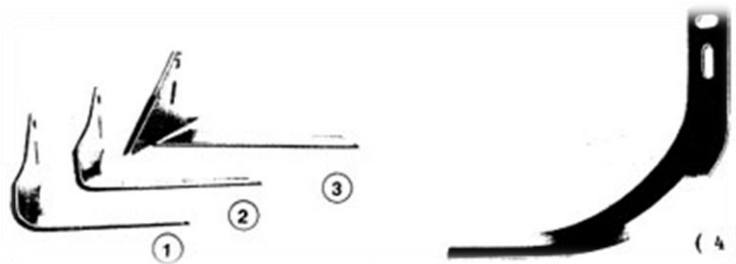


Figura 1.25. Cuchillas desmalezadoras

Fuente: (Rojas, 2001)

### d) Puntas surcadoras o aporcadoras

Tienen forma de dos vertederas opuestas. A su paso por el suelo dejan formados surcos para riego. Tienen diferentes tamaños y formas.

- **Pala surcadora de abertura.** De forma plana en tamaños de 20 a 25 cm, tiene muy buena penetración en suelos duros (1 Figura 1.26).
- **Pala surcadora con alas.** Las vertederas son largas de 20 a 30 cm. Hacen surcos limpios lo que facilita escurrir de agua (2 y 3 Figura 1.26).

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



Figura 1.26. Puntas surcadoras

Fuente: (Rojas, 2001)

### e) 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 (Figura 1.27).

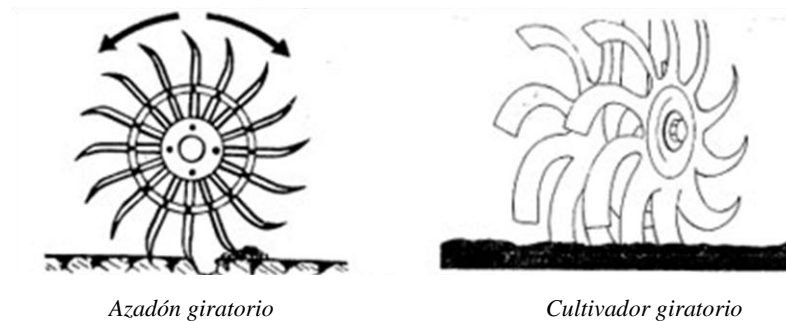


Figura 1.27. Escardillos giratorios

Fuente: (Rojas, 2001)

- **Azadón giratorio**

Esta herramienta está concebida para trabajar toda la superficie del suelo. Está formada por un conjunto de ruedas en forma de estrella de varias puntas con dientes de horquillas, de diámetros entre 45 y 55 cm, ordenadas en su eje una al lado de la otra, separadas entre 10 y 18 cm. Cada rueda cuelga de un vástago cargado mediante un resorte, lo que le permite levantarse o bajarse individualmente al trabajar suelos dispares, o sobre pasar obstáculos. De este modo cada estrella gira libremente en su eje horizontal, perpendicularmente a la dirección de avance. Al girar y avanzar, cada diente penetra unos pocos centímetros en el suelo arrastrando una fina capa de suelo que cae detrás de ella. Su penetración es función del peso y de la velocidad (Figura 1.28).



Figura 1.28. Azadón giratorio

Fuente: (Deere, 2020)

El trabajo con esta herramienta se deberá efectuar cuando la planta cultivada esté bien arraigada y no pase de los 10 cm de altura y las malezas estén de menor tamaño. La velocidad apropiada se estima de 8 a 10 km/h.

- **Cultivador giratorio**

Esta herramienta está diseñada para trabajar en las entre líneas de los cultivos sembrados en hileras separadas. Cada cuerpo está formado por un conjunto de estrellas con dientes cortadores curvos y planos ubicados radial mente que giran al revés de los azadones. Los dientes están diseñados para cortar hacia la izquierda o hacia la derecha. Se puede trabajar muy cerca de las hileras, como único elemento o confinado con otros escardillos (Figura 1.29).



Figura 1.29. Cultivador giratorio

Fuente: (Champmach, 2020)

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.

#### 1.2.14. Clasificación de cultivadores multiuso según los tipos de brazos

Amer (2018) Clasifica los cultivadores según los tipos de brazos en:

- **Brazo rígido:** Prácticamente no se utilizan por los golpes o tirones que producen en el bastidor. El motivo es por su falta de elasticidad. Además, para el desterronado es necesaria la vibración de los brazos.



Figura 1.30. Brazo Rígido

Fuente: (Amer, 2018)

- **Rígidos vibrantes con resorte:** Con un eje transversal al sentido de la marcha respecto al cual pueden girar y un muelle fuerte que comprime contra el terreno. Al encontrar un obstáculo, el muelle comprime pudiendo pasarla. La vibración a que van sometidos favorece el desmenuzamiento de los terrones.



Figura 1.31. Brazo rígido vibrante con resorte

Fuente: (Amer, 2018)

- **Flexibles de acero plano:** Realizan un mullido excelente del terreno, aunque la profundidad de trabajo es poco uniforme.





Figura 1.32. Brazo flexible de acero plano

Fuente: (Amer, 2018)

- **Flexibles o elásticos en espiral:** El brazo forma un bucle o espiral permitiendo el movimiento verticalmente y horizontalmente cuando se encuentra un obstáculo. Este movimiento se aprovecha para romper terrones y mullir el terreno, se usan para labores más o menos profundas.



Figura 1.33. Brazo elástico en espiral

Fuente: (Amer, 2018)

- **Brazos sensitivos:** Estos brazos, en uno de sus laterales, llevan un mecanismo de accionamiento hidráulico de forma que cuando el palpador tropieza con la cepa del árbol, desplaza lateralmente el último brazo, disminuyendo el ancho de labor de manera que no daña la cepa. Una vez superado el árbol, el brazo vuelve a la posición inicial. Este tipo de brazos se suelen usar en viñedos.



Figura 1.34. Brazos sensitivos

Fuente: (Amer, 2018)

### 1.2.15. Ajustes y operación de los cultivadores

Rojas (2001) Menciona que 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
- Trabajar a velocidades adecuadas

#### a) 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.

#### • Herramientas de arrastre

Se llaman también de tiro. Se unen al tractor mediante la barra de tiro de éste y la barra de la herramienta. 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 1.35).



Figura 1.35. Rastra de discos del tipo de arrastre

Fuente: (Deere, 2020)

Las herramientas de tiro tienen las siguientes ventajas:

- 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 más uniforme.
- Tiene la posibilidad de engancharse una detrás de otra para hacer combinaciones de aperos para trabajar con métodos de labranza mínima.

- **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 1.36).

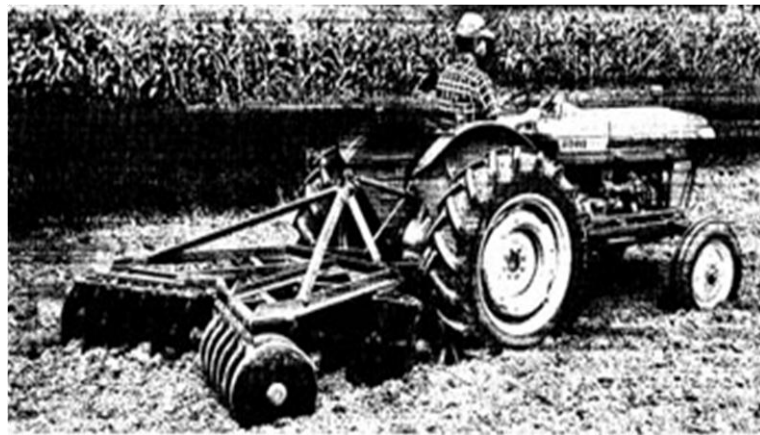


Figura 1.36. Herramienta integral

Fuente: (Rojas, 2001)

Las herramientas integrales al tractor presentan 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 está limitada por la necesidad de mantener las ruedas delanteras en el suelo para tener un adecuado control de la dirección.
- Son levantados y bajados 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.

## **b) Manejo de la combinación tractor herramienta**

Principi et al (2005) 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.
- 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 2500m<sup>2</sup> resulta antieconómico; porque incrementa el costo de la labor por unidad de superficie.

### **1.2.16. Trabajos de investigación sobre cultivadoras**

Según Amer (2018) en su investigación Diseño y Desarrollo de un Cultivador, donde se asemeja al proyecto planteado en el presente trabajo de investigación; es analizar el cultivador que se produce actualmente en Cerrajería Belles S.L.U., que se determinará bajo qué condiciones este sentido durante la labranza, en cuanto a tensiones y

deformaciones. El cultivador está formado por una estructura donde se ubican un número determinado de brazos, dependiendo del tamaño del cultivador, encargados de remover la tierra, en la misma estructura va incorporado un enganche para adaptarlo al tractor y unos pistones hidráulicos para facilitar la maniobrabilidad.



Figura 1.37. Cultivador fabricado en cerrajería Belles S.L.U

Fuente: (Amer, 2018)

Martínez (2016) Nos En el presente trabajo de investigación se diseñó una máquina aporcadora que permite depositar tierra en el cuello de la plántula para mejorar su sostén y producción del tubérculo de una manera más eficiente y adecuada a nuestro medio.

El diseño y modelo se realizó a través del software SOLid Work 2015, el mismo que permite realizar simulaciones, para posteriormente emitir resultados reales que permitan visualizar con claridad las modificaciones que se producen. Este presente trabajo se asemeja a investigación planteada; posee rejas aporcadoras escarificadora para dos surcos y con diferente acoplamiento de enganche.



Figura 1.38. Máquina aporcadora

Fuente: (Martínez, 2016)

Rodríguez (2012) en su trabajo de investigación tiene el objetivo de fundamentar el empleo del apero más adecuado para la labor de surcado en cultivos de rices y tubérculos (patata, boniato, yuca) en fluvisoles, teniendo en cuenta el comportamiento de las dimensiones y forma del caballón, cualidades tecnológicas explotativas del conjunto tractor - apero, consumo energético del proceso productivo y rendimiento agrícola. Los tratamientos considerados estuvieron determinados por la utilización de los surcadores fertilizadores y los surcadores aporcadores. Lográndose obtener un perfil de la sección transversal del caballón de configuración cóncavo – convexo. Es fundamental para guiarse con este tipo de investigación, donde los procesos a desarrollar en este proyecto de investigación serán asemejados.

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 2.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Maquinaria agrícola y Mecánica general y la parte experimental de siembra y prueba de campo de la cultivadora multiuso se realizó en el Centro Experimental de Pampa de Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08' Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, a una altitud de 2760 msnm, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

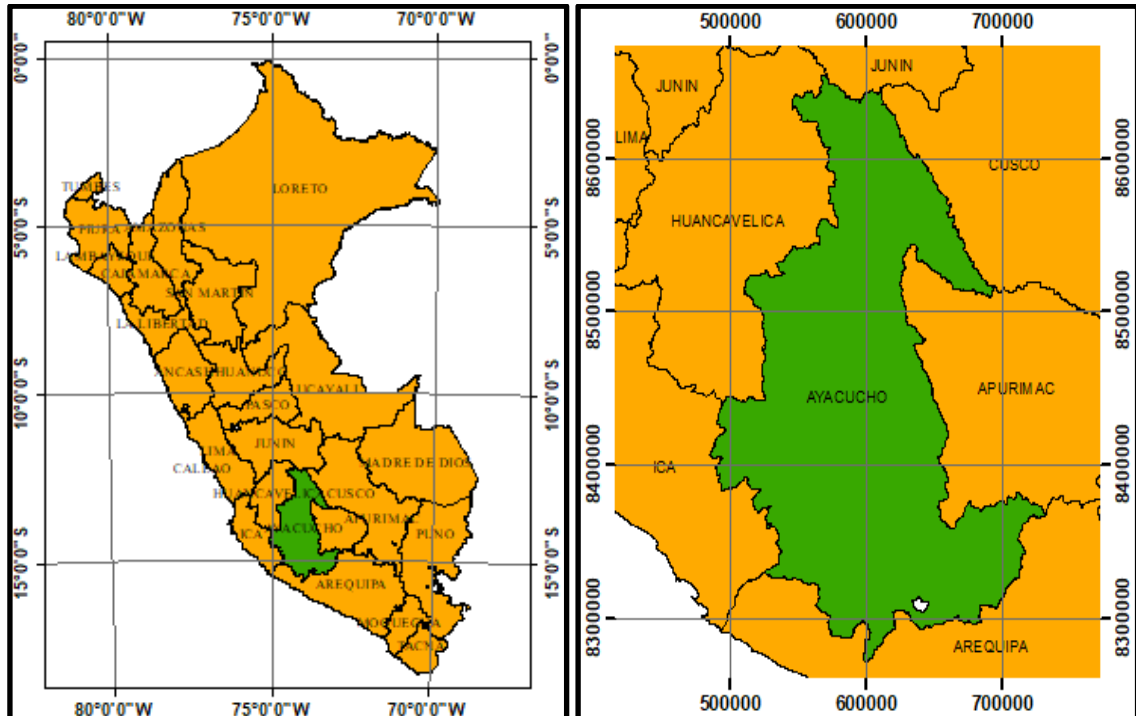


Figura 2.1. Izquierdo; mapa político del Perú, derecha; departamento de Ayacucho

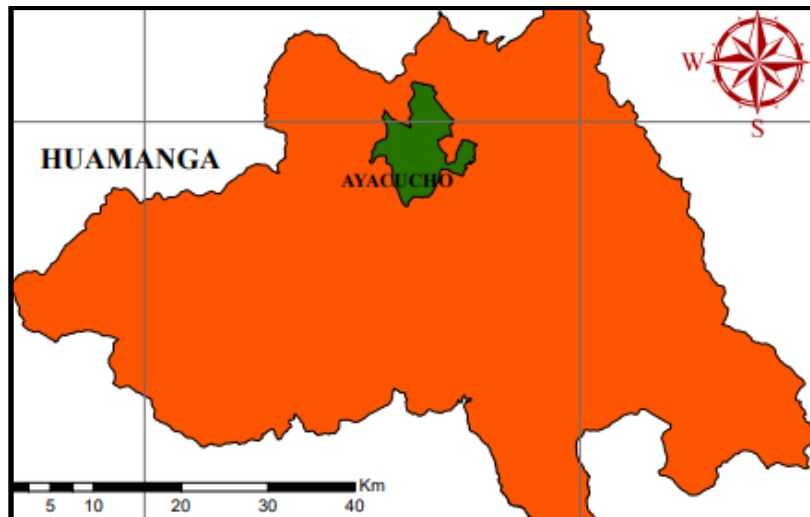


Figura 2.2. Mapa provincial y distrital del campo de experimental



Figura 2.3. Imagen satelital de la ubicación de centro de experimental

### 2.1.2. Características de la zona

El Centro Experimental pampa del Arco, es un terreno de textura franco arcillo arenoso con una profundidad promedio de 20 a 30 cm. de capa arable del suelo, con falta de disponibilidad de agua para riego por tal razón se cultiva en épocas de lluvia.

### 2.1.3. Análisis físico – químico del suelo

El muestreo del suelo se realizó de acuerdo al método convencional, tomándose varias muestras al final se mezcla, de esta se obtiene una porción homogénea de 1 k. el cual fue llevado al laboratorio de Suelos y análisis Foliar " Nicolas Roulet " del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.1.



Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento. Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho

<b>Propiedades químicas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Método</b>	<b>Interpolación según Ibañez y Aguirre</b>
<b>pH</b>		7.94	Potenciómetro	Básico
<b>M.O</b>	(%)	1.32	Walkley Black	Bajo
<b>N-Total</b>	(%)	0.06	Kjeldahl	Bajo
<b>P-Disp.</b>	(ppm)	9.1	Bray Kurtz	Bajo
<b>K-Disp</b>	(ppm)	198.3	Turbidimetría	Medio
<b>Arena</b>	(%)	45.8	Hidrómetro	
<b>Limo</b>	(%)	25.8	Hidrómetro	
<b>Arcilla</b>	(%)	28.4	Hidrómetro	
<b>Clase textural</b>	Franco arcillo arenoso			

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva.

Ibañez (1983) Menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales es pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es bajo. El potasio es considerado como medio.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural franco arcillo arenoso. La textura medio arcillo arenoso es óptima para realizar el aporque porque el suelo se encuentra en estado de friable, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos arenosos pueden provocar una escasez hídrica (Parodi & Romero, 1991).

## **2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

### **2.2.1. Materiales**

Se listan a continuación los principales materiales utilizados para el desarrollo del presente trabajo de investigación experimental.

- Barras de acero
- Planchas de acero

- Pernos y tuercas
- Abrazaderas
- Rejas
- Pintura anticorrosiva
- Lija de fierro
- Electrodo.

### **2.2.2. Equipos y herramientas**

- Tornillo de banco
- Soldadura oxiacetilénica
- Soldadura eléctrica
- Amoladora para acero
- Esmeril metálico
- Regla, flexómetro, wincha y escuadra
- Comba
- Estacas
- Prensa manual
- Cámara fotográfica digital, etc.

## **2.3. METODOLOGÍA**

### **2.3.1. Acoplar y adaptar tres cultivadoras multiusos de tracción mecánica a un motocultivador de 18 HP de potencia.**

#### **Labores de campo**

El presente experimento se condujo con el diseño de bloques completas, donde se subdivide en 6 parcelas; cada parcela tiene una extensión de 120 m<sup>2</sup>. En las parcelas se instaló cultivos alimenticios de acuerdo a las pruebas que se realizó con los modelos de las cultivadoras multiusos. El experimento contó con 6 parcelas de prueba instalándose en tres parcelas cultivos de quinua, maíz y papa con siembra en surcos por golpe y chorro continuo con un distanciamiento de 0.75m. entre hileras, en dos parcelas se instaló cultivos de arveja y haba con siembra en surcos por golpe con un distanciamiento de 0.40m. entre hileras y una parcela con cultivo de trigo con siembra en surco a chorro continuo con un distanciamiento de 0.40m. entre hileras con

alineamiento adecuado para la mecanización. En estas parcelas se estudiaron los parámetros propuestos.

La siembra de cultivos alimenticios para las pruebas respectivas se efectuó la fecha de siembra 16 de enero del 2020 y la labor de aporque se ejecutó el mes de marzo del 2020.

**a) Materiales e insumos para el cultivo**

- Semillas (maíz, papa, quinua, arveja, haba y trigo)
- Abonamiento (aporque 50-0-0 de NPK)
- Siembra por golpe y chorro continuo en forma manual
- Herramientas (azadón, pico, cordel, estacas, wincha, comba, muestreador m<sup>2</sup>)
- Hojas de nabo para tapar la semilla de quinua
- Motocultivadora (Aporcadora, extirpadora y escarificador).

**b) Descripción de los tratamientos**

El campo experimental presentó los siguientes tratamientos:

- **A1:** Parcelas de quinua, maíz, papa fueron manejados para el control del aporque con la aporcadora o surcadora, distanciamiento entre hileras 0.75m y con un área de 20m x 6m.
- **A2:** Parcelas de arveja y haba fueron manejados para el control del aporque con extirpadora, distanciamiento entre hileras 0.40m y con un área de 20m x 6m.
- **A3:** Parcela de trigo fue manejado para el control del aporque con la escarificadora, distanciamiento entre hileras 0.40m y con un área de 20m x 6m.

Tabla 2.2. Características de la instalación de los cultivos alimenticios

Cultivos	Variedad	Distanciamiento		Densidad de siembra kg/ha	Fertilización N-P-K
		Surco (m)	Plantas (m)		
Maíz	Morocho	0.75	0.40	60	100-120-60
Papa	Tumbay	0.75	0.40	1200	140-160-100
Quinua	Blanca Junín	0.75	Continuo	80	80-80-40
Haba	Pacae Verde	0.40	0.25	25	80-100-50
Arveja	Alderman	0.40	Continuo	40	80-80-40
Trigo	Nazareno	0.40	Continuo	40	80-100-50

c) **Croquis del campo experimental**

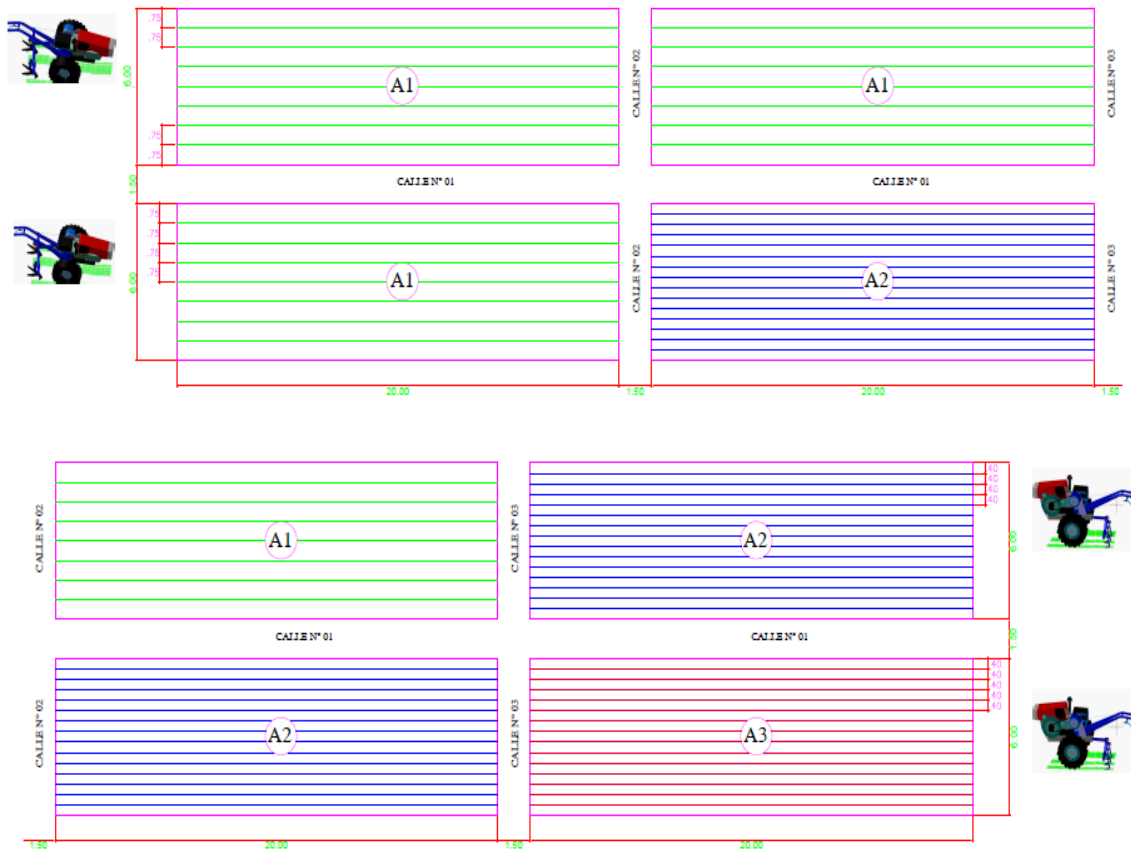


Figura 2.4. Esquema del diseño experimental

d) **Características de la parcela experimental**

Tabla 2.3. Características de la parcela experimental

Pruebas	Aporcadora (A1)	Extirpadora (A2)	Escarificadora (A3)
Largo de parcela	20.0 m	20.0 m	20.0 m
Ancho de la parcela	6.0 m	6.0 m	6.0 m
Número de surcos en evaluación	8.0 surcos	15 surcos	15 surcos
Maniobrabilidad del motocultor	1.5 m	1.5 m	1.5 m
Distancia entre hileras de surco	0.75 m	0.40 m	0.40 m
Tipo de siembra	Por golpe	Por golpe	Chorro continuo

Fuente: Elaboración propia

e) **Procesos del campo**

- **Preparación del terreno**

Se realizó el 13 de enero de 2020 dos días antes de la siembra, se utilizó un tractor agrícola FIAT de 115 HP de potencia y una rastra pesada.



Figura 2.5. Preparación del terreno utilizando rastra pesada

- **Demarcación del terreno y apertura del surco**

La demarcación de las parcelas en el terreno se realizó utilizando estacas, cordel, comba y una wincha para tomar la longitud entre los puntos; y entre hileras.



Figura 2.6. Demarcación y laboreo manual del surcado



- **Siembra en las parcelas experimentales**

Se realizó la implementación de las unidades experimentales, para ello se procedió a dividir 6 parcelas de 20.00 m de largo y 6 m de ancho. Luego realizándose la siembra en forma manual, a un distanciamiento de 0.75 m y 0.40 m entre hileras utilizando dos tipos de siembra por golpe y por chorro continuo. Las semillas utilizadas fueron maíz, papa, quinua, haba, arveja y trigo; las semillas se sembraron con un abonamiento de NPK.



Figura 2.7. Izquierdo; sembrío por golpe derecho; sembrío a chorro continuo

- **Control fitosanitario**

Se realizó el control fitosanitario a los 40 días, debido que se observó presencia de mosca minadora y otras enfermedades.



Figura 2.8. Control fitosanitario

- **Riego**

El cultivo se condujo totalmente bajo régimen de lluvias, o sea bajo condiciones de secano.

- **Deshierbo o aporque**

El deshierbo se realizó utilizando las cultivadoras en el momento de su primera etapa de desarrollo del cultivo, cuando las malezas se presentaron en forma abundante, a fin de evitar la competencia con los cultivos alimenticios.



Figura 2.9. Cultivo de haba a los 55 días de desarrollo

### **Labores de taller**

Se evaluará la adaptación de las cultivadoras teniendo un prototipo con sus respectivos componentes, como, por ejemplo: Regulación del ancho de trabajo, profundidad y nivelación.

- **Regulación del ancho de trabajo:** Mecanismo que permite el aumento o disminución de la distancia entre rejas de aporque para permitir diferentes anchos de trabajo que se pueden ajustar a las necesidades del agricultor.
- **Profundidad:** Su principal función es permitir que las rejas aporcadoras adquieran diferentes profundidades, que dependerá de la necesidad y en algunos casos del tipo del suelo. De tal manera que al confirmar los datos la profundidad máxima fue 20cm en un suelo de textura franco arcillo arenoso.

- **Nivelación:** La nivelación de todo implemento se puede hacer de diferentes maneras, una es colocándolo en piso o suelo firme para verificar que este se encuentre en perfecto estado de nivelación. Otro sería al colocarlo en el motocultor, medir los brazos laterales tengan la misma medida.

#### a) **Materiales e insumos para la cultivadora**

Para adecuar o acomodar un conjunto de operaciones mecánicas se utiliza diferentes máquinas, herramientas en la adaptación de la cultivadora multiuso se utilizaron diferentes procedimientos propios de taller mecánica.

- Esmeril
- soldadura eléctrica
- tornillo de banco
- prensa manual
- elementos del trabajo (Aporcadora, extirpadora y escarificadora)
- Tipos de llaves (españolas, mixtas, flexibles, ajustables, etc)
- Flexómetro.

#### **Proceso de adaptación en el taller**

Se procedió a realizar la adaptación de los elementos de trabajo a la barra portaherramientas.

El proceso de adaptación es la cualidad de acomodar las características de materiales primas en este caso materiales de acero duro de carbono y acero estructural A34. Dichos materiales pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, dureza, la resistencia, ductilidad, maleabilidad, etc.

- **Bastidor:** Se perforó utilizando un taladro según el diámetro y distribución requerida del elemento de trabajo. Como se puede apreciar en la Figura 2.10.





Figura 2.10. Perforación a la barra portaherramientas

- **Abrazaderas:** Utilizando la prensa de herraría, fragua, electrodos y banco de trabajo se fabricó las abrazaderas de acuerdo al requerido de los brazos y al grosor de la barra portaherramientas.



Figura 2.11. Adaptación y modificación de abrazaderas

- **Brazos:** Se adaptó dos tipos de brazos rígido y flexible en la barra portaherramientas, se hizo una distribución equitativa de acuerdo al distanciamiento de las hileras que presenta cada parcela.



Figura 2.12. Adaptación de los brazos. Izquierda; brazo rígido. Derecha brazo flexible

- **Rejas:** Se adecuo las rejas de acuerdo a los brazos portaherramientas y al tipo de trabajo a realizar.



Figura 2.13. Adaptación de las rejas. Izquierda; escarificadora. Derecha; aporcadora

### 2.3.2. Precisar el desempeño de las cultivadoras multiusos de tracción mecánica en los cultivos alimenticios de papa, maíz, quinua, haba, arveja y trigo.

En este trabajo se precisa el desempeño de acuerdo a la potencia diseñada del motocultor especialmente para realizar trabajos en pequeñas extensiones de terreno y para diferentes cultivos alimenticios.

### **a) Motocultor**

Es una máquina agraria de un solo eje que dispone de varios aperos para sus labores. Los implementos que cuenta el equipo pueden ser utilizados para sembrar, aporque, cosechar o transportar. Por su versatilidad se utiliza en terrenos que no son de grandes extensiones (Encalada, 2015).

Las características que presentan un motocultor es que: posee dos ruedas, además con poca potencia ya que generalmente cuenta con un motor a diésel de 18hp, la velocidad.

### **b) Características del motocultor**

- Modelo: DF151
- Potencia: 18HP
- Motor Diesel
- Color: Azul
- Arranque: Manual
- Modo de enfriamiento: Por agua radiador
- Consumo de combustible: 1 galón de petróleo por 4 horas de trabajo
- Peso de la máquina: 480 kilos
- Dimensiones :2680 mm largo,960mm ancho,1250mm altura
- Cambios: 6 cambios marchan adelante y 2 cambios marcha atrás
- Timón mecánico
- Transmisión de motor a caja de cambios por tres fajas
- Luces con faro delantero
- Llanta delantera: 4x12x7 lonas aro 12(5.0x12)
- Llanta posterior: Aro 6



Figura 2.14. Acoplamiento mediante la barra de tiro al motocultor

**c) Requerimiento de potencia del motocultor**

- **Cálculo de la fuerza aplicada al aporcador del suelo:** como primer parámetro de adaptación, es el cálculo de la fuerza aplicada al aporcador del suelo que resulta como reacción al paso de la herramienta de corte del aporcador, esta fuerza depende del tipo del suelo, número de cuerpos aporcadores y las dimensiones de la herramienta.

$$F = Tu \times a \times p \times n$$

Dónde:

F = Fuerza aplicada al aporcador del suelo

Tu = Tracción unitaria para suelo arcilloso.

a = ancho de aporque de papa.

P = profundidad de aporque de papa

n = número de cuerpos aporcadores

$$F = 80 \text{ kg/dm}^2 \times 6 \text{ dm} \times 2 \text{ dm} \times 2$$

$$F = 1920 \text{ Kg.}$$



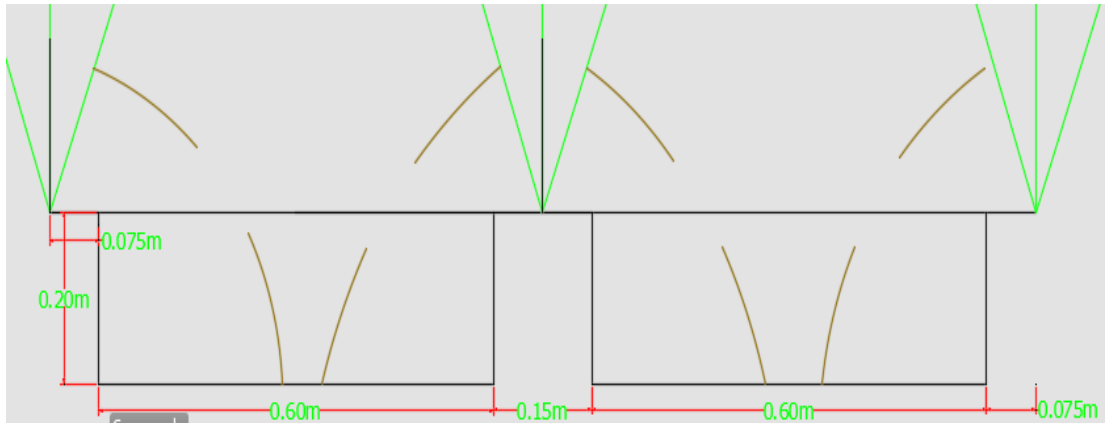


Figura 2.15. Paso de la herramienta de corte del aporcador

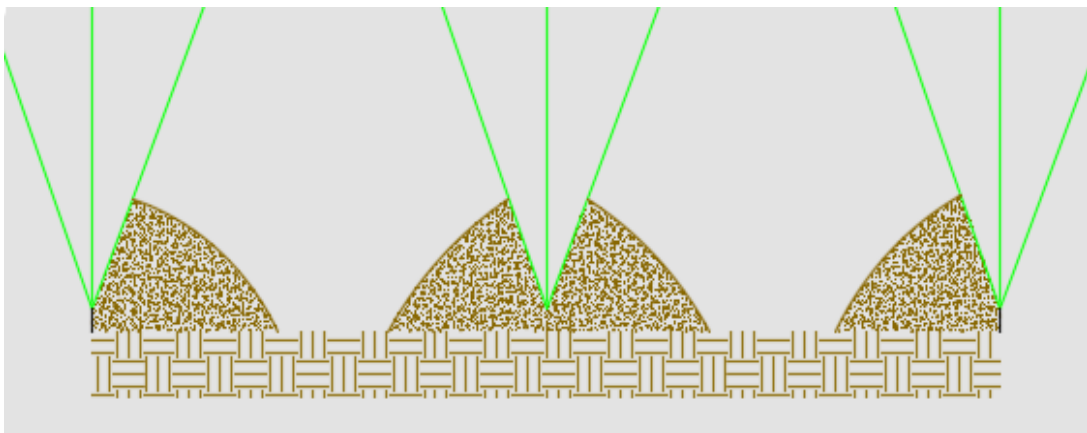


Figura 2.16. Resultado del surcado en papa

#### d) Requerimiento de potencia del motocultor

$$P_{bt} = F \times V$$

Dónde:

$P_{bt}$  = Potencia en la barra de tiro

$F$  = Fuerza aplicada al aporcador

$V$  = Velocidad promedio en la labor de aporque de papa = 2.36 Km/hr.

$$P_{bt} = 1920 \text{ Kg} \times 2.36 \text{ km/hr} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ HP}}{75 \text{ kgm/seg}}$$

$$P_{bt} = 16.78 \text{ HP}$$

- **Cálculo de la potencia al motor de una aporcadora**

$$P_m = \frac{P_{bt}}{E_m}$$

Dónde:

$P_m$  = Potencia al motor

$P_{bt}$  = Potencia a la barra de tiro

$E_m$  = Eficiencia mecánica.

$$P_m = \frac{P_{bt}}{E_m} = \frac{16.78 \text{ HP}}{0.95} = 17.66 \text{ HP}$$

$$P_m = 18 \text{ HP}$$

### 2.3.3. Evaluación del desempeño y eficiencia campo de las cultivadoras multiusos en estudio.

#### a) Variable a evaluar

- Rendimiento y eficiencia de la cultivadora multiuso
- La efectividad del aporque oportuno en los cultivos alimenticios con el uso de la cultivadora
- Velocidad de trabajo del motocultivadora en el aporque de cultivos alimenticios.

#### b) De la cultivadora y la labor manual

- **Capacidad trabajo o rendimiento de maquinaria.** Es la cantidad de trabajo que puede realizar una máquina en un tiempo determinado. La capacidad de trabajo puede ser teórica ( $C_t$ ), que solo se utiliza como un valor referencial; y efectiva ( $C_e$ ), que es la que se utiliza para cálculos de maquinaria. Para calcular la  $C_e$  se emplean las siguientes fórmulas:

$$C_e = \frac{V \cdot A \cdot E_c}{10}$$

$C_e$  = capacidad efectiva de trabajo, en ha/h

$V$  = velocidad de avance de la máquina, en km/h

$A$  = ancho efectivo de trabajo de la máquina, en m.

$E_c$  = coeficiente de eficiencia de campo, adimensional.

- **Tiempo operativo /efectivo.** Se calculó el tiempo expresado por unidad de hectárea tanto con el uso de las cultivadoras.
- **Rendimiento efectivo /campo.** Es el cociente entre la capacidad de trabajo efectiva y la capacidad de trabajo teórica. Se calculó para las cultivadoras.

#### **2.3.4. Evaluar los costos de la labor ejecutado con la cultivadora multiusos**

Se realizó análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la aporcadora, extirpadora y escarificadora. Para determinar el ahorro de gastos de la labranza mecanizada respecto a la labor con herramienta manual.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Acoplamiento y adaptación tres cultivadoras multiusos de tracción mecánica a un motocultor de 18 HP de potencia**

Las cultivadoras empleadas para labores culturales en los cultivos de alimenticios tienen la particularidad de realizar la eliminación de las malas hierbas y el aporque al pie de la planta para el sostén del tumbado en caso del cultivo maíz, quinua, haba, arveja, trigo y en papa es para el desarrollo de los tubérculos; y facilitar un buen drenaje, aireación, operaciones del abonamiento y del riego. Para tal fin la parte operativa de la máquina cultivadora se ha adaptado, ajustado en la construcción y se evaluó con varias pruebas en el campo con cultivo y sin cultivo; que finalmente realiza la operación de deshierbo y aporque con la eficiencia, eficacia y rendimiento esperada. Las cultivadoras se han adecuado a la barra portaherramientas y son tres modelos que se adaptó. La primera prueba se realizará con dos aporcadoras donde irán en las hileras equitativamente espaciadas según el ancho de los surcos, en donde aporcan la tierra hacia la derecha e izquierda dejando pequeños surcos; la segunda con tres extirpadores donde irán en las hileras igualmente espaciadas según el ancho de los surcos y la tercera con 4 escarificadores en donde dos rejas irán en las hileras proporcionalmente espaciadas para romper el suelo. El enganche es mediante barra de tiro con un pasador cilíndrico y con dos pernos de ajuste al motocultor. Son implementos agrícolas especializados para el control de malezas y rompimiento de suelos compactados y costras superficiales durante el crecimiento del cultivo. Normalmente se emplean en cultivos en surco, en ocasiones se utilizan para incorporar agroquímicos en los entresurcos de los cultivos.

Una cultivadora consta de una estructura o de una barra porta-herramientas, de los cuerpos o brazo portaherramientas y de los elementos de trabajo.



Los cuerpos constituyen el soporte de los elementos de trabajo y también se les denomina con los nombres de barras o brazos y pueden constar de una o varias piezas. Los brazos pueden ser: en ángulo recto, oblicuos, verticales, curvos con muelle, curvos con resorte, en ese, articulados o compuestos. Los elementos de trabajo son las piezas que realizan la labor propiamente dicha y pueden ser de varias formas: escardillo, medio escardillo, cuña, pie surcador, pie de navaja, bisel doble y simple, disco y estrella. Según el montaje las cultivadoras pueden ser: de tiro, montadas al tractor (laterales, frontales o anteriores, de montaje posterior o integrales). La velocidad de la operación varía según las características del suelo y de la cultivadora y desarrollo del cultivo y las malezas. Se recomiendan varios ajustes dependiendo del tipo de cultivadora. Los componentes de la cultivadora multiuso son los siguientes:

**a) Bastidor o chasis**

Constituye la estructura de soporte de los elementos de trabajo del implemento y también se les denomina barra portaherramientas puesto que constituye de un tubo cuadrado hueco con una longitud de 1.12 m y una sección de  $L \times L$  (60 mm x 60 mm), con un espesor ( $e = 4$  mm) con dos brazos de soporte de 0.26 m. de longitud, está diseñado para un motocultor de 18 – 20 HP de potencia.

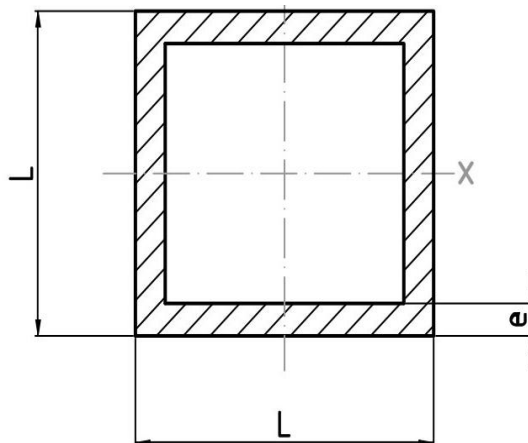


Figura 3.1. Sección transversal de la barra portaherramientas

A la barra portaherramientas se acoplan los brazos portaherramientas y se adaptó dos tipos acoplamiento que son los siguientes:

- Abrazaderas para el caso de surcadoras y extirpadores, puesto que por el mayor esfuerzo transmitido requiere un acoplamiento más seguro y resistente

- Pernos de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{1}{4}$ " pulgada de diámetro a través de orificios perforados en la barra portaherramientas, para el caso de brazos portaherramientas y flexibles del escarificador.

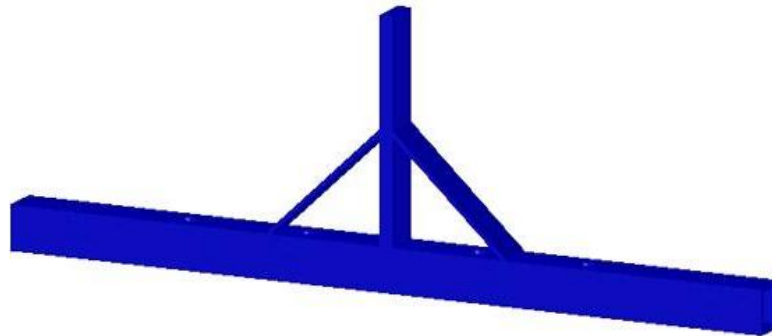


Figura 3.2. Bastidor rectangular o barra portaherramientas

#### b) Abrazaderas

Cada cuerpo 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 del surco de los cultivos a aporcar. Se adaptó de acuerdo al grosor y tamaño para el aporcadore un tubo cuadrada hueco de una longitud 9cm y una sección de LxL (80 mm x 80mm), con un espesor ( $e = 4$ mm); igualmente para la extirpadora se adaptó un tubo cuadrada hueco de una longitud 9cm y una sección de LxL (70 mm x 70 mm), los cuales presenta un brazo rígido y en caso de escarificador no es necesario porque presenta un brazo flexible y es fácil de adaptar con un perno.

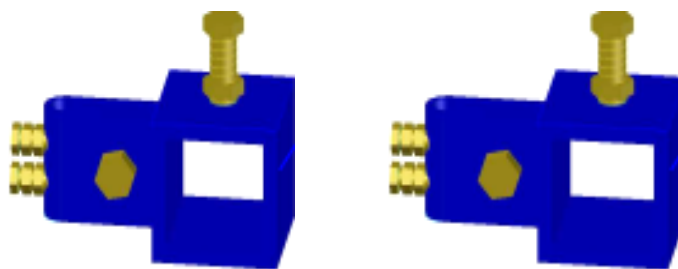


Figura 3.3. Abrazaderas para acoplar el brazo portaherramientas a la barra portaherramientas

#### c) Barra de tiro

Mediante esta barra se acopló la cultivadora al motocultor de 18 Hp.

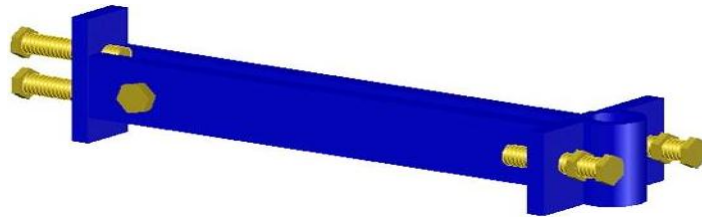


Figura 3.4. Barra de tiro y sus pernos de ajuste

#### d) Brazos portaherramientas

En este trabajo se probaron dos tipos de brazos, brazo rígido y brazo flexible, está diseñado de acuerdo al tipo de trabajo a realizar, de esta vez se utilizó para el aporque. Los brazos rígidos por su mayor robustez consiguen profundizar más que los brazos flexibles en terrenos duros. Tiene un ángulo de ataque inferior ( $20^\circ$ ), con lo que se reduce el esfuerzo de tracción, pero aumenta la dificultad de penetración en el terreno, mientras los brazos flexibles presentan una curvatura simple tiene un radio mínimo y un ángulo de ataque de la reja bajo ( $25^\circ$ ) para efectuar el enterrado sin presentar atascos a la par fragmentar bien en el terreno.

Jiménez et. al (2001) precisa que los brazos curvos trabajan como resorte y tienen la particularidad de ser vibrante y al encontrar un obstáculo se desplazan hacia atrás, para posteriormente vencerlo o evadirlo. Asimismo, indica que la forma de los cuerpos influye en los requerimientos de potencia y en la versatilidad del equipo. Comúnmente una cultivadora se combina de dos o más tipos de brazos para reducir los requerimientos de energía y permitir un mejor flujo de las malezas y del suelo removido evitando atascamientos.



Figura 3.5. Brazos portaherramientas para el aporcador, extirpador y escarificador

### e) **Rejas o elementos de trabajo**

Son los elementos que realizan la labor propiamente dicha, también presentan varias modificaciones y la selección de uno u otro tipo depende del estado de desarrollo del cultivo y las malezas, de las características del suelo y de la humedad de éste al momento de realizar el trabajo, Jiménez et. al (2001) se utilizó tres tipos de elementos de trabajo, la primera es una aporcadora o surcadora está constituido por dos rejas trapezoidales que confluyen en la punta del surcador y en la parte superior tiene un par de vertederas fijas para abrir el surco; hacia parte posterior mediante una bisagra esta acoplado 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 tiene dos platinas con orificios unidos por un pasador y es el encargado de regular la posición de las vertederas para mayor o menor remoción del suelo en el aporque, el segundo es la extirpadora está constituido por un reja triangular que tiene unas punta extirpador, tiene alas anchas y orificios donde es unido fijamente al brazo portaherramienta y un escarificador constituido por doble puntas de acero, cuando la punta se sufre un desgaste cambia con la otra, tiene un orificio donde es unido por un perno de ½” al brazo portaherramienta.






Figura 3.6. Reja o elemento de trabajo de la cultivadora: Aporcador, extirpador y escarificador

Finalmente se tiene los resultados de las cultivadoras multiuso en la primera prueba del campo realizando aporque en el cultivo de quinua; se puede observar los dos aporcadores con una eficiente labor.

Los cultivadores multiuso pueden desplazarse lateralmente sobre la barra portaherramientas, para adaptarse a distintos distanciamientos entre hileras. El bastidor tiene dos aporcadoras, luego tres extirpadoras y cuatro escarificadores; la parte operativa son reemplazados para cada prueba y es con la finalidad de remover el suelo, aireación, buen abonamiento, buen riego y la eliminación de las malas hierbas; lográndose una labor eficiente.

Tabla 3.1. Características de los elementos de trabajo adaptados a la máquina cultivadora.  
 Acero duro de 0.5 - 0.6 por ciento de carbono y tiene resistencia de 70 a 75 kg/mm<sup>2</sup>

NOMBRE	FORMA	FUNCIÓN	PARTES	DIMENSIÓN	PESO
Surcador - Aporcador		Realiza la labor de surcado y/o aporque en los cultivos	Reja trapezoidal con punta y dos vertederas	Largo: 60 cm Ancho:40 cm	1 ½ gr.
Extirpador ó escardillo		Remueve el suelo superficialmente Desmenuzada y destruye la maleza presente. Buena aireación del suelo.	Reja triangular que tiene una punta extirpador y alas anchas en la parte lateral	Largo: 23.5 cm Ancho:22 cm	400 gr.
Escarificador (Bisel doble)		Aflojar profundamente el suelo y extrae las malezas desde la raíz.	Constituido por una reja larga o bisel doble de doble punta	Largo: 20 cm Ancho:4.6 cm	500 gr.

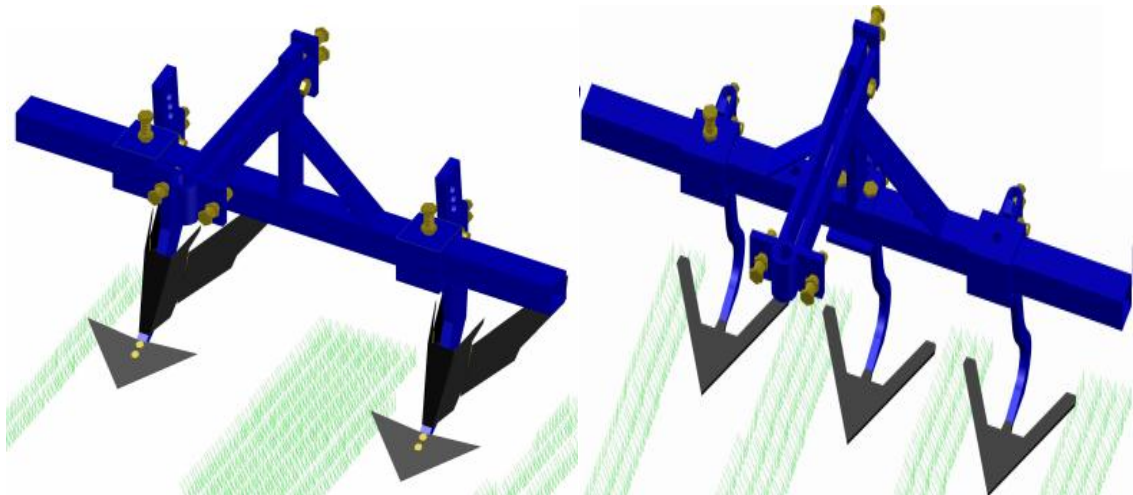


Figura 3.7. Máquina cultivadora con aporcador y extirpador, ambos acoplados con abrazaderas

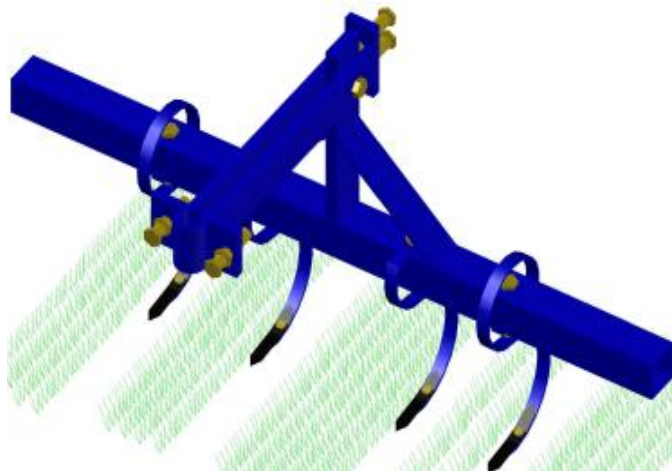


Figura 3.8. Máquina cultivadora con aporcador y extirpador con brazo flexible acoplado con perno y orificio en la barra portaherramienta

### **Acoplamiento del motocultor a una cultivadora multiuso**

De acuerdo (Martinez, 2016), se puede acoplar una variedad de implementos agrícolas para realizar actividades de cuidado del terreno como aporcar, sembrar, romper el suelo, etc.

#### **a) Sistema de acople enganche de tres puntos**

Consta de tener un bastidor simple rectangular con un sistema de protector de plántula llamada deflector de tierra, así mismo la regulación de ancho entre surco es corredizo manual. Esta máquina realiza un ablandamiento previo del suelo mediante unas piezas para des rastrojo y un aporque con unos discos convocados ondulados; no se ha utilizado en el presente trabajo de investigación.



Figura 3.9. Acople en el enganche de tres puntos con control hidráulico

#### **b) Sistema de acople por barra de tiro**

Este tipo de acople es bueno para un arado vibrante de discos, consta de una estructura simple con control de tornillos de profundidad y regulación de ancho de trabajo es manual. Tiene una pieza para que realiza un ablandamiento previo de las tierras así mismo el aporque se realiza por medio de discos cóncavos lisos.





Figura 3.10. Vista lateral del acoplamiento tractor – cultivador con barra de tiro



Figura 3.11. Vista posterior del acoplamiento tractor – cultivador con barra de tiro

### **3.2. Precisar el desempeño de las cultivadoras multiusos de tracción mecánica en los cultivos alimenticios de papa, maíz, quinua, haba, arveja y trigo.**

La cultivadora multiuso de tracción mecánico logró una eficiente labor de aporque y eliminación de las malas hierbas en los cultivos alimenticios de la región tales como: maíz, quinua, papa, haba, arveja y trigo. Obteniendo el desarrollo de plántulas, extrayendo a la intemperie las malas hierbas. Para nuestra región es adecuado este tipo de cultivadores porque fácil se adapta, rentable, nos ayuda a economizar en mano de obra y optimizar el tiempo.

El motocultivador de 18 Hp de potencia según (Encalada, 2015) menciona que los motocultivadores existentes en el mercado nacional ninguno tiene un sistema suspensión independiente, debido a que están diseñados para terrenos planos y con una inclinación máxima de 30° para zonas de pendientes.

Principi et al (2005) Menciona que 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.

Nuestra región de Ayacucho presenta una topografía accidentada, con poca superficie de agricultura. Por esta razón el acoplamiento de variedades de implementos a un motocultivador no es adecuado, porque presentan un pendiente mayor que 30°, casi la mayoría de los terrenos es compacta, lo adecuado es para terrenos llanos de textura franco, arenoso. En presente experimento se evaluó la máquina cultivadora con sus tres elementos de trabajo y son las siguientes:

#### **a) Surcadora o aporcadora**

La cultivadora presenta un bastidor rectangular, en el cual se acoplan las rejas anchas para realizar el aporque en el cultivo de maíz, papa y quinua, el trabajo se mejoró luego de varias modificaciones primero en la adecuación del brazo rígido y las rejas del



aporcador que permite romper el suelo a profundidad; después se adecuó platinas que permite que las vertederas sean regulables en el ancho de trabajo para obtener una buena remoción del suelo en el aporque; además se corrigió las abrazaderas reforzando con la soldadura para un buen soporte de los brazos rígidos.



Figura 3.12. Resultados de aporque en el cultivo maíz



Figura 3.13. Resultados de aporque en el cultivo quinua

Luego de estas modificaciones se llevó el procedimiento de prueba en campo con los cultivos de maíz, papa y quinua instalados en el Centro de experimentación Pampa del Arco; obteniéndose los resultados del aporque y la eliminación de las malezas fueron óptimas como se puede observar en las Figuras 3.12, 3.13 y 3.14.



Figura 3.14. Resultados de aporque en el cultivo papa

Para realizar la labor de surcado en ellos cultivos considerados los elementos de trabajo de las rejas se colocaron a la misma separación en el bastidor(75cm), teniendo en cuenta el marco de plantación de los cultivos. Se estableció para el trabajo de las cultivadoras evaluados. Estas cultivadoras no son adecuadas para un suelo de textura arcilloso y no se puede trabajar en estado de plasticidad. De acuerdo (Berlijn, 1992) los surcadores constan de una abrazadera provisto de una punta y dos alas opuestas parecidas a las vertederas de un arado. Las alas echan la tierra hacia ambos lados y de esta manera se construye un surco. Entre dos surcadores se hace a la vez un camellón se montan dos, tres o más surcadores en un equipo de barra portaherramientas. Según las plantas se desarrollen, y las hierbas crezcan, se llene el surco parcialmente con tierra fina. moviendo cada vez más tierra hacia la hilera alrededor de las plantas, cubriendo las malas hierbas simultáneamente.

#### **b) Extirpadora**

La cultivadora presenta un bastidor rectangular, en el cual se acoplan tres rejas extirpadoras para realizar el aporque en el cultivo de haba y arveja, el trabajo se mejoró



luego de varias modificaciones primero se adaptó las abrazaderas de acuerdo a las medidas de la barra portaherramientas y del grosor de los brazos rígidos. Las rejas tienen alas anchas planas, que opera en sentido horizontal bajo tierra cortando raíces de las malezas.



Figura 3.15. Resultados de aporque en el cultivo de arveja

Luego de estas modificaciones se llevó el procedimiento de prueba en campo con los cultivos de haba, arveja y trigo instalados en el Centro de experimentación Pampa del Arco; obteniéndose los resultados del aporque y la eliminación de las malezas fueron óptimas como se puede observar en las Figuras 3.15 y 3.16.



Figura 3.16. Resultados de aporque con la extirpadora al cultivo de haba

Esta cultivadora evita la remoción de la tierra. Esto es particularmente importante cuando existe peligro de erosión del suelo y son muy buenas para eliminar la maleza desde la raíz, además evita la compactación del suelo o planchado al impedir el impacto de la gota de lluvia a profundidad de trabajo es de 5 a 15cm.

### c) Escarificadora

Presenta un bastidor rectangular, en el cual se acoplan escarificadora de puntas dobles para realizar el aporque en los cultivos alimenticios (trigo), el trabajo se mejoró luego de varias modificaciones primero en la ubicación de los puntos en la barra portaherramientas para el acoplamiento de los brazos flexibles de acuerdo a las medidas del surco, luego se adiciono las rejas de puntas dobles para el buen aflojamiento del suelo en el aporque.



Figura 3.17. Resultados de aporque con la escarificadora al cultivo de haba

Luego de estas modificaciones se llevó el procedimiento de prueba en campo con el cultivo de trigo y en otros cultivos alimenticios instalados en el Centro de experimentación Pampa del Arco; obteniéndose los resultados del aporque a una profundidad y la eliminación de las malezas fueron óptimas como se puede observar en las Figuras 3.17 y 3.18.





Figura 3.18. Resultados de aporque con la escarificadora al cultivo de trigo

De acuerdo (Rojas, 2001) cuando se trabaja con esta herramienta el suelo debe estar seco o con escasa humedad (10 a 15%).

Este cultivador es recomendable para la remoción profunda del suelo, porque afloja y elimina malezas desde la raíz y a una profundidad de 12 a 15 cm.

### **3.3. Evaluación de capacidad y eficiencia de campo de las cultivadoras multiusos en estudio.**

Para la evaluación del desempeño del cultivador adaptado, se realizó una prueba de campo con 6 réplicas usando una motocultivadora de 18 HP en el Centro experimental de Pampa del Arco. El diseño de las pruebas de campo se muestra en la Figura 2.4. Una vez completada una pasada se midieron los tiempos en la distancia recorrida de 20 m. La evaluación de desempeño y la prueba práctica de campo se realizaron de la siguiente manera:

La evaluación del aporque se realizó en campo de cultivos alimenticios donde se instaló 6 parcelas, cada parcela tiene una extensión de 120 m<sup>2</sup> (20 m. x 6 m.)

#### **a) Surcadora aporcadora**

El aporque se realizó en campo de cultivos alimenticios donde se instaló parcela en este caso evaluaremos para los cultivos de maíz, papa y quinua donde el espaciamiento entre

surcos fue de 0.75 m. se adaptó de acuerdo al eje de llantas del motocultor de modo que la cultivadora multiuso al tener dos aporcadoras con platinas reguladores, en una pasada de la máquina estaría cubriendo el lado izquierdo y derecho de 1.50 m de ida y de regreso, área de sección removida de la herramienta es de 60 cm y dejando un espaciamiento de 15 cm de izquierda y derecha para que no dañe a la plántula. Se ha calculado el tiempo de recorrido de la máquina en un 20 m de distancia 17.2seg. y con esto se calcula la velocidad promedio del trabajo.

$$V=d/Tr = 20m /17.2 \text{ seg} =1.16 \text{ m/ seg} = 3.19 \text{ km/hr}$$

Dónde:

d = Distancia recorrida

Tr = tiempo utilizado para el recorrido

v = Velocidad de avance del motocultor en km/hr.

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

$$CTC =V \times A$$

$$CTC = 3.19 \text{ km/hr} \times 1.5 \text{ m}$$

$$CTC = 0.478 \text{ Has/hr.}$$

Teniendo en consideración que las pérdidas de tiempo cuando el motocultivador da vuelta en la cabecera de parcela, en cada recorrido que en el presente caso fue como promedio de 19.4 seg. La eficiencia de campo se calcula con la siguiente relación matemática:

$$Ec = \frac{Tr}{Tr + Tm} = \frac{17.2 \text{ seg}}{17.2 \text{ seg} + 19.4 \text{ seg}} = 0.47$$

Dónde:

Tr = Tiempo recorrido durante el aporque (20m)

Tm = Tiempo muerto perdido en la vuelta de cabecera

Ec = Eficiencia de campo.

Tabla 3.2. Resultados de eficiencia de campo con la aporcadora

Cultivo	D (m.)	Tr (seg.)	V (km/hr.)	Tm (seg)	Ec
<b>Quinua</b>	20	17.2	3.19	19.4	0.47
<b>Papa</b>	20	21.4	2.36	19.4	0.525
<b>Maíz</b>	20	18.5	2.89	19.4	0.488

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

$$CEC = CTC \times Ec = 0.478 \text{ Has/hr} \times 0.47$$

$$CEC = 0.225 \text{ Has/hora}$$

Finalmente, el tiempo operativo requerido para realizar la labor de aporque en una hectárea para cultivos de maíz, papa y quinua es la inversa de la capacidad efectiva de campo.

$$To = 1 / CEC = 1 / 0.225 \text{ Has /hora}$$

$$To = 4.44 \text{ Hora /ha.}$$

Tabla 3.3. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la aporcadora

Cultivo	V (km/hr)	A (m.)	Ec.	CEC (Ha/hr)	To (hr/ha.)
<b>Quinua</b>	3.19	1.50	0.47	0.225	4.44
<b>Papa</b>	2.36	1.50	0.525	0.186	5.34
<b>Maíz</b>	2.89	1.50	0.488	0.212	4.72

#### b) Extirpadora

l aporque se realizó en campo de cultivos de haba y arveja, donde el espaciamiento entre surcos fue de 0.40 m., se diseñó de acuerdo al eje de llantas del motocultor de modo que la cultivadora multiuso llevo acoplado tres rejas de alas anchas planas, este trabajo en sentido horizontal bajo la tierra cortando las raíces de las malas hierbas y remoción del suelo, en una pasada de la máquina estaría removiendo el suelo de 1.20 m de ida y de regreso. Se ha calculado el tiempo de recorrido de la máquina en un 20 m es de 15.3 seg. y con esto se calcula la velocidad promedio del trabajo.

En las tablas 3.4, y 3.5 igualmente se tienen los resultados de eficiencia de campo, capacidad efectiva de campo, tiempo operativo de la labor de cultivo con la extirpadora.

Tabla 3.4. Resultados de eficiencia de campo con la extirpadora

<b>Cultivo</b>	<b>D (m.)</b>	<b>Tr (seg.)</b>	<b>V (km/hr.)</b>	<b>Tm (seg)</b>	<b>Ec</b>
<b>Arveja</b>	20	15.3	4.71	19.4	0.441
<b>Haba</b>	20	14.9	4.83	19.4	0.434
<b>Trigo</b>	20	13.6	5.29	19.4	0.412

Tabla 3.5. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la extirpadora

<b>Cultivo</b>	<b>V (km/hr)</b>	<b>A (m.)</b>	<b>Ec.</b>	<b>CEC (Ha/hr)</b>	<b>To (hr/ha.)</b>
<b>Arveja</b>	4.71	1.20	0.441	0.249	4.02
<b>Haba</b>	4.83	1.20	0.434	0.252	3.97
<b>Trigo</b>	5.29	1.20	0.412	0.262	3.82

### C) Escarificadora

El aporque se realizó en campo de cultivo de trigo donde se instaló en una parcela, con un espaciado entre surcos fue de 0.40 m. Se adecuó cuatro brazos flexibles con curvas simples acompañado con rejas de puntas dobles, donde un surco es removido por dos escarificadoras y así cubriendo a dos surcos, en una pasada de la máquina y así cubriendo a dos surcos 1.20 m de ida y de regreso. Se ha calculado el tiempo de recorrido de la máquina en un 20 m de distancia 14.8seg. y con esto se calcula la velocidad promedio del trabajo.

En las tablas 3.6, y 3.7 se tienen los resultados de eficiencia de campo, capacidad efectiva de campo, tiempo operativo de la labor de cultivo con la escarificadora.

Tabla 3.6. Resultados de eficiencia de campo con la escarificadora

<b>Cultivo</b>	<b>D (m.)</b>	<b>Tr (seg.)</b>	<b>V (km/hr.)</b>	<b>Tm (seg)</b>	<b>Ec</b>
<b>Arveja</b>	20	14.8	4.86	19.4	0.433
<b>Haba</b>	20	14.3	5.03	19.4	0.424
<b>Trigo</b>	20	13.4	5.37	19.4	0.409



Tabla 3.7. Resultados de capacidad efectiva de campo y tiempo operativo en la escarificadora

Cultivo	V (km/hr)	A (m.)	Ec.	CEC (Ha/hr)	To (hr/ha.)
<b>Arveja</b>	4.86	1.20	0.433	0.253	3.95
<b>Haba</b>	5.03	1.20	0.424	0.256	3.91
<b>Trigo</b>	5.37	1.20	0.409	0.264	3.79

De acuerdo a los resultados obtenidos en el rendimiento de la motocultivadora fue eficiente y haciendo la comparación (Botta, 2003), nos muestra performances típicas en los valores obtenidos, con la diferencia de que la velocidad está en un rango de 6.4 a 12.8 km/h., lo cual quiere decir que el desempeño y la eficiencia es mayor a los valores obtenidos en el presente trabajo de investigación.

### 3.4. Evaluación de los costos de la labor realizado con la cultivadora multiuso en los diferentes cultivos.

#### a) Surcadora aporcadora

En la tabla 3.8 se realiza un análisis de los costos de la labor de cultivo con la motocultivadora de 18HP de potencia y comparado a la labor realizada con herramientas manuales; teniéndose un ahorro en los costos de casi 100% de lo invertido en la labor mecanizado en los cultivos de quinua, papa y maíz respectivamente; con el que se demuestra que la labor mecanizada implica a el ahorro no solamente en el tiempo de ejecución de la labor de cultivo, si no también permite un ahorro significativo en el costo de la labor de cultivo, tal como corrobora (Rodriguez, 2012).

Tabla 3.8. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la aporcadora

CULTIVO	LABOR MECANIZADA			LABOR MANUAL			Ahorro (C. Man. – C. Mec)
	To (hr/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	To (J/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	
<b>Quinua</b>	4.44	35.00	155.40	8	40	320	164.60
<b>Papa</b>	5.34	35.00	185.90	12	40	480	294.10
<b>Maíz</b>	4.72	35.00	165.20	9	40	360	194.80

#### b) Extripadora

En la tabla 3.9 se demuestra los ahorros en el costo de labor en los cultivos de arveja, haba y trigo comparado a lo ejecutado con herramientas manuales.

Tabla 3.9. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la extirpadora

CULTIVO	LABOR MECANIZADA			LABOR MANUAL			Ahorro (C. Man. – C. Mec)
	To (hr/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	To (J/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	
<b>Arveja</b>	4.02	35.00	140.70	8	40	320	179.30
<b>Haba</b>	3.97	35.00	138.95	8	40	320	181.05
<b>Trigo</b>	3.82	35.00	133.70	8	40	320	186.30

### c) Escarificadora

En la tabla 3.10 se demuestra los ahorros en el costo de labor en los cultivos de arveja, haba y trigo comparado a lo ejecutado con herramientas manuales.

Tabla 3.10. Análisis comparativo de costos de labor de cultivo manual y mecanizado con la escarificadora

CULTIVO	LABOR MECANIZADA			LABOR MANUAL			Ahorro (C. Man. – C. Mec)
	To (hr/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	To (J/ha.)	Costo unit. (soles/hr)	Costo total (soles/ha)	
<b>Arveja</b>	3.95	35.00	138.25	8	40	320	181.75
<b>Haba</b>	3.91	35.00	136.85	8	40	320	183.15
<b>Trigo</b>	3.79	35.00	132.65	8	40	320	187.35

En resumen, la labor mecanizada con los elementos de trabajo: Aporcadora, extirpadora y escarificadora han permitido un ahorro económico en el costo de la labor de cultivo en casi un 100 % comparado a la labor realizada con herramientas manuales; lo que justifica su uso ante la escasez de la mano de obra en el medio rural.

## CONCLUSIONES

1. Se realizó la adaptación de tres herramientas de trabajo (Aporcadora, extirpadora y escarificadora) a una máquina cultivadora multiuso; donde la barra portaherramienta o chasis es el mismo diseño para los tres casos, variando la forma, tamaño y configuración de los brazos portaherramientas según la particularidad del trabajo realizado por cada elemento de trabajo.
2. Se realizó el acoplamiento de los elementos de trabajo a la motocultivadora Diesel de 18 HP de potencia como fuente de energía motriz para el accionamiento de la cultivadora multiuso; siendo el acoplamiento con barra de tiro el más sencillo y práctico para la buena operación del conjunto Motocultivadora – Cultivadora, con sus tres elementos de trabajo intercambiables: Aporcadora, extirpadora y escarificadora.
3. Se instaló 06 parcelas de cultivos 20 m. de largo x 6 m. de ancho con cultivos alimenticios de importancia regional, para la evaluación cualitativa y cuantitativa de la capacidad de trabajo y la eficiencia de campo de las tres herramientas de trabajo, demostrándose en todos los casos la labor realizada fue muy buena.
4. La capacidad de trabajo efectivo varió entre el valor mínimo 0.225 Ha/hr en el aporque de la papa y hasta un valor máximo de 0.262 Ha/hr en la escarda del cultivo del trigo; el tiempo operativo máximo fue en el cultivo de papa 5.34 hr/Ha y el mínimo 3.82 hr/Ha en la escarda del cultivo de trigo.
5. Al comparar los ahorros entre el costo de la labor manual y la labor mecanizada en la labor de cultivo; el ahorro máximo fue en el aporque del cultivo de papa con 294.10 soles/Ha y el ahorro de costo mínimo en el extirpado de malezas del cultivo de arveja con 186.30 soles/Ha.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar una preparación previa del terreno utilizando únicamente el arado de rastra para mejorar la conductividad del motocultor al realizar el laboreo de las camas de cultivo.
- Utilizar el motocultor en superficies pequeñas o en áreas donde el tractor convencional no pueda tener acceso a realizar labores, así como en invernaderos, huertos y en labores de requerimientos mínimos de tracción.
- No se recomienda el uso de la motocultivadora en terrenos con pendientes mayores al 20 %, puesto que pierden estabilidad por el reducido ancho de su trocha.
- La UNSCH mediante el FOCAM debe incentivar las investigaciones en diseños y adaptaciones de nuevos modelos de implementos agrícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baver, D., Gardner, W., & Gardner, W. (1973). *Física de suelos* (En español ed.). México: U.T.E.H.A.
- Amer, M. H. (2018). *Diseño y Desarrollo de un Cultivador*. Castellón: Universitat Jaume.
- Benzing, A. (2001). *Labranza de suelo, de Agricultura orgánica*. Berlin: Necker-Verlag.
- Berlijn, J. D. (1992). *Manuales para educación agropecuaria. Maquinaria para manejo de cultivos*. México: Trillas S.A.
- Botta, G. (2003). *Guía de clases de Maquinarias Agrícolas*. Argentina: Universidad de la Pampa, Facultad de Agronomía.
- Caballero, J. A. (20 de 10 de 2016). *Consistencia del suelo (2)*. Obtenido de Issuu: [https://issuu.com/jeallaca/docs/consistencia\\_del\\_suelo\\_\\_2\\_.pptx](https://issuu.com/jeallaca/docs/consistencia_del_suelo__2_.pptx)
- Cañavate, J. O. (2003). *Las Máquinas Agrícolas y su aplicación*. Madrid: Mundi Prensa.
- Champmach. (1 de 09 de 2020). *CE aprobado Tractor Uso de mini tiller azada rotativa*. Obtenido de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/ce-approved-tractor-use-mini-tiller-rotary-hoe-60692157157.html?spm=a2700.8699010.normalList.16.7c65675a0nMjiH>
- De maquinas y herramientas. (30 de junio de 2019). *De máquinas y herramientas*. Obtenido de Ventajas y desventajas de un motocultivador: <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/ventajas-y-desventajas-de-un-motocultivador#:~:text=El%20australiano%20Arthur%20Clifford%20Howard,e n%201920%20patent%C3%B3el%20motocultivador.>
- Deere, J. (16 de 11 de 2020). *Maquinarias de labranza*. Obtenido de MarketBook: <https://www.marketbook.mx/listings/farm-equipment/for-sale/192353425/john-deere-400>
- Deere, J. (2020). *Rastra MX425*. Obtenido de John Deere: <https://www.deere.com/latin-america/es/equipo-de-labranza/rastras/mx425/>
- Encalada, J. P. (2015). *"Diseño de un motocultor de labores agrícolas para la Parroquia de San Juaquín de la ciudad de Cuenca"*. Cuenca: Universidad de Politécnia Salesiana.

- Espina Hnos - Nancesur S.A. (23 de 04 de 2020). *Rastras de Dientes*. Obtenido de Metalurgica San Marcos:  
<https://www.metalurgicasanmarcos.com/productos/rastras-de-dientes/>
- Guerrero Jiménez, L., Restrepo Henao, L., Rincón Cárdenas, C., & Camacho García, H. (2001). *Cultivadoras Agrícolas*. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario.
- Hillel, D. (1998). *Environmental Soil Physics*. San Diego: Academic Press.
- Ibañez, A., & Aguirre, Y. (1983). *Manual de Prácticas de Fertilidad de*. Ayacucho: Programa Académico de Agronomía. UNSCH.
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Manual para estudiantes. (2007). *Maquinaria e implementos Agrícolas*. Lima: Instituto Nacional Tecnológico .
- Maquinarias Agrícolas Norte zac. (12 de 04 de 2019). *Implementos Agrícolas*. Obtenido de RastraAgricola:  
[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nortezac.com%2Ffrastrasagricolas%2F&psig=AOvVaw1yDLVAIJw18OBpUnQTA3Wy&ust=1608482642577000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCLDH5-a\\_2u0CFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nortezac.com%2Ffrastrasagricolas%2F&psig=AOvVaw1yDLVAIJw18OBpUnQTA3Wy&ust=1608482642577000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCLDH5-a_2u0CFQAAAAAdAAAAABAD).
- Martínez, A. A. (2016). DISEÑO DE UNA MÁQUINA APORCADORA DE PAPA PARA TERRENOS DE CHUPACA. Huancayo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Montenegro, H., & Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Parodi, P., & Romero, L. (1991). *Producción de trigo primaveral en el Perú*. Lima: Manual Técnico.
- Principi, M., Mattana, R., Colodio, J., & Cardinalli, O. (2005). *Maquinarias Agrícolas*. Argentina: Fundación Universal Nacional del Río Cuarto.
- Puerta, M. F. (2007). *Máquinaria y Mecanización Agrícola*. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad .
- Rodríguez, A. E. (1985). *Tesis " Fundamentación del conjunto tractor- apero para la laborde surcado y su influencia en el consumo energético en cultivos de raíces y tubérculos"*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Rojas, R. V. (2001). *Máquinas para la labranza secundaria del suelo*. Chile: Biblioteca digital de la Universidad de Chile.

Suelo, I. (2002). *Manual Agropecuario*. Bogota: Grania Ltda.

Suelo, O. (2002). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería*. Bogotá: oceano.

Turrado, J. Q. (17 de 11 de 2009). *Cultivadores 5 hileras Mevisa*. Obtenido de Agri

Ocasión: <https://agriocasion.com/cultivadores-5-hileras-mevisa-p5770.html>

# **ANEXOS**



### Anexo 1. Presupuesto general de investigación de tesis

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	P. UNIT. (S/)	TOTAL (S/)
<b>1.0</b>	<b>Equipos</b>				
1.1	Motocultor	Glb	1	6000.00	6000.00
<b>2.0</b>	<b>Materiales para la Adaptación</b>				
2.1	Aporcador de dos líneas para motocultor.	Und	1	850.00	850.00
2.2	Brazos rígidos y rejas extirpadoras de tres líneas para motocultor de 18 Hp.	Und	3	50.00	150.00
2.3	Brazos flexibles y rejas escarificadoras de dos líneas para motocultor de 18 Hp.	Und	4	60.00	240.00
2.4	Tubo cuadrado hueco acero estructural.	m	0.30	45.00	45.00
2.5	Pernos de ½"	Und	13	3.00	39.00
2.6	Pintura acrílica smalte de color azul	Gln	1	12.00	12.00
<b>3.0</b>	<b>Mano de obra</b>				
3.1	Operario del taller	J	4	100.00	400.00
3.2	Operario del motocultor	J	1	80.00	80.00
3.3	Peón para abrir surco	J	3	50.00	150.00
3.4	Ayudante para el motocultor	J	1	50.00	50.00
<b>4.0</b>	<b>Servicio</b>				
4.1	Alquiler de tractor para el traslado del motocultor.	hm	1	50.00	50.00
<b>5.0</b>	<b>Insumos</b>				
5.1	Semilla	Kg	16	10.00	160.00
5.2	Abono NPK	Kg	25	2.00	50.00
5.3	Mertet	ml	20	20.00	20.00
5.4	Pentacloro en polvo	Kg	0.25	22.5	22.5
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>S/. 8318.5</b>

**Anexo 2. Presupuesto general de adaptación de la cultivadora multiuso al  
motocultor**

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT. (S/)</b>	<b>TOTAL (S/)</b>
<b>1.0</b>	<b>Equipos</b>				
<b>1.1</b>	Motocultor	Glb	1	6000.00	6000.00
<b>2.0</b>	<b>Materiales para la Adaptación</b>				
<b>2.1</b>	Aporcador de dos líneas para motocultor.	Und	1	850.00	850.00
<b>2.2</b>	Brazos rígidos y rejas extirpadoras de tres líneas para motocultor de 18 Hp.	Und	3	50.00	150.00
<b>2.3</b>	Brazos flexibles y rejas escarificadoras de dos líneas para motocultor de 18 Hp.	Und	4	60.00	240.00
<b>2.4</b>	Tubo cuadrado hueco acero estructural.	m	0.30	45.00	45.00
<b>2.5</b>	Pernos de ½"	Und	13	3.00	39.00
<b>2.6</b>	Pintura acrílica smalte de color azul	Gln	1	12.00	12.00
<b>3.0</b>	<b>Mano de obra</b>				
<b>3.1</b>	Operario del taller	J	4	100.00	400.00
<b>3.2</b>	Operario del motocultor	J	1	80.00	80.00
<b>3.4</b>	Ayudante para el motocultor	J	1	50.00	50.00
<b>4.0</b>	<b>Servicio</b>				
<b>4.1</b>	Alquiler de tractor para el traslado del motocultor.	hm	1	50.00	50.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>S/.7916.00</b>

**Anexo 3. Análisis de costos horarios de la cultivadora y su implemento (Programa Excel)**

ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS DE LA MOTOCULTIVADORA Y SU IMPLEMENTO				
CLASIFICACION: TRACTOR DE DOS RUEDAS		DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA MOTOCULTIVADORA		
<b>DATOS GENERALES:</b> MOTOCULTIVADORA DE 18 HP DE POTENCIA MODELO DF151				
TIPO DE COMBUSTIBLE :		DIESEL		
( Pm ) PRECIO DE LA MAQUINA	\$	( HP ) POTENCIA NOMINAL	18 HP	
( Vn ) PRECIO DE LAS LLANTAS	\$ 500.00	( Fo ) FACTOR DE OPERACIÓN	0.80	
( Va ) VALOR DE ADQUISICION	\$ 7,336.00	( HPop ) POTENCIA DE OPERACIÓN ( HP x Fo )	14.4 HP	
( Vr ) VALOR DE RESCATE	10% Va \$ 733.60	( CC ) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE	0.248	
( Ve ) VIDA ECONOMICA	3,000 HORAS	( Pc ) PRECIO DEL COMBUSTIBLE	\$ 3.00 LITRO	
( IC ) INSTRUMENTOS DE CAPTACION		( C ) CAPACIDAD DEL CARTER	2 LITROS	
( I ) TASA DE INTERES ANUAL	10.00% %	( t ) HORAS ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE	250 HORAS	
( Ha ) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	500 HORAS	( CL ) COEFICIENTE DE LUBRICANTE	0.0135	
( s ) PRIMA ANUAL PROMEDIO	2.00% %	( PL ) PRECIO DEL LUBRICANTE	\$ 9.10 LITRO	
( Q ) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	120.00% %	( HV ) VIDA DE LAS LLANTAS	1000.00 HORAS	
SALARIO MINIMO	120.00	( H ) HORAS EFECTIVAS POR TURNO 85 %	6.5 HORAS	
		( So ) SALARIOS POR TURNO \$	\$ 105.29 TURNO	
<b>I.- CARGOS FIJOS :</b>				
1.1.- DEPRECIACION	$D = ( Va - Vr ) / Ve$		\$	2.20
1.2.- INVERSION	$I = ( Va + Vr ) i / 2 Ha$		\$	0.81
1.3.- SEGUROS	$S = ( Va + Vr ) s / 2 Ha$		\$	0.16
1.4.- MANTENIMIENTO	$T = Q x D$		\$	2.64
( 1 ) SUMA CARGOS FIJOS				\$ 5.81
<b>II.- CONSUMOS :</b>				
II.1.- COMBUSTIBLES	$E = CC x HPop x PC =$		\$	10.71
II.2.- OTRAS FUENTES DE ENERGIA				
II.3.- LUBRICANTES	$Al = [(C/t)+(CLxHPop)] x PL$		\$	1.78
II.4.- LLANTAS	$N = Vn / Hv =$		\$	0.50
( 2 ) SUMA CONSUMOS				\$ 12.99
<b>III.- OPERACIÓN :</b>				
CATEGORIAS	CANTIDAD	FACTOR	SALARIO REAL	IMPORTE
OPERADOR TRACTOR SHANGAI - G 504	1.000	1.00	\$ 120.00	\$ 44.05
AYUDANTE DE OPERADOR	1.000	1.00	\$ 120.00	\$ 53.74
CADENERO (0.25)	1.000	0.25	\$ 30.00	\$ 7.50
			( So ) =	\$ 105.29
III.1.- OPERACIÓN		O= So/H		\$ 16.20
( 3 ) SUMA OPERACION				\$ 16.20
COSTO DIRECTO POR HORA ( 1 ) + ( 2 ) + ( 3 )				\$ 35.00

## Anexo 4. Análisis del suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR**  
**Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996**  
*Ayacucho – Perú*  
**"Año de la Universalización de la Salud"**

Región : Ayacucho  
 Provincia : Huamanga  
 Distrito : Ayacucho  
 Localidad : Pampa del Arco  
 Proyecto : "Tesis"  
 Solicitante : Srta. Miriam Roxana Rivera Huamancusi

HR. 0016

### ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)Kg)					C. I. C. (Cmol(+)Kg)	
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>		H <sup>+</sup>
01	45.8	25.8	28.4	Fr-Ar-Ao	7.94	1.448	0.5	1.32	0.06	9.1	198.3	14.1	5.44	1.01	1.36	0.0	0.0	25.8

Ayacucho, 12 de Febrero del 2020.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
 RESPONSABLE  
  
 Juan B. Giron Molina  
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso.

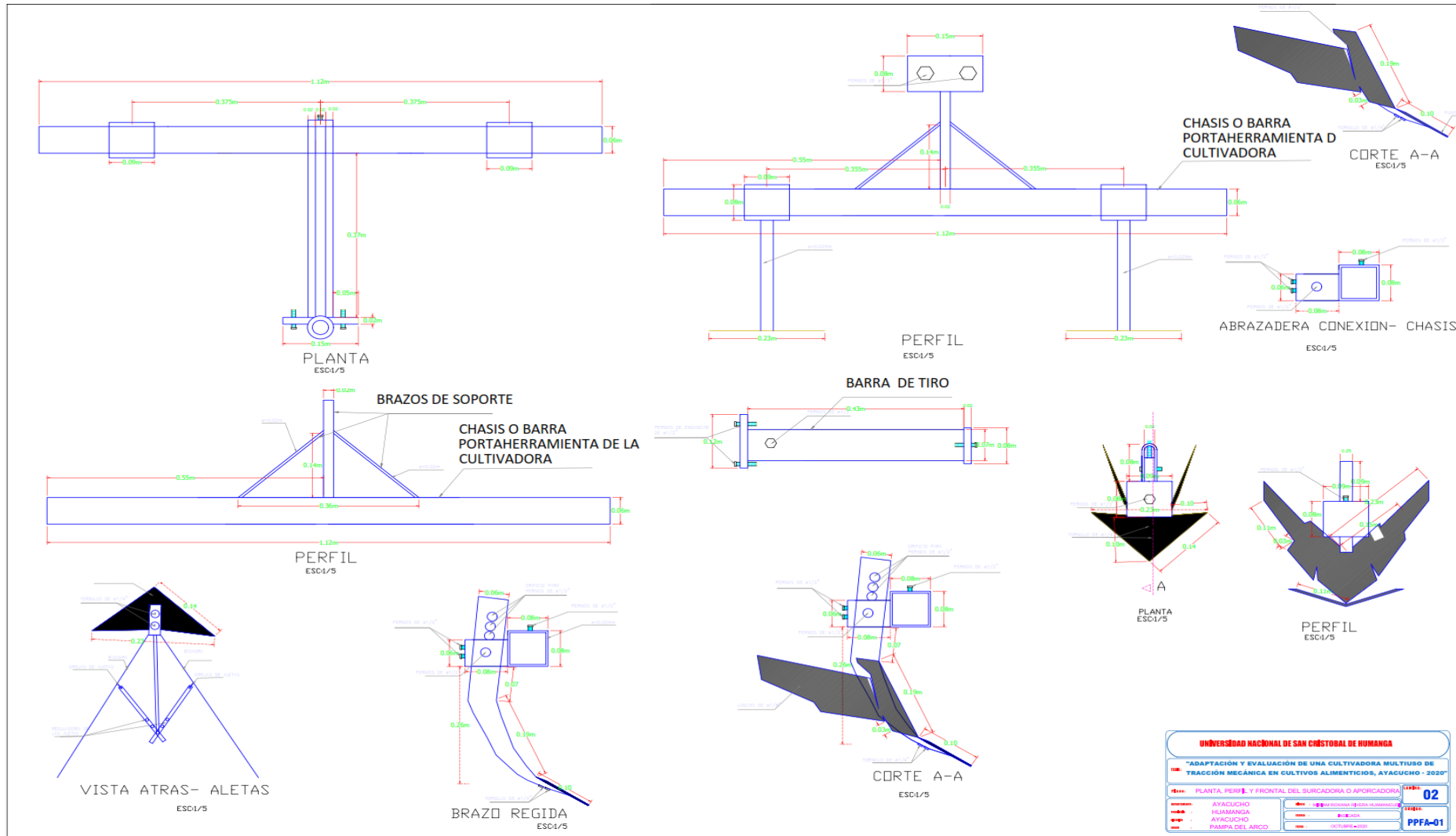
## Anexo 5. Croquis de la parcela experimental



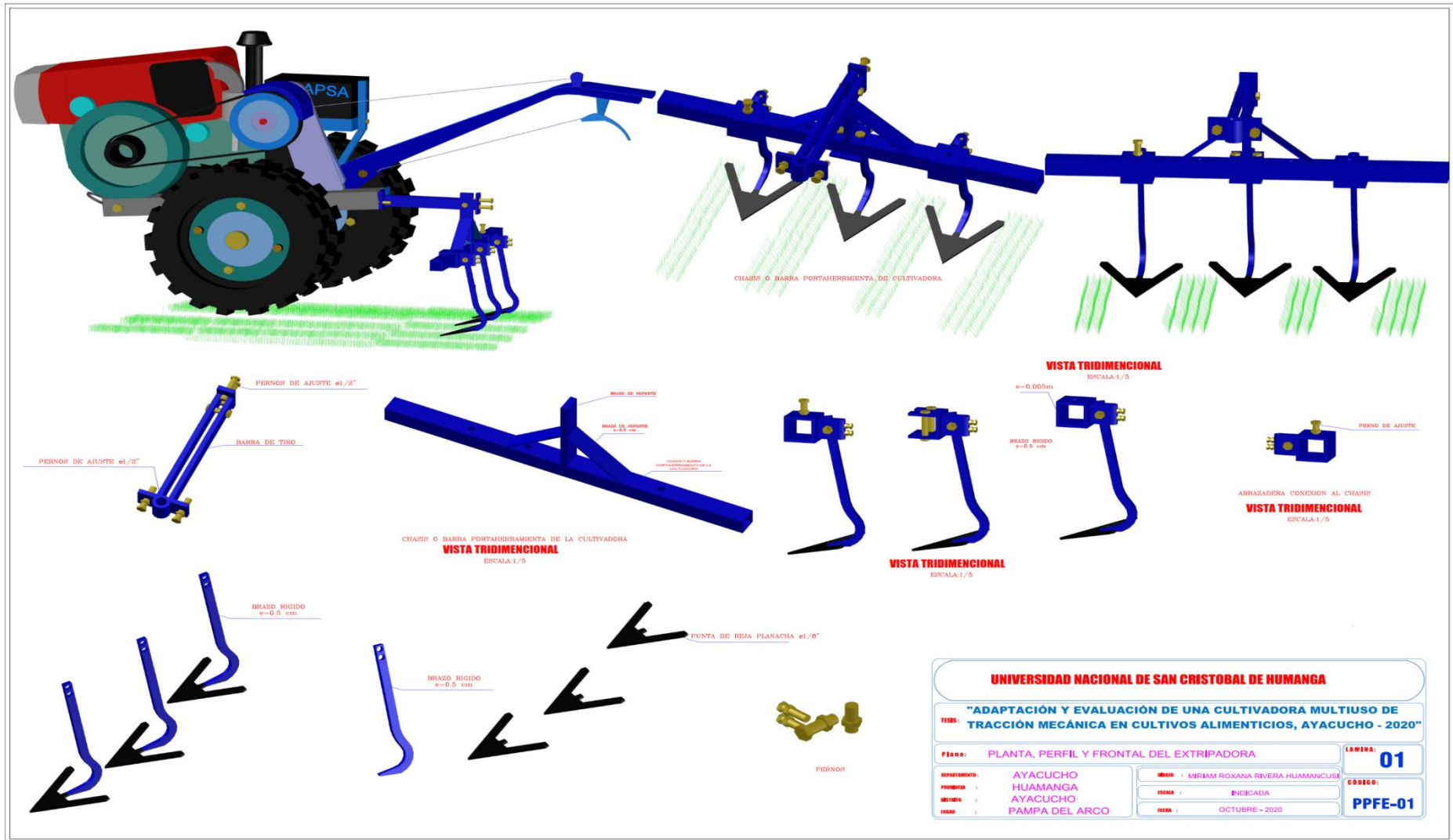
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUMANGA</b>			
"ADAPTACION Y EVALUACION DE UNA CULTIVADORA MULTIUSO DE TRACCION MECANICA EN CULTIVOS ALIMENTICIOS, AYACUCHO - 2020"			
Fecha:	PARCELAS DEL EXPERIMENTO	Hoja:	<b>07</b>
Lugar:	AYACUCHO - HUAMANSA	Escuela:	AGRICOLA
Curso:	AYACUCHO	Docente:	PE-01
Modo:	PAMPA DEL ARCO	Fecha:	SEPTIEMBRE 2020



## Anexo 7. Plano del aporcador o surcado en 2D

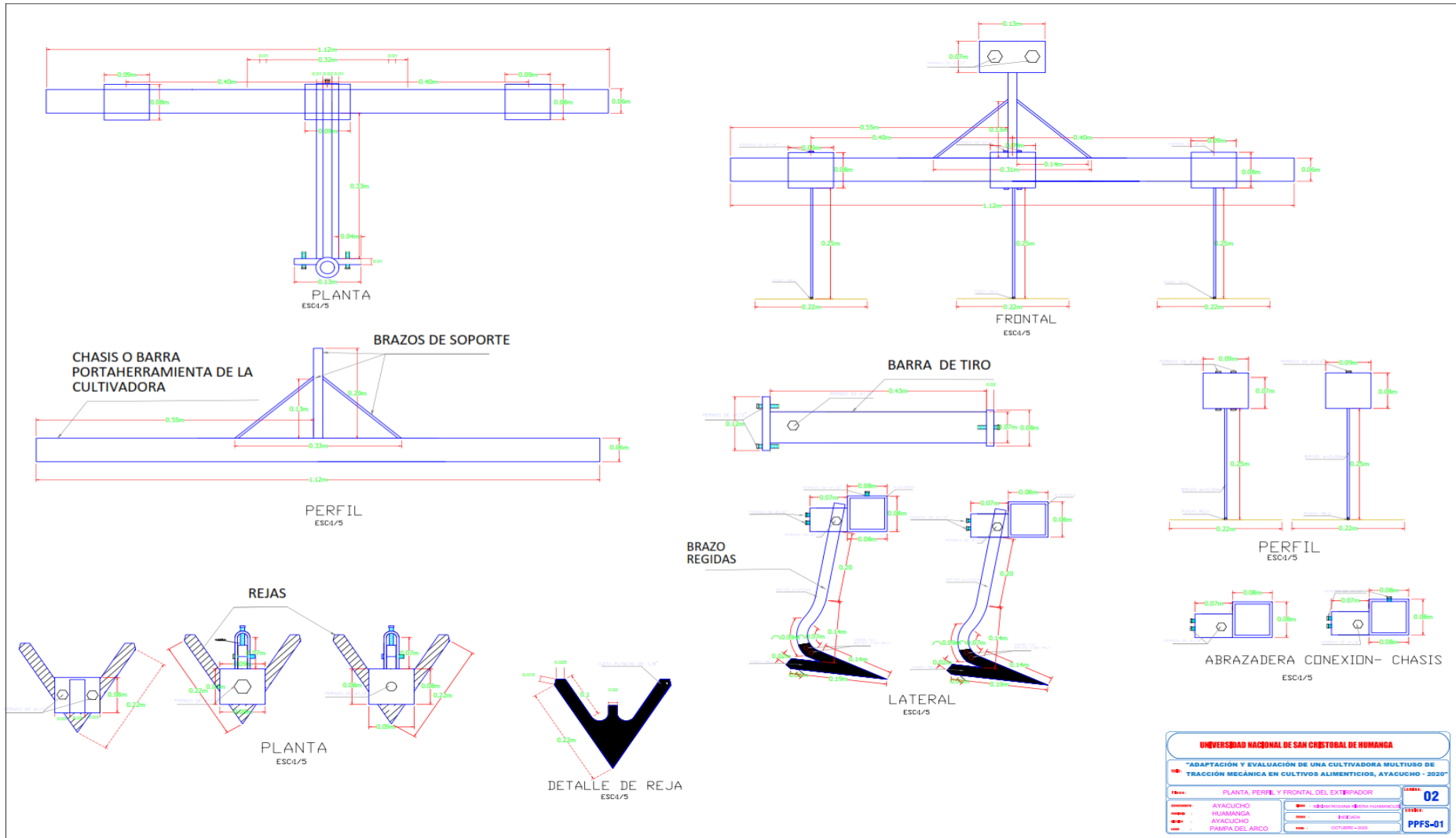


## Anexo 8. Plano del extirpador en 3D



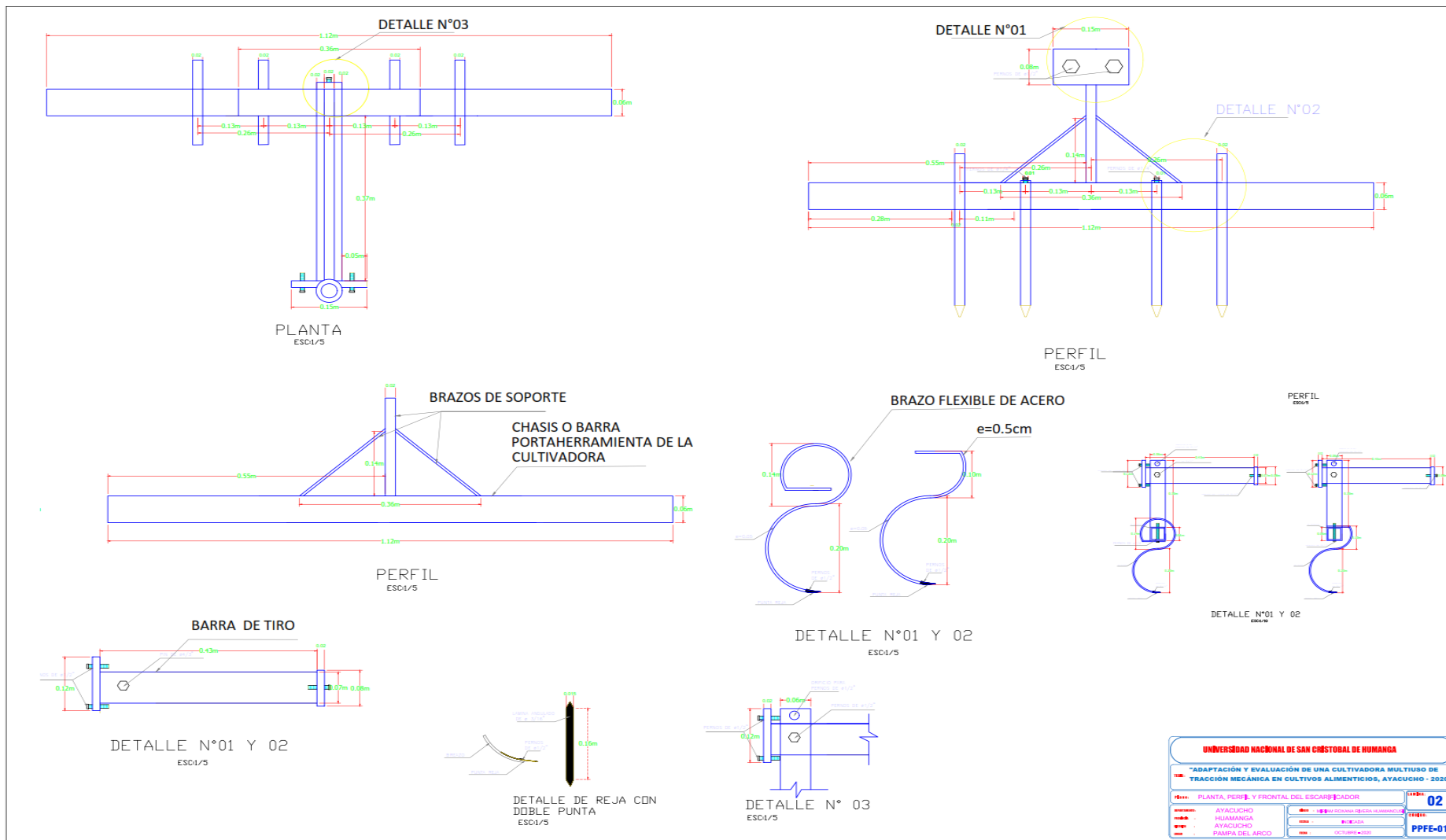


## Anexo 9. Plano del extirpador en 2D





## Anexo 11. Plano del escarificador en 2D



# Adaptación y evaluación de una cultivadora multiuso de tracción mecánica en cultivos alimenticios, Ayacucho – 2020

*por* Miriam Roxana Rivera Huamancusi

---

**Fecha de entrega:** 13-ago-2021 07:03p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1631165206

**Nombre del archivo:** TESIS\_MIRIAM\_ROXANA\_RIVERA\_HUAMANCUSI.docx (15.81M)

**Total de palabras:** 17367

**Total de caracteres:** 91229

# Adaptación y evaluación de una cultivadora multiuso de tracción mecánica en cultivos alimenticios, Ayacucho – 2020

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	2%
7	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://repository.agrosavia.co">repository.agrosavia.co</a> Fuente de Internet	

1 %

10

[www.fertilab.com.mx](http://www.fertilab.com.mx)

Fuente de Internet

1 %

11

Submitted to Universidad Manuela Beltrán  
Virtual

Trabajo del estudiante

1 %

12

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

1 %

13

[www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)

Fuente de Internet

1 %

14

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Fuente de Internet

1 %

15

[www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com)

Fuente de Internet

<1 %

16

[documentop.com](http://documentop.com)

Fuente de Internet

<1 %

17

[www.buenastareas.com](http://www.buenastareas.com)

Fuente de Internet

<1 %

18

[www.reparatucultivador.com](http://www.reparatucultivador.com)

Fuente de Internet

<1 %

19

[servicio.magrama.gob.es](http://servicio.magrama.gob.es)

Fuente de Internet

<1 %

20

[studylib.es](http://studylib.es)

Fuente de Internet

<1 %

21

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

centrodeconocimiento.ccb.org.co

Fuente de Internet

<1 %

24

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Nacional de San  
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

26

Submitted to Universidad Nacional de Trujillo

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo