

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE TRILLA EN EL CULTIVO DE AVENA
EN EL AYLLU ORIGINARIO HUAYANCA MUNICIPIO DE MOCO MOCO, LA PAZ.**

MARIO LUIS TOLEDO TITO

La Paz – Bolivia

2023

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE TRILLA EN EL CULTIVO DE AVENA
EN EL AYLLU ORIGINARIO HUAYANCA MUNICIPIO DE MOCO MOCO, LA PAZ.**

*Tesis de grado presentado como
requisito parcial para obtener el
título académico de Ingeniero
Agrónomo*

MARIO LUIS TOLEDO TITO

Asesores:

Ing. M.Sc. René Terán Céspedes

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Lic. M.Sc. Rossina Alba Maydana

Tribunal Examinador:

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores

Ing. M.Sc. Isidro Callizaya Mamani

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2023



CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
SUMMARY	xi

DEDICATORIA

Con inmenso cariño y gratitud, dedico esta tesis a las figuras más significativas en mi vida: mi madre y mi hermano. Sin su apoyo incondicional y constante amor, este logro no habría sido posible. Sus palabras de aliento y su afecto incesante han sido mi refugio y guía hacia el camino correcto. Este trabajo, por tanto, es una forma de expresar mi profundo agradecimiento por su paciencia, amor y presencia constante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Primero, quiero agradecer al Ing. M. Sc. Rene Terán Céspedes, cuya guía profesional ha sido esencial en la ejecución de este estudio. Asimismo, agradezco profundamente a mi asesora, la Lic. M. Sc. Rossina Alba Maydana, por su paciencia, dedicación y apoyo constante en cada etapa de la elaboración de este trabajo.

Mi gratitud también se extiende hacia el Ing. M. Sc. Juan José Vicente Rojas, cuya dedicación, enseñanza y recomendaciones han sido invaluable en este proceso.

Agradezco al Grupo de Asesoramiento Multidisciplinario de Medio Ambiente (GAMMA) por brindarme un espacio para desarrollar este trabajo. También agradezco a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme formado como profesional.

Mis sinceras gracias a los miembros de mi tribunal por su detallada revisión y valiosas correcciones que enriquecieron considerablemente este trabajo.

En el plano personal, quiero expresar mi gratitud más profunda a mi madre, Feliza Tito Gutiérrez. Su amor, devoción y apoyo incondicional han sido mi fortaleza a lo largo de este camino. Agradezco a mi hermano, Marcelo Toledo Tito, por su apoyo inquebrantable durante esta importante etapa de mi vida.

Quisiera también recordar a mi abuelo, Justino Tito Silva (†). Su fortaleza, integridad y sabiduría han sido y seguirán siendo un ejemplo incuestionable para mí.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, han contribuido a este trabajo y no han sido mencionadas de manera específica. Sus contribuciones han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Conocimiento tradicional.....	5
3.1.1. Etnociencia	5
3.1.2. Conocimientos y saberes	5
3.1.3. Formas de organización	7
3.1.4. Rescate de conocimientos y tradiciones.....	8
3.2. Estudio de caso.....	8
3.3. Conocimiento agronómico	9
3.3.1. Cultivo de avena en Bolivia	9
3.3.2. Labores culturales	11
a) Fertilización	11
b) Control de malezas	11
c) Riego	12
3.3.3. Fases fenológicas de la avena	12
3.4. Post cosecha.....	13
3.4.1. Labores de post cosecha para la avena.....	13
3.4.1.1. Secado de avena	14
3.4.1.2. Transporte.....	14

3.4.1.3.	Labor de trillado	14
3.4.1.3.1.	Trillado tradicional	15
3.4.1.3.2.	Trillado con animales.....	16
3.4.1.3.3.	Trillado mecánico	16
3.4.2.	Calidad de grano	17
3.4.2.1.	Tipos de grano	18
3.4.3.	Pérdidas por post cosecha	18
3.4.3.1.	Pérdidas de peso	19
3.4.3.2.	Pérdidas de calidad.....	19
3.4.3.3.	Pérdidas por insectos.....	20
3.5.	Mecanización agrícola	20
3.5.1.	Máquina.....	20
3.5.2.	Maquinaria agrícola	21
3.5.2.1.	Máquina trilladora.....	21
3.5.2.1.1.	Evaluación de la trilladora	21
3.5.2.1.2.	Rendimiento	21
3.5.2.1.3.	Eficiencia	23
3.5.2.1.4.	Eficacia.....	23
3.5.2.1.5.	Eficiencia y eficacia	23
3.5.2.1.6.	Capacidad efectiva	24
3.6.	Costos de operación	24
3.6.1.	Costo fijo.....	25
3.6.2.	Costo variable.....	25
4.	LOCALIZACIÓN	26
4.1.	Ubicación geográfica.....	26

4.2.	Características edafoclimáticas de la zona.	26
4.2.1.	Clima	26
4.2.2.	Temperatura	27
4.2.3.	Precipitación	27
5.	MATERIALES Y METODOLOGÍA	28
5.1.	Materiales.....	28
5.1.1.	Material de campo	28
5.1.2.	Material de gabinete	29
5.1.3.	Material biológico.....	29
5.2.	Metodología	29
5.2.1.	Selección y análisis del área de estudio, utilización de metodología específica en los objetivos planteados	30
5.2.2.	Metodología aplicada para el acopio de material vegetal.....	31
5.2.3.	Metodología aplicada en la etapa de calibración y evaluación de la trilladora.....	31
5.2.4.	Determinación de la capacidad efectiva y rendimiento de la máquina	32
5.2.4.1.	Cálculo de la capacidad efectiva.....	32
5.2.4.2.	Cálculo rendimiento de la máquina	33
5.2.5.	Evaluación de la calidad de material trillado.....	33
5.2.6.	Metodología aplicada en los sistemas de organización para el trillado de avena en el Ayllu Originario Huayanca.....	34
5.2.7.	Estudio de caso para analizar los sistemas de operación de la Trilladora P- 60	34
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
6.1.	Descripción del funcionamiento de la máquina	36
6.1.1.	Partes y características del funcionamiento de la Trilladora P-60	36

6.1.2.	Partes de la Trilladora P-60.....	37
6.1.3.	Principio de funcionamiento.....	37
6.1.3.1.	Pruebas iniciales en la Trilladora P-60.....	38
6.1.4.	Calibración de la Trilladora P-60 en los elementos operativos	40
6.1.5.	Preparación de material.....	42
6.1.6.	Valores y datos de trillado registrados mediante pruebas	42
6.1.7.	Tiempo de funcionamiento	43
6.1.8.	Análisis del rendimiento de la Trilladora P-60.....	44
6.2.	Trillado mecánico y manual	45
6.2.1.	Tiempo de procesamiento en el trillado mecánico y manual	46
6.2.2.	Consumo de combustible	47
6.2.3.	Capacidad efectiva	48
6.3.	Proyecciones.....	48
6.4.	Análisis de la implementación técnica de tres sistemas de organización en el trillado de avena en grano	49
6.4.1.	Descripción de los sistemas organizativos para el trillado.....	50
6.4.1.1.	Dinámica del uso de la Trilladora P-60	50
6.4.2.	Mecanismos de uso de la máquina y formas de organización	50
6.4.2.1.	Sistema organizativo agrupado (SOA).....	51
6.4.2.1.1.	Mecanismos de traslado de plantas segadas para el trillado en el SOA	52
6.4.2.1.2.	Productos obtenidos del proceso de trillado	53
6.4.2.2.	Sistema organizativo centralizado (SOC)	55
6.4.2.2.1.	Mecanismo de traslado del material en el SOC	55
6.4.2.2.2.	Productos obtenidos del proceso de trillado en el SOC	57
6.4.2.3.	Sistema de organización individual (SOI)	58

6.4.2.3.1. Mecanismo de traslado de la trilladora y cosecha para el trillado	59
6.4.2.3.2. Resultados técnicos del proceso de trillado en el SOI.....	60
6.4.3. Análisis comparativo de los tres sistemas de organización	61
6.5. Manejo espacial y temporal de cultivos en sistemas tradicionales en las gestiones 2017 – 2018.....	63
6.6. Cultivo de avena y el uso de recursos mecánicos en el Ayllu Huayanca	66
6.6.1. Importancia de la experiencia y manipulación en el uso de la Trilladora P-60	68
6.6.2. Propiedad y utilidad de la Trilladora para el productor de avena en grano en el Ayllu Huayanca.	70
6.6.3. Encargado de la administración y manejo correcto de la Trilladora	71
6.7. Sistemas tradicionales de producción en el Ayllu Huayanca y el rol del cultivo de avena	72
6.7.1. Acceso a recursos y medios técnicos de labranza (herramientas).....	72
6.8. Calendario agrícola	74
6.9. El cultivo de avena en grano y su importancia en los sistemas de producción tradicional.....	75
6.10. Manejo del cultivo de avena en grano	75
6.11. Análisis de costos de producción del cultivo de avena en grano.	76
6.11.1. Costo de producción según superficie y tipo de productor	76
6.11.2. Costo de producción en una superficie de 1000 m ²	79
7. CONCLUSIONES	81
8. RECOMENDACIONES.....	85
9. BIBLIOGRAFIA.....	87
ANEXOS	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de avena	13
Tabla 2. Datos de temperatura máxima y mínima en la zona	27
Tabla 3. Materiales usados en trabajo de campo.....	29
Tabla 4. Metodología aplicada en la labor de trillado de avena	34
Tabla 5. Procedimiento de trabajo en la parte social y económica	35
Tabla 6. Descripción de las partes principales de trabajo de la trilladora P-60	37
Tabla 7. Medidas iniciales de distancia entre barras y el cóncavo	39
Tabla 8. Consumo de combustible (l/h) teórico y en campo.....	47
Tabla 9. Cálculo de capacidad de efectiva.....	48
Tabla 10. Proyecciones en diferentes superficies	49
Tabla 11. Material cosechado, distancia y tiempo de traslado de la cosecha.	52
Tabla 12. Productos obtenidos del proceso de trillado por productor en el SOA	54
Tabla 13. Cantidad de material, distancia y tiempo empleado en el SOC.....	56
Tabla 14. Resultados de paja, broza y grano obtenidos en el SOC	57
Tabla 15. Cantidad de material, distancia y tiempo empleado en el SOI	59
Tabla 16. Obtención de paja, broza y grano en el SOI.....	61
Tabla 17. Resultados de los costos económicos obtenidos en los sistemas de organización.....	62
Tabla 18. Rendimiento de cultivos en Aynocas del Ayllu Huayanca 2017	64
Tabla 19. Rendimiento de cultivos en Aynocas del Ayllu Huayanca 2018	65
Tabla 20. Cálculo del costo de producción en avena en grano.....	77
Tabla 21. Cálculo del costo de producción en avena en grano para 1.000 m ²	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trilladora - picadora estacionaria P-60	28
Figura 2. Relación ubicación de trilladora y parcelas con cultivo de avena.....	30
Figura 3. Formula de capacidad efectiva	32
Figura 4. Formula de rendimiento	33
Figura 5. Estructura y piezas que componen la trilladora P-60.....	36
Figura 6. Prueba inicial de la trilladora en calibración de fábrica	38
Figura 7. Calibración de las barras de golpe.....	41
Figura 8. Comparación entre posiciones de calibración.....	42
Figura 9. Tiempo de funcionamiento en calibraciones de trillado para 5 kg de avena ..	43
Figura 10. Comparación de productos obtenidos en el trillado mecánico y manual.....	45
Figura 11. Procesamiento de material en el trillado mecánico y manual.....	46
Figura 12. Productores que incorporaron avena en grano y la forma de trillado.....	67
Figura 13. Importancia del trabajo con la trilladora P-60.....	69
Figura 14. Tenencia promedio de herramientas por productor	73
Figura 15. Calendario agrícola de producción en Ayllu Originario Huayanca	74
Figura 16. Disposición de actividades en el cultivo de avena durante el año.....	75

RESUMEN

En el área occidental del país, los agricultores que poseen reducidas áreas para producir se ven obligados a trabajar sobre todo con tracción humana o animal; igualmente sucede que, ante la imposibilidad de producir, más aún con la irrupción de eventos climatológicos adversos, se ven obligados a dedicarse a otras actividades extra prediales. Una de las principales limitantes en la producción agrícola es la falta de maquinaria para las diferentes actividades productivas. En el Ayllu originario Huayanca, desde hace varios años el cultivo de avena en grano se ha convertido en una interesante alternativa para mejorar los ingresos familiares. En este contexto, el presente trabajo de investigación tiene el objetivo de realizar una evaluación de una trilladora mecánica CIFEMA P-60 y un análisis comparativo de tres sistemas de trillado de avena, bajo un método de enfoque descriptivo cualitativo y participativo.

El trabajo se inició con el acopio de material vegetal proporcionado por los productores de avena para las pruebas de calibración y evaluación de la trilladora P-60, registrando datos del tiempo de funcionamiento, proporción de paja, broza, grano limpio y pérdida por manipulación, ensayándose dos posiciones de calibración en las barras de golpe de la máquina. Posteriormente se registraron datos para el trillado mecánico y manual evaluando la eficiencia, tiempo y la capacidad efectiva para ambos casos y finalmente se realizó un análisis de los sistemas organizativos locales en torno al uso de la trilladora.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la posición de calibración 7:7 mm demostró una mejor eficiencia en el trillado, con un tiempo de 9.67 minutos para procesar 5 kg de material vegetal y obtener 33,22 % de grano. Esto se tradujo en una capacidad efectiva de 9,81 kg/h en función del tiempo de trillado, con un rendimiento del 95%. En cuanto al análisis comparativo de los sistemas organizativos, los resultados sugieren que el sistema centralizado es la mejor opción, ya que obtuvo un rendimiento de 37,97 kg/h y un costo de 0,44 Bs por kilogramo de grano trillado. También se observó que, en el costo de producción del cultivo de avena, se trabajó de forma semi mecanizada o manual, y que varía en función de la superficie del cultivo. Los costos oscilaron entre 3,7 Bs/kg y 5,9 Bs/kg, en el costo de producción semi mecanizado y 7,7 Bs/kg en el trabajo manual, resaltando la influencia de la superficie del cultivo en los costos de producción.

En conclusión, la máquina requiere mejoras para incrementar su capacidad. Su uso efectivo depende de una organización centralizada. Así mismo se evidencia la incidencia de los costos de post cosecha dentro del costo de producción, mostrando la necesidad de utilizar máquinas eficientes para trillado y venteado, importantes para el cultivo de avena en grano para los productores del Ayllu de Huayanca.

SUMMARY

In the western part of the country, farmers who have limited areas to produce are forced to work mostly with human or animal traction; it also happens that, faced with the impossibility of producing, especially with the occurrence of adverse weather events, they are forced to engage in other activities outside the farm. One of the main limitations in agricultural production is the lack of machinery for the different productive activities. In the native Ayllu Huayanca, for several years the cultivation of grain oats has become an interesting alternative to improve family income. In this context, the present research work has the objective of carrying out an evaluation of a CIFEMA P-60 mechanical threshing machine and a comparative analysis of three oat threshing systems, under a qualitative and participatory descriptive approach.

The work began with the collection of plant material provided by oat producers for calibration tests and evaluation of the P-60 threshing machine, recording data on operating time, proportion of straw, brush, clean grain and loss due to handling, testing two calibration positions on the machine's blow bars. Subsequently, data were recorded for mechanical and manual threshing, evaluating the efficiency, time and effective capacity for both cases, and finally, an analysis of the local organizational systems surrounding the use of the threshing machine was carried out.

The results obtained in this research show that the 7:7 mm calibration position demonstrated better threshing efficiency, with a time of 9.67 minutes to process 5 kg of plant material and obtain 33.22% of grain. This translated into an effective capacity of 9.81 kg/h as a function of threshing time, with a yield of 95%. Regarding the comparative analysis of the organizational systems, the results suggest that the centralized system is the best option, since it obtained a yield of 37.97 kg/h and a cost of 0.44 Bs per kilogram of threshed grain. It was also observed that the cost of production of the oat crop was worked semi-mechanized or manually, and that it varied according to the area of the crop. The costs ranged between 3.7 Bs/kg and 5.9 Bs/kg, in the semi-mechanized production cost and 7.7 Bs/kg in manual work, highlighting the influence of the crop surface on production costs.

In conclusion, the machine requires improvements to increase its capacity. Its effective use depends on a centralized organization. Likewise, the incidence of post harvest costs within the cost of production is evident, showing the need to use efficient machines for threshing and venting, important for the cultivation of oat grain for the producers of the Ayllu de Huayanca.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la avena se constituye en un cultivo forrajero importante y no así como cultivo en grano, esto principalmente porque como forraje tiene una mayor demanda para el sector de productores de ganado lechero, siendo que el cultivo es considerado uno de los más precoces de entre los cereales y presenta una buena calidad nutricional destacando su disponibilidad como alimento verde, seco o heno que a su vez puede ser conservado como ensilaje en zonas con bajas temperaturas como el altiplano boliviano.

Las zonas acordes para su producción son las partes altas del altiplano y en cabecera de valles, zonas donde la precipitación es baja con una etapa corta de lluvias siendo un cultivo tolerante a diferentes factores desfavorables sequía y también a la helada.

Actualmente los agricultores que poseen reducidas áreas para producir se ven obligados a trabajar en base a tracción humana o animal, ante la dificultad de producir, suelen dedicarse a otras actividades extra prediales, situación que merece atención pues incide directamente en los bajos ingresos de los pequeños productores, y las altas tasas de migración campo-ciudad. La actividad del pequeño agricultor se ve limitada por diferentes factores siendo uno de ellos el poco acceso a equipos, herramientas y maquinaria que permita ampliar las áreas de cultivo, pues según su capacidad para trabajar la tierra en base a sus implementos de labranza tradicionales pueden desarrollar solo una agricultura de autoconsumo.

El Ayllu Originario Huayanca fue una de las zonas en la que se cultivó la avena, siendo aún más importante como pionero en la comercialización de avena en grano,

mostrándose como un referente en el departamento de La Paz, al haber suscrito un convenio con la Sociedad Industrial Molinera S.A. – SIMSA que con la marca “PRINCESA ofrece muchos productos de avena como galletas, cereales y harinas; en cuyo marco el Ayllu Huayanca comercializó avena en grano.

Paralelamente, a través del proyecto de desarrollo que se implementó en el Ayllu Huayanca, recibió en donación una trilladora P-60 para facilitar el trabajo de producción de avena en grano, bajo un sistema semi mecanizado sobre las labores de cosecha y post cosecha.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de realizar la evaluación sobre la trilladora mecánica CIFEMA P-60 y el análisis comparativo de diferentes sistemas de trillado de avena bajo un método de enfoque descriptivo cualitativo y participativo.

1.1. Planteamiento del problema

Una de las principales limitantes en la producción agrícola es la falta de maquinaria para las diferentes actividades de cultivo. En el Ayllu originario Huayanca, ubicado en el municipio de Moco Moco, el cultivo de avena en grano se ha convertido en una interesante alternativa para mejorar los ingresos familiares desde hace varios años; sin embargo, las actividades de post cosecha como la trilla se constituyen en una labor pesada si se hace de manera manual, por lo que requiere de una máquina (trilladora) que funcione de forma adecuada y se ajuste a las condiciones socioeconómicas de las familias. Es por ello que la presente investigación propone estudiar y diseñar estrategias de manejo para una trilladora, para así contribuir a aliviar la carga de trabajo de las

familias agricultoras y mejorar la eficiencia de la producción de avena en la zona, con la que se pretende mejorar en parte el proceso de post cosecha en la avena dentro del contexto socioeconómico y cultural.

1.2. Justificación

En la zona de estudio se han desarrollado experiencias en la producción de avena en grano. La avena cultivada ha tenido rendimientos aceptables que han motivado a los productores a seguir produciendo, sin embargo, las labores de post cosecha requieren un esfuerzo adicional para obtener un producto con la calidad que exige el mercado. Con este fin el Ayllu originario Huayanca recibió la donación, a través de un proyecto, una máquina trilladora la misma que para ser utilizada requiere de capacitación tanto en el manejo de la parte técnica, como en la definición del aspecto organizativo, debiendo definirse la forma más adecuada de su administración y operación por parte de los productores de avena del Ayllu originario Huayanca.

En este marco la investigación busca identificar las mejores alternativas técnicas y organizativas orientadas a implementar acciones de post cosecha utilizando los recursos disponibles como material vegetal (avena en grano) y conocimientos existentes en el Ayllu Huayanca.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una evaluación comparativa de tres sistemas de trillado de avena en el Ayllu Originario Huayanca, municipio de Moco Moco.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características técnicas del trillado mecánico y manual en el cultivo de avena en el ámbito de la agricultura familiar.
- Realizar el análisis económico de la implementación técnica y organizativa de tres sistemas de organización en el trillado mecánico.
- Caracterizar los sistemas de operación para el trillado de avena tomando en cuenta factores culturales, productivos, sociales y organizativos en el entorno del Ayllu originario Huayanca.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Conocimiento tradicional

3.1.1. Etnociencia

La etnociencia se encuentra entre los enfoques que más han contribuido en el estudio de las poblaciones tradicionales, que parte desde la lingüística para estudiar el conocimiento de las poblaciones humanas que se relacionan con los procesos naturales, para así entender al conocimiento del mundo natural (Diegues, 2000).

De acuerdo con Cresweell (1998), la etnociencia estudia la descripción e interpretación de un grupo social, cultural o un sistema con sus costumbres y las formas de vida como un proceso, dando así un producto en base a una observación prolongada del grupo típicamente a través de observaciones participativas en las cuales se está inmerso en la vida cotidiana de la gente o por medio de entrevistas cara a cara y uno a uno con miembros del grupo estudiando los significados del comportamiento el lenguaje y las interacciones que comparten en su cultura.

3.1.2. Conocimientos y saberes

Según Hernández (2018), los conocimientos y saberes campesinos son de extrema relevancia para la producción de conocimiento en el territorio rural, su identidad y la participación de la sociedad campesina. Con su utilización se trabaja en una propuesta que una los aspectos tradicionales y locales del saber campesino, con el conocimiento de la tecnología en el momento y lugar que las poblaciones consideren apropiado. Las comunidades tradicionales guardan una herencia de conocimiento

adquirida de sus antepasados y de la relación con el medio en que viven, que son estudiadas por un área de la ciencia denominada Etnobotánica.

Los conocimientos son las prácticas ancestrales desarrolladas por las comunidades locales a través del tiempo para comprender y manejar sus propios ambientes locales. En la producción agrícola los usos de los saberes ancestrales han ido perdiendo espacio en la vida cotidiana del agricultor, siendo reemplazadas por prácticas tecnológicas que son aplicadas en los cultivos; el uso de maquinaria, la selección de semillas, productos químicos para el control de insectos plaga, enfermedades y nutrición de los cultivos. Por lo tanto, estos conocimientos ancestrales que han sido heredados por generaciones desaparecen con el tiempo, perdiendo de esta manera la identificación ancestral que identifica a cada comunidad (Trujillo, 2021).

Cuando se utiliza el término de “saber local” en relación con el conocimiento obtenido por los productores locales se refiere a toda una gama de conocimientos de carácter empírico transmitidos verbalmente que son propios de las formas no industriales de apropiación de la naturaleza. Está claro que hoy los saberes locales, para ser correctamente comprendidos, deben analizarse en sus relaciones tanto con la práctica como con el sistema de creencias de la cultura o el grupo humano con el que convive o al que pertenece (Toledo et. al 2002).

Muchas de las soluciones tecnológicas de los últimos años no toman en cuenta o no se adaptan a la cultura tradicional de los pueblos indígenas, lo cual les reduce su efectividad. A su vez, existen soluciones tecnológicas que han desarrollado los pueblos indígenas que les permiten resolver sus problemas, pero al mismo tiempo pueden ser

una contribución para la humanidad. Esto se ha hecho más evidente en aspectos como la producción agrícola, el manejo de recursos naturales o la detección y tratamiento de enfermedades (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021).

3.1.3. Formas de organización

El trabajo en las comunidades andinas es un acto colectivo que se realiza de diferentes maneras: entre miembros de la familia, así como entre familias que se colaboran mutuamente en una forma de “ayni” o “mink’a” y entre los diferentes miembros de la comunidad como un trabajo comunitario, y estas pueden variar según la región, cultura y contexto específicos donde cada forma de organización tiene sus ventajas y desventajas, y la elección de una forma particular depende de las necesidades y objetivos específicos de la comunidad agrícola (Loritz. 2016)

Según Magdaleno, et. al. (2014) como primera forma de organización social, se encuentra la familia, donde cada integrante de la misma, realiza diferentes actividades con un dinamismo en el ámbito comunitario. Por otra parte, la familia campesina trata de satisfacer sus necesidades (autoabasto, enseres agrícolas y fiestas patronales) antes de obtener ganancias.

Al comprender la familia campesina, se debe recordar que existen varios tipos de familia, que pueden consistir en familias pertenecientes a varias generaciones, como cuando en una casa viven marido y mujer, con sus padres de edad y a veces el hijo mayor del campesino, al casarse, lleva a su esposa a la casa de su padre y viven bajo el mismo techo. También existe la familia nuclear que consiste en la unión de un hombre y una mujer con su descendencia. Mucha gente considera este tipo de familia como

“natural” siendo un fenómeno social que puede encontrarse en todas partes, en todas las sociedades (Wolf, 1971).

3.1.4. Rescate de conocimientos y tradiciones

Las tradiciones son conocimientos acumulados de manera colectiva por una sociedad a través de un proceso histórico, cuya base es la experiencia y la relación con una realidad concreta y su naturaleza. A partir de este concepto se puede establecer que los conocimientos ancestrales son obtenidos de la experiencia, es decir de la experimentación o la práctica y el "hacer" y el "ver", por lo tanto, sería resultado de una experiencia sensorial. Dado que el saber es creación cultural, y la cultura es dinámica, el conocimiento ancestral es también algo cambiante y constantemente enriquecido. En el sentido expuesto, el conocimiento no es algo dado e inmutable que pueda ser rescatado a partir de su localización; todo lo contrario, es un lugar de constante cambio y uno de los elementos a considerar, en todas las circunstancias, es su proceso de construcción social (Hidrovo 2015).

Así también Crespín (2010), menciona que las tradiciones son un conjunto de conocimientos y valores, que han sido transmitidos de generación en generación, dentro de un sistema de educación endógena y cuyo papel dentro de la sociedad ha sido el de colaborar al desarrollo de los individuos, a través de la enseñanza de las experiencias de sus antecesores.

3.2. Estudio de caso

Apollin & Eberhart (1998) manifiestan que la finalidad del análisis de caso es comprender la coherencia agro técnica del sistema del productor por medio de la

caracterización de fuerzas productivas (tierra, mano de obra, capital), aprender relaciones entre diferentes sistemas y examinar los resultados técnicos como rendimientos, capacidades y otros. Así como, el comprender la racionalidad económica del sistema de producción evaluando los resultados económicos de las distintas ocupaciones productivas y comprender los componentes limitantes del sistema de producción.

Para Yin (2018) el estudio de caso es una metodología de investigación que se utiliza para analizar un fenómeno complejo en su contexto real. Se trata de una investigación empírica en la que se examina detalladamente un caso específico con el fin de obtener una comprensión profunda de los procesos y fenómenos involucrados. Para lo cual se recopila información a través de diversas fuentes, como entrevistas, observación directa, documentos y registros, y se analiza cuidadosamente para identificar patrones, tendencias y relaciones.

3.3. Conocimiento agronómico

3.3.1. Cultivo de avena en Bolivia

Según IIPN-UMSA (2015) la avena llegó asociada al trigo, en los primeros dos decenios después de la conquista, entrando al territorio de Charcas hacia el año de 1555. La avena era necesaria como alimento para el ganado equino, mular, caballar y asnal. Desde 1555 hasta 1955 en el transcurso de 400 años se produjeron mutaciones y surgieron variedades propias de avena en el territorio de la actual Bolivia. Sin embargo, este patrimonio no ha sido rescatado. El uso de la avena ha sido predominantemente

forrajero. La avena para consumo humano ha sido hasta ahora un artículo de importación.

La avena ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales, lo cual la convierte en el cereal más importante en zonas templadas y del trópico alto. Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia central, sin embargo, no llegaron a tener la importancia que tuvieron cereales como el trigo o la cebada en épocas tempranas pues, antes de ser cultivadas, las avenas fueron maleza de estos cultivos. En el mundo existen numerosas variedades nativas; Altoandina, ICA Cajica, ICA Soraca, Obonuco avenar, Cayuse, Dorada, Everleaf y Kona (Merchancano et. al., 2022).

La avena en Bolivia, constituye uno de los cultivos forrajeros anuales más importantes después del maíz en zonas altas, valles y el altiplano. Esta condición se debe a su amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, su buena palatabilidad y facilidad para su conservación la convierte en un recurso forrajero valioso para las épocas secas y frías del año, principalmente de las zonas altas del país. Sin embargo, el cultivo de avena presenta sensibilidad a las enfermedades fungosas como el ataque de las royas; roya del tallo y roya de la hoja (Córdova, 1993).

Según Claure (2022) en la investigación de avena en Bolivia donde evaluó ecotipos de avena para grano, reporta una densidad real de siembra promedio de 92 kg/ha para el cultivo y un rendimiento promedio de 1.232 kg/ha, mencionando que este valor se podría deber a un posible estrés por el calor, ya que elevadas temperaturas por encima de una temperatura diaria promedio de 15 grados centígrados, durante el llenado de grano, evita que la planta aumente la tasa de fotosíntesis lo suficiente como para

compensar el periodo más corto de llenado de grano, por lo que el rendimiento del grano se reduce.

INE (2017), informa que en el municipio de Ravelo de la provincia Chayanta, se alcanzó una producción de avena de 10.960 quintales en un área cultivada de 439 hectáreas, según el Censo Agropecuario 2013, por lo que constituye en el mayor productor de avena en Potosí – Bolivia.

3.3.2. Labores culturales

Para Pugh & Wilkinson (2018) las labores culturales son prácticas agronómicas que se realizan durante el cultivo para mantener el suelo en buenas condiciones, eliminar malas hierbas, controlar plagas y enfermedades, y asegurar un rendimiento óptimo. Algunas de las labores culturales comunes en el cultivo de avena incluyen:

a) Fertilización

Según Luna (1990) indica que la fertilización en el contexto agrícola se refiere al proceso de suministrar nutrientes esenciales a los cultivos para promover un crecimiento saludable y aumentar la producción agrícola. La fertilización puede involucrar el uso de fertilizantes químicos y/o abonos orgánicos, dependiendo de las necesidades específicas de los cultivos y las condiciones del suelo.

b) Control de malezas

Las malezas pueden competir con la avena por los nutrientes y la luz solar. Es importante controlarlas a través de prácticas culturales, como el laboreo del suelo y la aplicación de herbicidas.

Venegas (2016) indica que con la finalidad de lograr un buen desarrollo y crecimiento del cultivo y obtener rendimientos satisfactorios, se debe realizar el deshierbe de malezas en forma manual. Mamani (2017) aconseja a realizar un deshierbe natural de las malezas en la etapa de macollamiento, generando una aireación del suelo. Al igual que INIA (2020), que menciona que el deshierbe se deberá realizar manualmente a los 45 días de la siembra aproximadamente.

c) Riego

La avena necesita suficiente agua para crecer y desarrollarse correctamente. Es importante regar en consecuencia para evitar la sequía o el exceso de agua. De acuerdo con Noli (1999) se debe realizar la abertura de zanjas alrededor del cultivo, para precaver el exceso de humedad y evitar el amarillamiento por encharcamiento de agua. La avena necesita de suelos francos o franco arcillosos ya que retiene mejor el agua principalmente se cultiva de forma a secano y muy rara vez bajo riego.

3.3.3. Fases fenológicas de la avena

Según Espitia et al., citado por López (2016) las etapas fenológicas de la avena denotan diferentes fases del desarrollo en que se enmarca la producción y distribución de materia seca, así como el rendimiento del grano. Roth (2002) destaca que el cultivo de avena tiene una serie de fases fenológicas que son importantes para su correcto manejo y seguimiento. Describiendo algunas de ellas:

Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de avena

ETAPA DE DESARROLLO	CARACTERÍSTICAS
Germinación	Hinchamiento de la semilla y germinación a través del área del suelo.
Emergencia	Es la fase en la que la plántula emerge de la tierra después de la germinación de la semilla.
Desarrollo vegetativo	Durante esta fase, la avena experimenta un rápido crecimiento de sus hojas y del sistema radicular.
Encañado	En esta fase, la avena comienza a producir el tallo y se prepara para la floración.
Floración	En este momento, la avena produce las espigas y las flores
Grano lechoso	La fase en la que el grano comienza a llenarse y su consistencia es lechosa.
Madurez fisiológica	Cuando la avena alcanza este estado, ya no se produce más fotosíntesis y el grano está maduro.

Fuente: Reeves & Sraon (1976).

3.4. Post cosecha

3.4.1. Labores de post cosecha para la avena

Según Dwyer et al. (2015) la época de recolección en post cosecha se realiza cuando el material está seco; se emplea rastrillos y horquetas para acumularlo. El almacenamiento se realiza en pacas; cuando se tiene grandes extensiones de forraje a henificar y se cuenta con una empacadora, en parvas cuando se tiene empacadora y se construye en un trípode de palos para evitar pérdida de nutrientes, es recomendable colocar un techo del mismo forraje, en pirhuas se lo realiza plantando un palo al centro sobre una base circular empedrada a fin de evitar la humedad. Por su parte INTA (2013) menciona que en el almacenamiento como parte de las labores en post cosecha se debe

tener mucho cuidado en la preservación del grano, así como en las demás actividades de post cosecha que se mencionan a continuación.

3.4.1.1. Secado de avena

En general, el proceso de secado de la avena incluye la eliminación del exceso de humedad por medio de corrientes de aire caliente. El secado se puede realizar en instalaciones especiales, como secadores de aire forzado o sistemas de secado a granel, o bien, de manera natural al sol, aunque esta última opción es menos recomendada debido a que la calidad del grano se puede ver afectada (Fernández & Quintanilla, 2010).

3.4.1.2. Transporte

El transporte de la avena puede llevarse a cabo por diferentes medios disponibles, como animales de carga y vehículos. La elección dependerá de la distancia a cubrir y del destino final. Resulta esencial que los vehículos seleccionados sean adecuados para el tipo de producto a transportar y que se adopten medidas específicas para asegurar la integridad y la calidad del grano durante el traslado. Además, el tiempo de transporte representa un factor crucial a tener en cuenta, dado que una duración excesiva podría perjudicar la calidad de la avena. Por lo tanto, se deben implementar estrategias que aseguren un traslado lo más breve posible y un almacenamiento correcto una vez que el grano llegue a su destino. (Cook, 2013).

3.4.1.3. Labor de trillado

Para González (1991), la labor de trillado es la actividad que se hace con los cereales, tras la siega o cosecha, para retirar el grano de la paja. Según las épocas y las

regiones se han empleado diversos sistemas para separar el grano de la paja, tomando en cuenta que la humedad recomendada para el trillado de la avena es de 14 a 15 %.

La labor de trillado de la avena es una actividad fundamental en el proceso de producción agrícola, ya que permite separar el grano de la paja y otros residuos. El trillado de la avena se puede realizar de manera manual, con ayuda de animales o mecánica, dependiendo de la escala de producción y de los recursos disponibles. Es importante destacar que el trillado de la avena debe realizarse en el momento adecuado, cuando la humedad del grano se encuentra dentro de los rangos aceptables para su almacenamiento y comercialización (Perry, 2018).

3.4.1.3.1. Trillado tradicional

Según el estudio de Chávez et al. (2015), el trillado manual de avena en Bolivia se realiza principalmente en comunidades rurales donde las personas no tienen acceso a maquinaria moderna de trilla. Esta técnica puede ser una alternativa viable en estas comunidades, ya que es una práctica sostenible y puede generar empleo local. Sin embargo, el trillado manual también puede ser una tarea laboriosa y requiere más tiempo que la trilla mecánica.

El trillado tradicional, también llamado trillado a mano o por golpes, consiste en golpear la espiga sobre un área sólida. Este tipo de trillado se acostumbra en granos pequeños. En el trillado por golpe, los agricultores toman porciones de tallos con espigas secas y las colocan sobre una lona que esté sobre un área uniforme que se la golpea con una barra de madera llamada "jaukaña" de 1.2 m de largo, separando los granos de las espigas.

El trillado manual de avena se realiza en países como Chile y Perú, utilizando herramientas de trilla como mazos de madera o trillos de madera con cuchillas de acero. El trillado con animales, como caballos o bueyes, también es común en algunas regiones rurales de América Latina y África (Molina et al., 2013).

3.4.1.3.2. Trillado con animales

El trillado con animales, especialmente con bueyes, es una práctica común en áreas rurales para la separación del grano de la paja de diferentes cultivos, incluyendo la avena. Según un estudio de Hurtado et al. (2016), el trillado con bueyes en Bolivia tiene un rendimiento promedio de 95% en la separación del grano de la paja en la avena, lo que indica una alta eficiencia en comparación con otras técnicas de trillado manual. Sin embargo, también se señala que el trillado con animales requiere más tiempo y esfuerzo que la trilla mecánica, y además tiene un impacto ambiental significativo debido al consumo de combustible para el transporte de los animales.

Por otra parte, Chávez et al. (2015) encontró que el trillado con bueyes es una práctica sostenible en Bolivia, ya que los animales son parte integral de la cultura y la economía de las comunidades rurales, y su uso en el trillado puede generar empleo y promover la agricultura familiar.

3.4.1.3.3. Trillado mecánico

El trillado mecánico de la avena se realiza mediante el uso de una trilladora, la cual separa el grano de la paja y otros residuos mediante la acción de la fricción y la vibración. La avena se introduce en la trilladora, y el motor eléctrico o de combustión interna acciona el mecanismo de trillado. Esta técnica es común en regiones donde la

producción agrícola es a gran escala y donde se cuenta con maquinaria especializada (Cook, 2013).

3.4.2. Calidad de grano

Según Beratto (2006), en la actualidad el concepto de calidad de grano es ambiguo y difuso. Generalmente, el concepto que emplea el agricultor no es el mismo que utiliza el sector comercial, ni el sector industrial. Siendo poco probable que todos concuerden en un concepto único de calidad. Por tanto, el término de calidad no es único ni simple, y en muchos casos tampoco es el más adecuado. Cuando se habla de calidad del grano incluye requerimientos morfológicos, características físicas, industriales y bioquímicas, tanto del grano cubierto como del grano pelado de avena donde el contenido máximo de humedad del grano no debe exceder al 13 %. Porcentajes superiores favorecen la proliferación de hongos, cambios en el olor y sabor natural de los granos.

La calidad del grano de avena se puede medir en función de su contenido de proteínas, lípidos, fibra y minerales, así como su peso y tamaño. Algunos estudios también han investigado la calidad nutricional y funcional de los productos derivados de la avena, como la harina y el salvado. (Wang, 2021).

Para Elder (1984) el contenido de impurezas y materia extrañas también es de gran importancia desde el punto de vista comercial. Cuando el producto está sucio es clasificado como de menor calidad y sufre una considerable reducción de precio.

3.4.2.1. Tipos de grano

Para Lizarazo & Herrera (2013) los tipos de granos de avena, existen principalmente dos: la avena descascarillada y la avena pelada. La avena descascarillada presenta un mayor contenido de proteínas y lípidos que la avena pelada, y es utilizada principalmente en la producción de avena para el consumo humano. Por otra parte, Rostagno (2012) menciona que la avena pelada es utilizada principalmente en la producción de forraje y como alimento para animales.

3.4.3. Pérdidas por post cosecha

Las pérdidas por post cosecha en la avena pueden ser causadas por diferentes factores, como la humedad, el manejo inadecuado, la falta de ventilación, el almacenamiento prolongado, entre otros. Según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las pérdidas post cosecha de cereales, incluyendo la avena, pueden alcanzar hasta el 20% de la producción total (FAO, 2018).

Un estudio realizado en Argentina encontró que las principales pérdidas post cosecha de la avena fueron causadas por la falta de limpieza y clasificación adecuada, el mal almacenamiento y la humedad excesiva (García et al., 2014). Otro estudio realizado en Canadá encontró que las pérdidas de la avena durante el almacenamiento pueden oscilar entre el 1% y el 25%, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y el tiempo de almacenamiento (Dwyer. et al., 2015).

3.4.3.1. Pérdidas de peso

Las pérdidas de peso en la avena cosechada pueden ocurrir debido a la pérdida de humedad, la separación de la semilla del grano y la pérdida de los granos durante la cosecha y el almacenamiento. Un estudio encontró que las pérdidas de peso en la avena cosechada pueden variar de 4.4% a 10.4% dependiendo de las condiciones de cosecha y almacenamiento (Elizondo et al., 2019).

Otro estudio encontró que las pérdidas de peso en la avena durante el almacenamiento pueden variar de 0.5% a 1.5% por mes, dependiendo de la temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenamiento (Abugoch, 2009).

3.4.3.2. Pérdidas de calidad

Las pérdidas de calidad en la avena trillada pueden estar relacionadas con factores como la humedad, la presencia de impurezas, la manipulación inadecuada y la contaminación. Según un estudio realizado en Canadá, la calidad de la avena trillada puede verse afectada por la humedad, ya que la humedad excesiva puede provocar un aumento en el contenido de humedad y una mayor susceptibilidad al crecimiento de hongos y micotoxinas. La presencia de impurezas y materiales extraños también puede afectar la calidad de la avena trillada, reduciendo su valor comercial. Además, la manipulación inadecuada durante el almacenamiento y el transporte puede causar daños mecánicos a los granos y afectar su calidad (Demeke, 2010).

3.4.3.3. Pérdidas por insectos

Los insectos que atacan los granos almacenados tienen características propias que los distinguen de los que se encuentran en la mayor parte de los cultivos. Los daños provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos. Se estima que del 5 al 10% de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesarios para alimentar a 130 millones de personas anualmente (Aguilar, et al., 2010).

Algunas estrategias para reducir la pérdida de avena trillada por insectos incluyen el uso de productos químicos como insecticidas, el control de la temperatura y la humedad durante el almacenamiento y la limpieza regular de los silos y equipos de almacenamiento (Altuntas & Tunc, 2007).

3.5. Mecanización agrícola

3.5.1. Máquina

Una máquina es cualquier artefacto capaz de aprovechar, dirigir o regular una forma de energía para aumentar la velocidad de producción de trabajo o para transformarla en otra forma energética. Esta podría ser desde una máquina simple ya sea una palanca o rueda, como también una máquina compuesta como el caso de un motor a gasolina o diésel que permite desplegar una fuerza mayor que la que una persona podría aplicar solamente con sus músculos, o aplicarla de forma más eficaz. (Revista ARQHYS, 2012).

3.5.2. Maquinaria agrícola

Terán (2019) menciona que maquinaria agrícola es el conjunto de máquinas, que reciben una cierta energía: humana, animal o motriz para así aplicarla en las labores agrícolas.

Según Martínez (2012), la maquinaria agrícola es el conjunto de máquinas y equipos que utilizan los agricultores en sus labores. Una máquina agrícola es un conjunto de piezas fijas y móviles que permite transformar energía o realizar un trabajo agrícola.

3.5.2.1. Máquina trilladora

Según Gunsha (2019), la trilladora es una máquina agrícola eficaz que realiza el proceso de trillado obteniendo granos de excelente calidad en menor tiempo en comparación al proceso manual.

3.5.2.1.1. Evaluación de la trilladora

Es el análisis del comportamiento de una máquina bajo las condiciones agrícolas reales donde el propósito es obtener información como su rendimiento, capacidad efectiva, capacidad teórica, eficiencia de trabajo y eficacia (Gutiérrez & Erickson, 2018)

3.5.2.1.2. Rendimiento

Para Prado & Shrestha (2018) el rendimiento en maquinaria agrícola se refiere a la cantidad de trabajo que una máquina puede realizar en un determinado período de tiempo, generalmente medido en hectáreas por hora o toneladas por hora. El rendimiento está influenciado por varios factores, como el diseño y la capacidad de la máquina, el tipo de cultivo y las condiciones climáticas.

El rendimiento es un indicador importante de la productividad de la maquinaria agrícola y puede afectar directamente la rentabilidad de las operaciones agrícolas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO (2015), indica que en Bolivia en la gestión 2014, reportó un rendimiento de avena para producción de semilla, de 1.600 kg/Ha de grano seco cosechado. Cotrisa (2020), resalta como el primer productor a la Unión Europea (9.3 millones Tm), seguido de Canadá (4.5 millones Tm), Rusia (4.0 millones Tm), Australia (1.6 millones Tm), USA (1.0 millones Tm), Brasil (0.9 millones Tm), Chile (0.6 millones Tm) y Argentina (0.6 millones Tm). La producción mundial de cereales, la avena (*Avena sativa* L.) ocupa el quinto lugar, con un nivel de producción de 24.55 millones de Tm y un rendimiento promedio por hectárea de 2.470 kg/Ha (USDA, 2021).

Según Venegas (2016) en la investigación de la avena en Bolivia donde se evaluó el comportamiento agronómico de cinco variedades de avena, reportaron rendimientos en grano entre los 864,6 kg/ha y 4.041,3 kg/ha, mencionando estos autores que las diferencias en los rendimientos fueron influenciadas por la tasa de germinación, el ataque de plagas y el desarrollo tardío de algunas variedades.

Según datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística – INE en Bolivia en la gestión 2015, 2016 y 2017 se reportó rendimientos de avena en grano de 2.447, 2.458 y 2.464 kg/ha respectivamente, adicionalmente se observa que el departamento de La Paz y Potosí habría alcanzado rendimientos de este mismo cultivo entre 2.444 y 1.464 kg/ha respectivamente.

3.5.2.1.3. Eficiencia

Para Rodríguez (2020) en la agricultura, la eficiencia se relaciona con la capacidad de producir más utilizando menos recursos, como agua, fertilizantes y energía.

La eficiencia en maquinaria agrícola se refiere a la capacidad de la maquinaria para producir una determinada cantidad de productos con la menor cantidad posible de recursos, tiempo, consumo de combustible y mano de obra. La eficiencia se relaciona con la capacidad de una máquina para maximizar la producción utilizando los recursos disponibles de manera óptima (Barbieri & Pierangeli, 2017).

3.5.2.1.4. Eficacia

La eficacia en maquinaria agrícola se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar una tarea específica de manera efectiva, utilizando los recursos disponibles de la manera más óptima posible. La eficacia se relaciona con la capacidad de una máquina para cumplir con los objetivos específicos de producción de manera eficiente (Kupfer & Kraus, 2015).

3.5.2.1.5. Eficiencia y eficacia

La eficiencia y eficacia en la maquinaria agrícola son dos conceptos importantes para medir el rendimiento y la productividad de las actividades agrícolas. La eficiencia se refiere a la capacidad de la maquinaria para realizar una tarea con la menor cantidad de recursos posible, como combustible, agua, tiempo y dinero, mientras que la eficacia se refiere a la capacidad de la maquinaria para lograr el resultado deseado o la tarea

requerida de manera efectiva. Ambos conceptos son importantes para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de las operaciones agrícolas (Ramos et al., 2020).

Para Sánchez (2020) la eficiencia y eficacia son los conceptos existentes en el ámbito económico referidos al modo en que una empresa u organización emplean los recursos con los que cuenta de cara a realizar sus actividades o labor productiva.

3.5.2.1.6. Capacidad efectiva

Es la capacidad con la cual una máquina agrícola realiza un trabajo real que se obtiene en un determinado tiempo donde la capacidad efectiva y su relación con la capacidad teórica determinan la eficiencia (Terán, 2019).

Según Moraga (2014), la capacidad efectiva es el trabajo real en campo que realiza una máquina al descontarse las pérdidas. Estas pérdidas pueden sumarse un 20% de la capacidad teórica de trabajo, debido a varios factores como ser: destreza del operador, obstrucción, y humedad de material.

3.6. Costos de operación

Los costos de operación de la maquinaria agrícola son un factor crítico en la gestión de una explotación agrícola rentable. Se refieren a los gastos directos e indirectos relacionados con la utilización de la maquinaria agrícola, incluyendo el combustible, la lubricación, el mantenimiento, la reparación y la depreciación. El conocimiento y control de estos costos son esenciales para la toma de decisiones en cuanto a la adquisición, uso y reemplazo de la maquinaria. Donde el costo operativo (CO) de la maquinaria agrícola está compuesto por los ítems de costo fijo (CF) y costo variable (CV), que surgen

de su operación en el espacio y en el tiempo del equipo en su totalidad (Baudry & Taverne, 2010).

3.6.1. Costo fijo

El costo fijo en maquinaria agrícola se refiere a los costos que no varían con el nivel de producción, sino que permanecen constantes independientemente del nivel de utilización de la maquinaria. Estos costos incluyen ítems como, por ejemplo, el costo de la depreciación, el costo de seguro, el costo de almacenamiento y el costo de intereses sobre el capital invertido en la maquinaria (Langemeier, 2018).

3.6.2. Costo variable

Según Padilla & Pérez (2016) el costo variable en maquinaria agrícola se refiere a los costos que varían según la cantidad de trabajo realizado por la máquina, como el combustible, el lubricante, las piezas de repuesto y el mantenimiento. Estos costos aumentan a medida que se utiliza la máquina con mayor intensidad.

Los costos variables son las erogaciones y gastos que varían en función de la variable independiente que serán (horas, hectáreas) y se calculan en unidad monetaria por hora o hectárea. (Garbers, 2013).

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en el ayllu originario Huayanca, cantón de Italaque, provincia Camacho, que limita al Norte con el municipio de Charazani (provincia Bautista Saavedra), al Sur con el municipio de Carabuco (provincia Camacho), al Este con el municipio de Chuma (provincia Muñecas) y al Oeste con el municipio de Puerto Acosta y la República del Perú. Se encuentra aproximadamente a siete horas y media de la ciudad de La Paz, y está ubicado geográficamente entre las siguientes coordenadas: 15°15'30" - 15°39'59" latitud Sur y 68°52'30" - 69°52'35" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich (PDM – Moco Moco, 2014).

4.2. Características edafoclimáticas de la zona.

4.2.1. Clima

El ayllu originario de Huayanca cuenta con una amplitud variada de climas y microclimas producto de las condiciones geomorfológicas de la zona.

- La parte altiplánica presenta un clima frío a microtermal manifestándose los mismos en dos estaciones muy marcadas en el año: una época seca entre los meses de abril, agosto y parte de septiembre y una época húmeda que se inicia en el mes de octubre y se extiende hasta el mes de marzo.
- El valle presenta un clima templado a frígido y en los meses de abril a agosto un clima seco. Estas condiciones permiten que la actividad más importante sea la agricultura.

4.2.2. Temperatura

Contando con dos estaciones meteorológicas propias en el municipio de Moco Moco, una estación activa en la comunidad de Wila Cala y la otra estación que esta inactiva en Italaque, pero para determinar las variables climatológicas del lugar durante el trabajo de investigación, se consultó la información histórica de la estación de Wila Cala obteniendo los siguientes datos:

Tabla 2. Datos de temperatura máxima y mínima en la zona

ZONAS	T. MÁXIMA (°C)	T. MÍNIMA (°C)
Altiplánica	10,75	-0,78
Cabecera de valle	16,80	2,61
Valle	24	11,10

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2022)

4.2.3. Precipitación

La precipitación promedio anual en la zona alcanza un valor de 720 mm, con una precipitación máxima de 864 mm en los meses de enero a febrero y una mínima de 576 mm en los meses secos de mayo y junio. La humedad relativa promedio ambiente es de 65 % durante todo el año.

5. MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1. Materiales

5.1.1. Material de campo

El principal elemento del presente trabajo de investigación es la trilladora P-60, adquirida el año 2016 de la empresa CIFEMA SAM - Cochabamba, de la que se presenta información detallada en Anexo 1, referida a características técnicas, costo de adquisición de la trilladora, etc., Esta trilladora fue destinada para su uso en la fase de post cosecha en el trillado de avena.

Figura 1. Trilladora - picadora estacionaria P-60



DESCRIPCIÓN TRILLADORA - PICADORA

Dimensiones	1,60 m. alto
	1,50 m. largo
	0,80 m. ancho
Peso	111 kg.

Fuente: CIFEMA SAM (2016)

Así mismo, se utilizó una variedad de materiales de campo, que se describen en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Materiales usados en trabajo de campo

Juego de llaves mecánica	Cordel de amarro	Mapa de la zona
Lona de 5 x 10 m.	Herramienta de segado (hoz)	Yutes de 50 kg.
Bolsas plásticas	Cinta masking, cinta adhesiva	Balanza de presión digital
Balanza de reloj	Vernier	Tablero para registro de datos
Planillas de entrevistas	Planillas de encuestas	Etiquetas, marcadores

Fuente: elaboración propia

5.1.2. Material de gabinete

La computadora, impresora y la calculadora son materiales de gabinete esenciales para el trabajo de la presente investigación. Estos materiales permitieron procesar y analizar los datos de manera eficiente, imprimir y revisar resultados de análisis, y realizar cálculos precisos.

5.1.3. Material biológico

En la investigación, se ha utilizado material biológico o vegetal del cultivo de avena en grano, sometido a diferentes pruebas de trillado con la trilladora P-60, en el cual se tuvo la participación de los productores que proporcionaron la avena para el trillado.

5.2. Metodología

Se trabajó con los métodos de enfoque descriptivo cuantitativo, cualitativo y participativo, planteado por Sampier (2017), apoyado en la relación de comunicación entre el investigador y los productores de avena del Ayllu originario Huayanca. En tal sentido se fue trabajando los objetivos considerando las siguientes actividades:

- La selección de las zonas de trabajo.
- La definición y compromiso de los productores que participarían de la investigación.

- Determinación de la forma adecuada de recopilar datos.
- Elección de instrumentos para la recopilación de datos.
- Aplicación de instrumentos o metodología de trabajo.
- Registro de datos.
- Sistematización y estructuración de datos registrados.
- Análisis y comparación de datos.

5.2.1. Selección y análisis del área de estudio, utilización de metodología específica en los objetivos planteados

Se seleccionó esta área de estudio por haber constituido en una zona pionera en la producción de avena en grano para su comercialización en el departamento de La Paz. Condori (2018) señala que en el Ayllu Huayanca existen tres pisos ecológicos en los que se cultiva avena en grano; Apacheta, Aynocas y el Maizal siendo estas dos últimas donde mayormente se la cultiva, por lo que se seleccionó a las Aynocas, identificándose en ellas la existencia de un mayor número de parcelas con cultivo de avena en grano.

Figura 2. Relación ubicación de trilladora y parcelas con cultivo de avena



5.2.2. Metodología aplicada para el acopio de material vegetal.

La relación establecida entre el tesista y los productores de avena en grano con base en la comunidad Huayanca, permitió que éstos ofrecieran proporcionar y colaborar con el material vegetal necesario para realizar todo el proceso de evaluación, comparación de la calibración en la máquina y los sistemas de organización con la que trabajarían los productores como se observa las imágenes en Anexo 2.

5.2.3. Metodología aplicada en la etapa de calibración y evaluación de la trilladora

Para el trabajo de calibración y evaluación de la trilladora P-60, se elaboró planillas de registro de datos, con los que se realizaría el seguimiento para cada prueba.

La calibración de la trilladora prosiguió con los siguientes pasos:

- a)** Se procedió a alimentar a la maquinaria con un stock de planta (paja más grano de avena) de 5 kg previamente pesada.
- b)** Se registró el tiempo de trillado, la eficiencia con la que trabajó la trilladora, observando y midiendo la cantidad de grano que quedaría de la planta en las diferentes repeticiones, para luego determinar si la maquinaria estaría o no con la calibración apropiada en sus mecanismos de trilla (cóncavo - rotor trillador), con referencia a la distancia entre las barras de golpe en las medidas de entrada y salida dando así la ampliación o reducción de las medidas 7:7 mm y 7:4 mm.

- c) Una vez determinada la calibración ideal de la maquinaria se procedió con la etapa de evaluación para lo cual se registraron todos los valores en la planilla de calibración de la trilladora.

5.2.4. Determinación de la capacidad efectiva y rendimiento de la máquina

5.2.4.1. Cálculo de la capacidad efectiva

Es el trabajo real en campo que ejecuta la máquina al restar las pérdidas lo que se expresa en la siguiente fórmula:

Figura 3. Formula de capacidad efectiva

$$CE = CT - P$$

Dónde:
CE = Capacidad efectiva
CT = Capacidad teórica
P = Pérdidas

Fuente: Dávila (2005)

La fórmula de capacidad efectiva para Borin & Silva (2019) calcula la cantidad de trabajo que se puede realizar en condiciones óptimas, en comparación con la capacidad teórica o nominal, que se basa en supuestos ideales y no tiene en cuenta factores externos que puedan afectar la capacidad real.

Dávila (2005) plantea que la capacidad efectiva de trabajo se refiere a la relación que existe entre cantidad real de trabajo en un tiempo dado y el tiempo total utilizado. Por consiguiente, es la capacidad realmente lograda por una máquina en condiciones normales de operación.

5.2.4.2. Cálculo rendimiento de la máquina

Para el cálculo de rendimiento de una maquina se utilizó la siguiente formula:

Figura 4. Formula de rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de grano limpio (kg)}}{\text{Peso total de la muestra (kg)}} \times 100$$

Fuente: Moreno (2019)

Donde el peso de grano limpio se refiere al peso del grano obtenido después del proceso de trillado y el peso total de la muestra que se refiere al peso total de la avena cosechada y pesada. Para obtener un cálculo más preciso del rendimiento, es importante tener en cuenta factores como la posición de calibrada de las barras de golpe, la eficiencia de la máquina trilladora, la pérdida de grano durante el proceso de trillado y la calidad de la avena cosechada.

5.2.5. Evaluación de la calidad de material trillado

Con el material trillado en función de las medidas de calibraciones 7:7 mm y 7:4 mm, contando con seis muestras por cada medida se continuó con la labor de venteado manual, siendo esta la labor en el cual se fue retirando todas las impurezas como la paja y broza. Todo este procedimiento fue registrado en las planillas de pruebas dinámicas elaboradas para las posiciones de calibración registrando valore como el tiempo de funcionamiento productos obtenidos (broza, paja, grano, consumo de combustible como se pueden observar en Anexo 3.

5.2.6. Metodología aplicada en los sistemas de organización para el trillado de avena en el Ayllu Originario Huayanca

En función de los sistemas de organización identificados, se desarrollaron los instrumentos de recopilación de información primaria en cuyas guías de entrevistas o encuestas se presentan los siguientes ámbitos:

Tabla 4. Metodología aplicada en la labor de trillado de avena

Transporte de la trilladora	Donde se toma en cuenta factores como costos del transporte para la máquina, forma de transporte, distancia entre el depósito y el predio y el tiempo de traslado.
Localización de la trilladora	Se consulta cuáles fueron las razones para que se definiera la localización de la trilladora en un predio o espacio definido.
Transporte de avena cosechada	Se toma en cuenta factores como la distancia entre el predio y la localización de trabajo, el tiempo de traslado de la cosecha a la localización de trabajo, área cultivada, tiempo inicial y final de trabajo de trillado.
Organización del trabajo de trillado	Se toma en cuenta el número de personas que ayudarán en el trabajo de trillado, tiempo total de trabajo del productor y el costo de alquiler de la máquina de acuerdo con el tiempo de uso de la trilladora.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7. Estudio de caso para analizar los sistemas de operación de la Trilladora P-60

Para el estudio de caso se recolectó información mediante encuestas y entrevistas. La determinación de la técnica a emplear fue en función de los objetivos de la investigación. Estas poseen en su estructura parámetros cuantitativos y cualitativos, lo que permitió su ejecución de acuerdo con el fin planteado para el presente trabajo, realizándose así, una encuesta socioeconómica con el fin de conocer las características económicas y en aspectos sociales, organizativos y aspectos técnicos (disposición de la máquina y experiencia en el manejo del cultivo de avena en grano).

Tabla 5. Procedimiento de trabajo en la parte social y económica

Identificación de las personas que viven en el predio	Información de cada productor y su familia: edad, número de personas en la familia, número de personas que viven en el Ayllu originario Huayanca.
Tenencia de tierras	Información de número de parcelas de avena que el productor cultivó en el periodo (2018 – 2019), Aynocas que cultivó en la gestión anterior a la realización de la encuesta, cantidad de semilla utilizada, rendimiento estimado, producción total de avena, venta del grano.
Acceso a recursos de medios técnicos de producción	La cantidad de herramienta con las que cuenta el productor y los tipos de herramientas.
Calendario agrícola	Información sobre la gestión pasada y la gestión presente respecto a la fecha de realización de las encuestas, el mes de inicio de los trabajos, la actividad realizada, Aynoca utilizadas, cultivo, forma de organización, herramientas de trabajo y número de días para el trabajo.
Manejo del cultivo de avena	Información del mes de inicio de los trabajos, la actividad realizada, forma de organización, herramientas de trabajo y número de días para el trabajo.
Sistema utilizado para el trillado de la avena.	Información de cuál es el mejor sistema de organización de trabajo (individual, agrupada o centralizada) para los productores.
Costos de operación del cultivo avena.	Información de las labores culturales, unidad, cantidad, precio unitario y precio total de la producción de la avena.
Aspectos Generales	Información de la edad del productor, antigüedad del productor, si trabajó con el cultivo de avena en el año agrícola.
Aspectos sobre el uso de la máquina	Información sobre si el productor conoce la trilladora, el manejo la trilladora y si quisiera usar la trilladora.
Aspectos de diagnóstico y proyección.	Información de cómo está funcionando la trilladora, si los productores tienen acceso a la trilladora, si tuvieron dificultades para el acceso, si está bien organizado el uso de la trilladora.
Propiedad de la máquina	Información sobre la opinión de los productores respecto a la propiedad de la trilladora.
Importancia de la trilladora	Información sobre la importancia que tiene la máquina, si es de ayuda, grado de importancia que le dan los productores al uso de la máquina trilladora.

Fuente: Elaboración propia.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Descripción del funcionamiento de la máquina

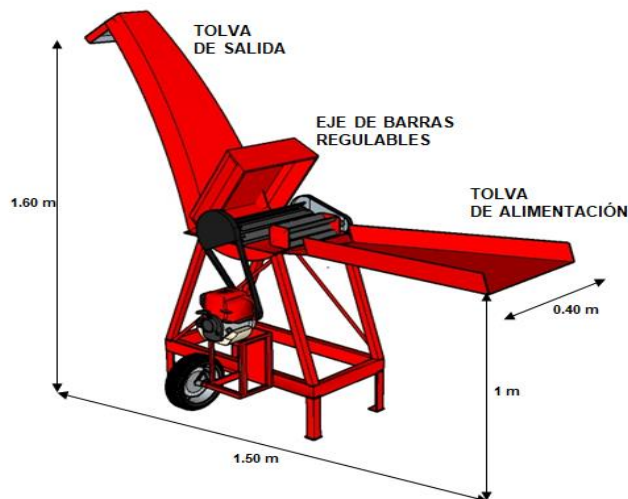
6.1.1. Partes y características del funcionamiento de la Trilladora P-60

La trilladora estacionaria de CIFEMA modelo P-60 de construcción metálica sirve para trillar diferentes granos: trigo, cebada y como también para el trillado de avena en grano, con un corte de la planta aproximadamente de 80 – 100 cm. Es un equipo de fácil manejo, lo cual permite al productor trillar cereales permitiendo un ahorro en tiempo de post cosecha y ahorro en mano de obra y por ende en costos.

Para la identificación de las partes de la trilladora se realizó el dibujo en el programa Sketchup en 3D a una escala de 1:100, para la visualización de las diferentes partes de la máquina que están descritas a continuación en la Figura 5.

En función del orden de trabajo en la trilladora se muestran las partes elaboradas en el programa Sketchup en 3D:

Figura 5. Estructura y piezas que componen la trilladora P-60



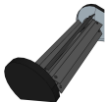
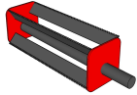


Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Partes de la Trilladora P-60

Es importante mencionar que, entre las partes de la trilladora, se puede observar entre componentes y piezas adicionales como se detallada en la Tabla 6.

Tabla 6. Descripción de las partes principales de trabajo de la trilladora P-60

<p>TOLVA DE ALIMENTACIÓN</p> 	<p>Como parte del sistema de alimentación, se tiene la tolva de alimentación como su pieza principal, la que permite el ingreso del material para su manejo y la carga de avena de forma continua por el operador.</p>
<p>FUENTE DE ENERGÍA</p> 	<p>La Trilladora de avena P-60, cuenta con un motor de combustión a gasolina de 5.5 HP Honda, por el cual se llega a generar movimiento rotatorio que se transmite hacia los elementos operativos.</p>
<p>EJE BARRAS DE GOLPE REGULABLE</p> 	<p>Se cuenta con un eje de barras regulables de entrada y salida del grano. La máquina cuenta con un juego de 6 piezas, para el trabajo de trillado mediante el mecanismo de golpe.</p>
<p>EJE DENTADO DE ALIMENTACIÓN</p> 	<p>El eje dentado se encuentra ubicado al ingreso del cóncavo, donde ayuda a empujar el material de avena.</p>

6.1.3. Principio de funcionamiento

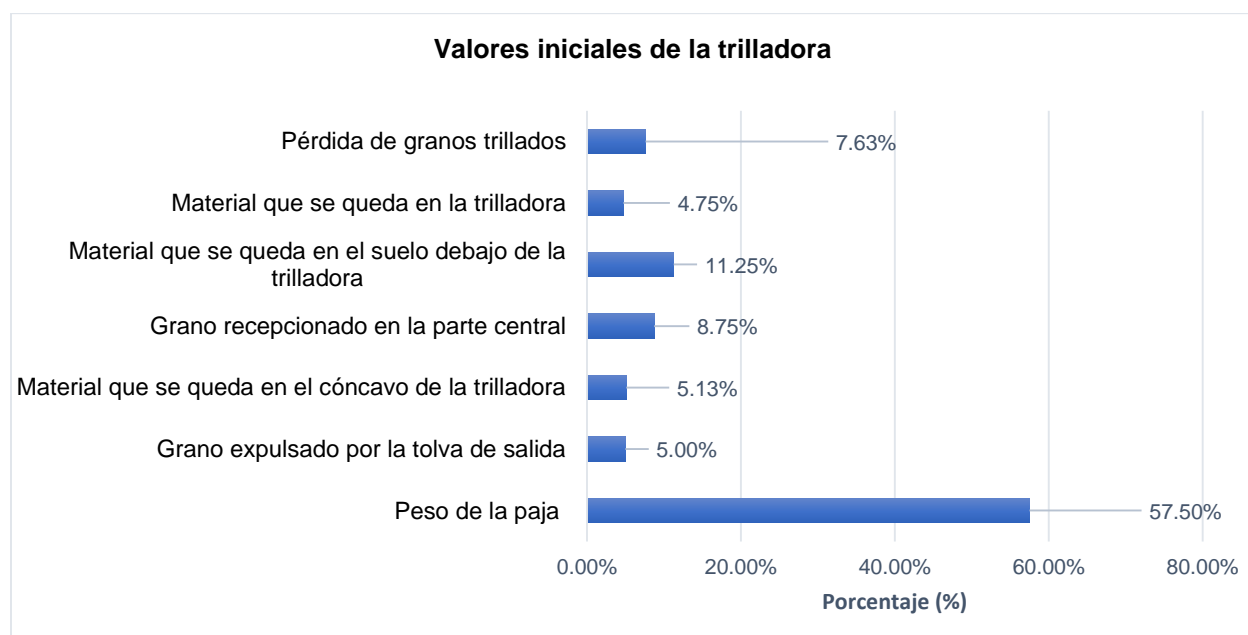
El trillado es una operación mediante la cual se separa el grano de la broza; esta actividad se la realiza mediante acción de golpe, frotamiento o la combinación de ambas acciones (Terán, 2019).

La trilladora estacionaria CIFEMA modelo P-60 ha sido diseñada con un doble propósito de picado y trillado para tal efecto cuenta con la posibilidad de cambiar los elementos que trillan como el cóncavo y barras de golpe es decir que la trilladora funciona bajo el principio de golpe, ya que las barras presentan una luz (distancia entre la barra y el cóncavo) con el cóncavo que pueden variar de 3 mm a 7 mm lo que permite que la panoja sea arrastrada mediante el eje dentado de alimentación hacia el cilindro trillador y se genere el golpe para separar el grano de la broza y la paja de la panoja.

6.1.3.1. Pruebas iniciales en la Trilladora P-60

Inicialmente se realizaron las pruebas de funcionamiento de la trilladora para conocer, describir y analizar variables como los mecanismos de alimentación, pérdida de material trillado, atascamiento y material retenido. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 6. Prueba inicial de la trilladora en calibración de fábrica



Fuente: Elaboración propia en base pruebas iniciales en la trilladora

Como se puede observar, en figura 6, la dispersión de los granos trillados es muy alta ya que el 5% sale de la boca de expulsión siendo este un valor bajo toda vez que se espera que esta sea el lugar por donde se expulse la mayor cantidad de granos. También se puede observar que 8.75% de los granos trillados se encuentra dispersos en la parte central y 5.13% en la propia máquina, lo que obliga a tener que abrir la máquina después de cada proceso de trillado. Por esta razón se vio necesario realizar primero ajustes en el mecanismo operativo: barras de golpe y cóncavo, los cuales inicialmente se encontraban con medidas de entrada y salida en las barras, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 7. Medidas iniciales de distancia entre barras y el cóncavo

DISTANCIA EN BARRAS			
		ENTRADA (mm)	SALIDA (mm)
BARRA DE GOLPE	A	6,3	3,8
	B	6,9	3,0
	C	6,3	3,3
	D	7,1	4,1
	E	7,1	3,3
	F	6,6	4,4



Fuente: Elaboración propia toma de medidas en barras de golpe

Adicionalmente se realizaron ajustes a la boca de salida en la máquina como se puede observar en Anexo 4, para direccionar la salida del grano trillado, adaptando provisionalmente una cubierta de cartón con el fin de evitar la dispersión descontrolada

del grano trillado causada por la fuerza de aire generada en las barras de golpe, esto al momento de expulsar la avena trillada. Está cubierta provisional dio muy buenos resultados, evitando una pérdida de granos, lo cual fue valorado por los productores de avena en la comunidad de Huayanca.

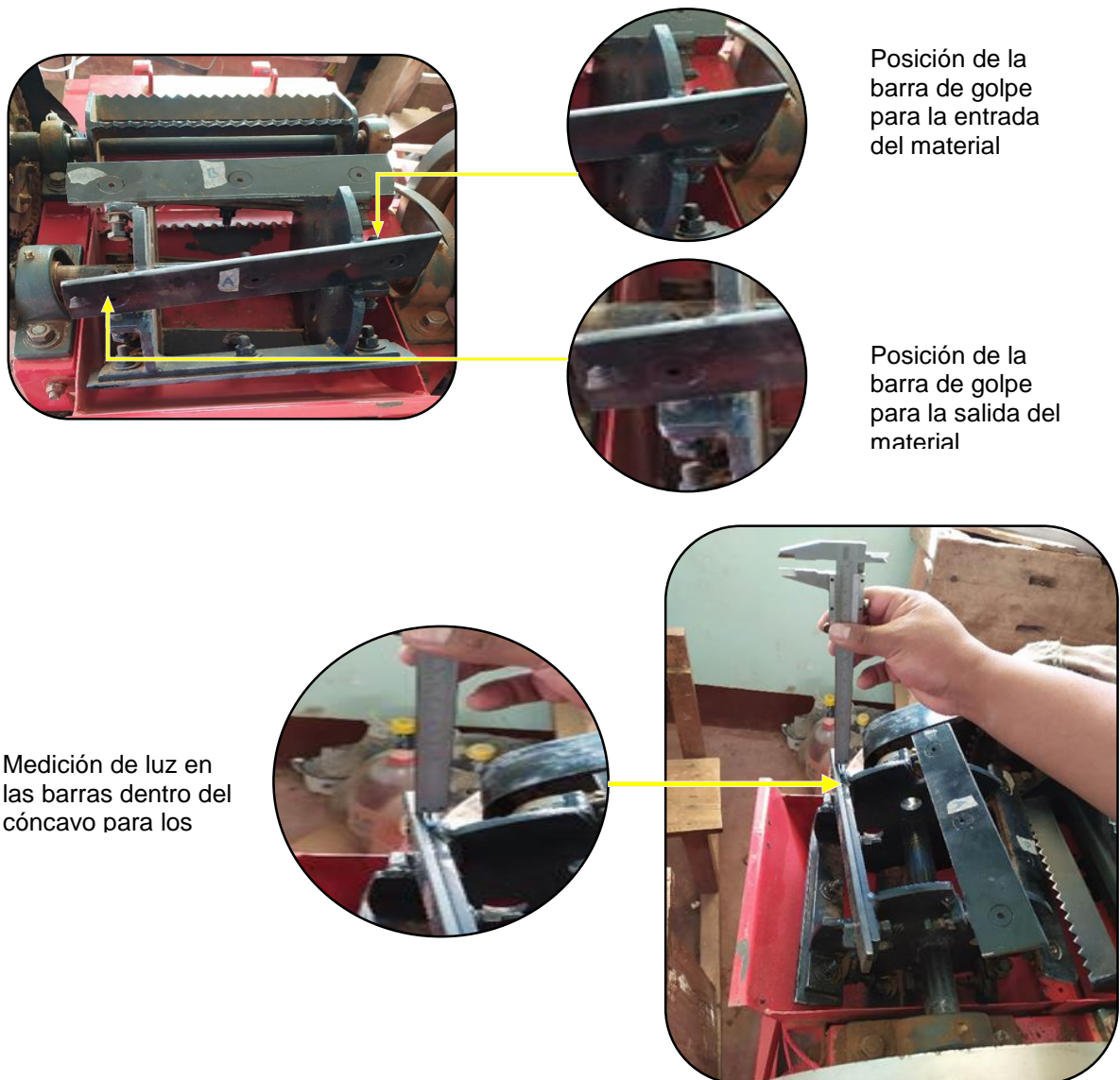
A partir de estos ajustes se realizaron las labores de calibración ya que se ha podido evidenciar que los mencionados ajustes han influido en la dispersión del grano y por tanto han afectado positivamente en la eficiencia de trabajo de la trilladora.

6.1.4. Calibración de la Trilladora P-60 en los elementos operativos

Antes de iniciar las diferentes pruebas establecidas en la investigación se procedió a la calibración de la trilladora P-60. Para tal efecto se consideró inicialmente trabajar con el mecanismo trillador (barras de golpe y cóncavo) graduando la separación entre barras y cóncavo en dos medidas establecidas (7:7mm y 7:4mm). con el uso de llaves de ojo, evaluado en cada posición de las barras de golpe la cantidad de material procesado (paja, broza y grano) registrando el tiempo y ajustando procedimientos para la preparación, cargado del material y recepción del grano.

El diseño de la máquina permite el ajuste de las barras helicoidales en dos posiciones diferentes, lo cual regula el espacio por el que pasa el material. En la primera posición, 7:7 mm, el espacio para el ingreso y la salida del material desde el cóncavo es de 7 mm. En la segunda posición, 7:4 mm, el espacio para el ingreso del material al cóncavo sigue siendo de 7mm, pero la salida del material se reduce a 4 mm.

Figura 7. Calibración de las barras de golpe



Fuente: Elaboración propia toma de medidas en barras de golpe

Con estos parámetros se ha realizado la calibración de la trilladora para poder estandarizar las medidas de entrada y salida que tienen cada barra de golpe en posteriores pruebas de funcionamiento de la trilladora.

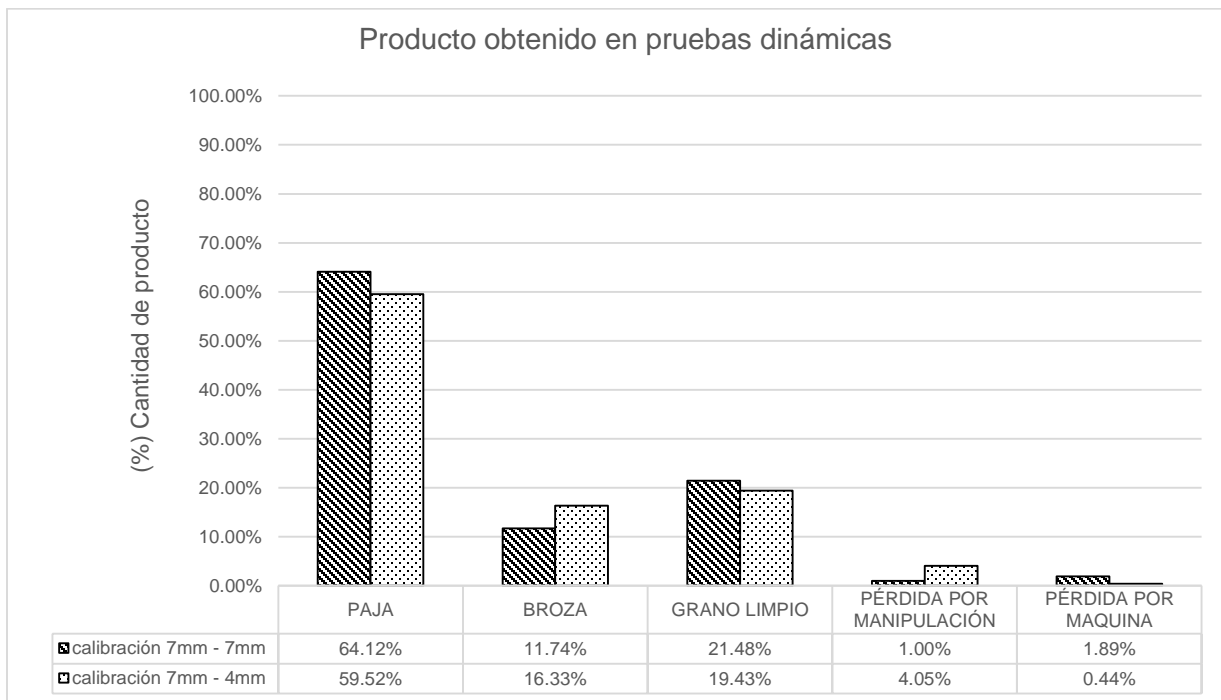
6.1.5. Preparación de material

Una vez preparada y acomodada la trilladora P-60, se organizó el material vegetal, mediante el pesaje de seis muestras de 5 kg de avena, cada una para el trillado como se observa en Anexo 5, para así disponer del material necesario. Iniciando así el trillado en las pruebas dinámicas; cargando la avena de forma manual y continua a la tolva de alimentación hasta finalizar con los 5 kg de cada muestra, registrando el tiempo, la cantidad de material trillado y el consumo de combustible.

6.1.6. Valores y datos de trillado registrados mediante pruebas

Los valores obtenidos en las pruebas realizadas se muestran en la Figura 8, partiendo desde el material vegetal inicial de 5 kg para luego obtener la cantidad de paja, broza, grano, pérdida por manipulación y pérdida por la máquina.

Figura 8. Comparación entre posiciones de calibración



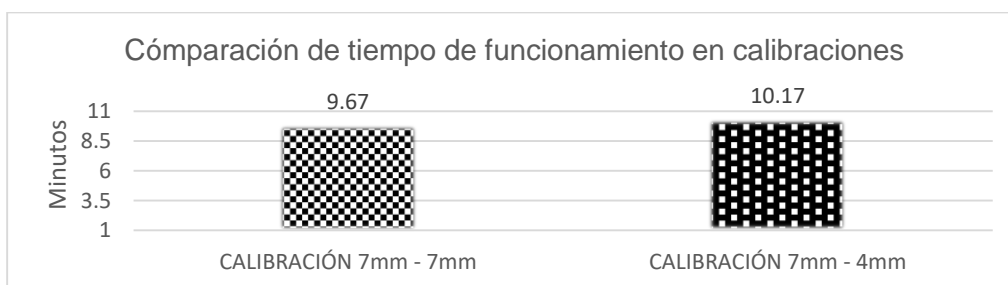
Fuente: Elaboración propia mediante datos registrados en pruebas de trillado.

En cuanto a la calibración de 7:7 mm, los datos muestran que el 64,12% del material corresponde a paja, el 11,74% a broza, y el 21,48% a grano limpio. Además, se observa una pérdida del 1% debido a la manipulación del material por el operador y una pérdida adicional del 1,89% debido al trabajo de la máquina. Por otro lado, en la calibración de 7:4 mm, los resultados indican que el 59,58% del material es paja, el 16,33% es broza, y el 19,43% es grano limpio. En este caso, se registra una pérdida del 4,05% debido a la manipulación del material por el operador y una pérdida del 0,44% debido al trabajo de la máquina. Es importante destacar que la calibración de 7:7 mm muestra un mayor porcentaje de grano limpio durante el proceso de trillado.

6.1.7. Tiempo de funcionamiento

Para determinar el tiempo de trabajo en la Trilladora P-60, se registró el periodo de funcionamiento desde el inicio de la carga de avena en la tolva de alimentación hasta terminar el trillado de cada muestra de 5 kg; cuyos valores se reflejan en la siguiente figura.

Figura 9. Tiempo de funcionamiento en calibraciones de trillado para 5 kg de avena



Fuente: Elaboración propia tiempo del trillado

Aparentemente ambas medidas son bastante similares en tiempo de funcionamiento según los datos que se muestran. Sin embargo, considerando la cantidad de material obtenido(grano) mediante el trillado y el tiempo de funcionamiento se ha visto

por conveniente trabajar con el regulado 7:7mm, además que por observación se pudo verificar que el trabajo en la operación de trillado es mejor y más ágil en la calibración 7:7mm que en la de 7:4mm.

En las posiciones de calibrado se puede ver que manteniendo el regulado de entrada y ajustando el regulado de salida se obtendrá un mejor golpe de las barras sobre el grano, obteniendo menor pérdida por la máquina y un menor tiempo de funcionamiento en la posición de calibrado 7:7 mm

En los siguientes acápite se muestran los resultados de las pruebas realizadas para el trillado mecánico y manual a partir de la actividad directa del productor del Ayllu originario de Huayanca.

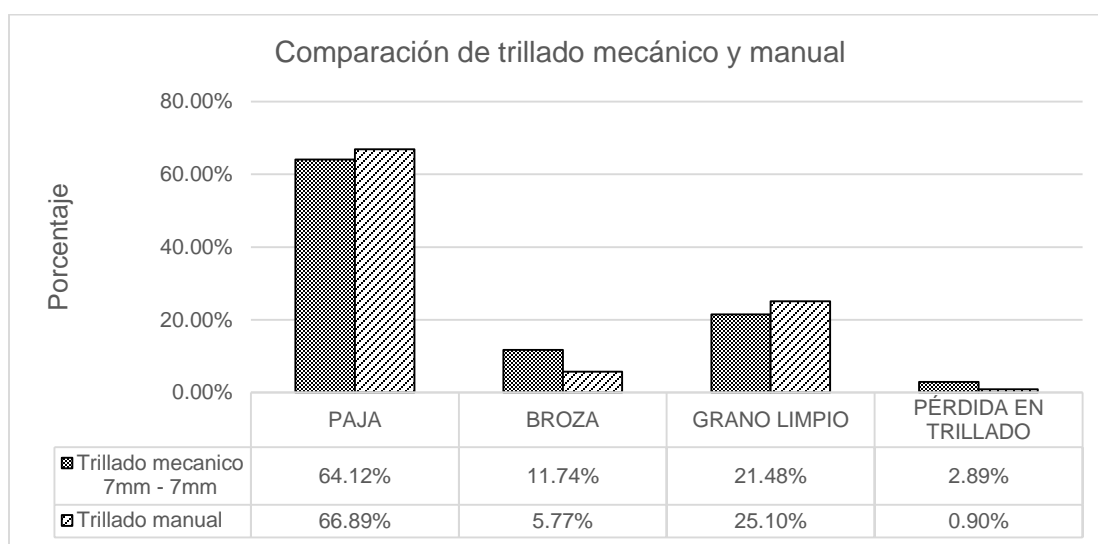
6.1.8. Análisis del rendimiento de la Trilladora P-60

La trilladora destaca por su eficacia en el trillado de avena, gracias a una precisa calibración de sus componentes operativos. Cuando se ajusta con una posición de trillado de 7:7 mm, la máquina demuestra una disminución en el tiempo de trabajo y un aumento en la obtención de grano, tal como se muestra en las figuras 8 y 9, logrando un rendimiento del 94%. Por otro lado, la posición de trillado 7:4 mm muestra un rendimiento levemente superior de 99% (Anexo 3); sin embargo, esta posición de calibración genera dificultades en la manipulación de la avena al momento de alimentar la maquina en el trillado, generando un mayor tiempo de trabajo. Por lo tanto, se tomó el criterio de escoger la calibración 7:7 mm que resulta más adecuada para el manejo del material a trillar y no presenta atascamiento de la trilladora, permitiendo así un mejor procesamiento.

6.2. Trillado mecánico y manual

El procedimiento de trillado genera una cantidad de paja, broza, grano limpio o semi-limpio y pérdidas. Los resultados de las pruebas de trillado mecánico y manual muestran estos resultados, en el tiempo que demanda esta actividad y en el caso del trillado mecánico el consumo de combustible.

Figura 10. Comparación de productos obtenidos en el trillado mecánico y manual.



Fuente: Elaboración propia registro de productos obtenidos

En la figura 10, para el trillado con la máquina se muestra los resultados para una cantidad de 5 kg de planta de avena cegada obteniendo 21,48 % de grano limpio, paja más broza 75,86 % y 2,89 % de granos perdidos en el trillado con la máquina.

En relación con el trillado manual con el uso de una vara (Jawqaña) como sistema tradicional por el cual se procedió a dar golpes sobre el material vegetal para así separar de la avena segada los materiales de paja, broza y grano mediante esta herramienta. En los resultados del trillado manual se tiene un 25,10 % de grano limpio, paja más broza 72,66 %, y 0,90 % de pérdida de granos en el trillado manual. Si bien el material de

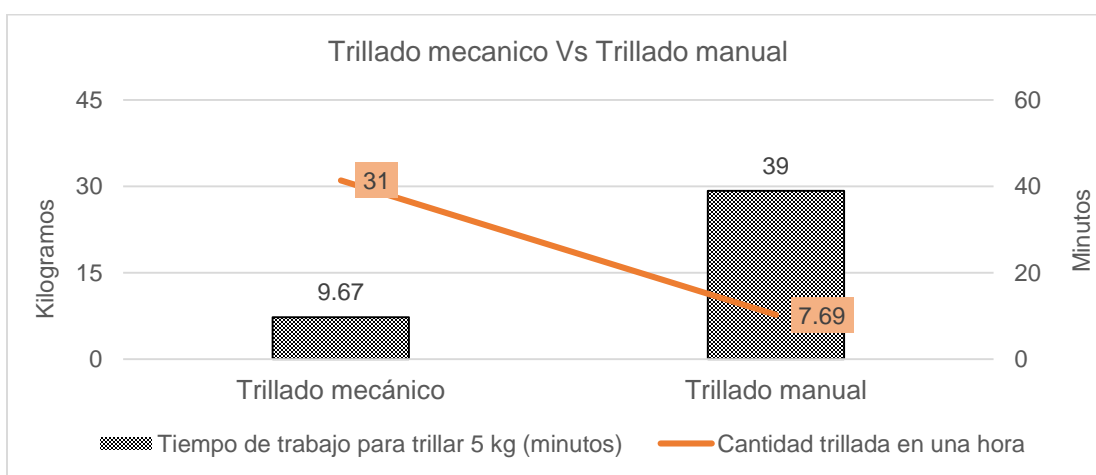
partida es el mismo con 5 kg, es posible esperar que entre las muestras exista una variación; más allá de esta consideración las pruebas realizadas buscaban analizar la calidad del producto de la trilla y el tiempo de trillado.

En este sentido los resultados obtenidos en la investigación muestran que el trillado manual reporta un nivel menor de pérdida y por tanto una proporción mayor de grano trillado. Adicionalmente se puede mencionar que por observación se vio que la calidad del trillado manual era mejor ya que los granos salían más limpios.

6.2.1. Tiempo de procesamiento en el trillado mecánico y manual

Con relación al tiempo de procesamiento empleado para el trabajo de trillado mecánico se registró desde el inicio con la carga de material en la tolva de alimentación hasta la expulsión por la tolva de salida de todo el material de avena dispuesto para el trillado con un tiempo promedio de 9,67 minutos. En el trillado manual se inició el registro del tiempo desde el momento que el productor dio el primer golpe con ayuda de la Jawqaña hasta la finalización del trillado con un tiempo promedio de 39 minutos.

Figura 11. Procesamiento de material en el trillado mecánico y manual.



Fuente: Elaboración propia comparación de volumen y tiempo de trillado

En función de los datos registrados en el tiempo de trabajo y material trillado (5 kilogramos de avena), obteniendo así que en el trillado manual se tiene 7,69 kg por hora y en el trillado mecánico 31 kg por hora. De esta forma se tiene que el trillado mecánico es cuatro veces más eficiente que el trillado manual, aspecto que suele ser común cuando se realiza comparaciones con estas fuentes de energía.

6.2.2. Consumo de combustible

En la siguiente tabla se observa el registro del tiempo de funcionamiento del motor y el resultado del consumo de combustible en campo y consumo de combustible teórico calculado en base al consumo específico del motor Honda 5.5 HP.

Tabla 8. Consumo de combustible (l/h) teórico y en campo

C.C. EN CAMPO			C.C. TEÓRICO		
Tiempo de procesamiento (h)	Consumo de combustible (l)	Consumo de combustible (Campo) l/h.	Potencia de Motor 5.5 hp	Grado de Esfuerzo alquiler 40%	Consumo de combustible (Teórico) (l/h)
0,16	0,1	0,625	5,5	0,40	0,631

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en campo.

De acuerdo con el cálculo realizado sobre el consumo de combustible en el trillado mecánico en función del registro del tiempo de procesamiento, se obtuvo un consumo de 0,625 l/h. Mientras que el cálculo de consumo de combustible teórico es de 0,63 l/h, en función de las características técnicas proporcionadas por CIFEMA SAM (2016). Baper (2017) muestra la ficha técnica del motor estacionario Honda, dando un consumo específico de 230 gr/hp/h para este motor.

6.2.3. Capacidad efectiva

La trilladora P-60 ha demostrado una capacidad teórica de 10,38 kg/h. Este resultado obtenido mediante los cálculos basados en 5 kg de avena cosechada, con la posición de calibración 7:7 mm, sin tener en cuenta la pérdida de grano atribuible a la maquinaria, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Cálculo de capacidad de efectiva

A partir del grano obtenido de 5 kg de avena				
Tiempo de procesamiento (h)	Grano trillado (kg)	Capacidad teórica (kg/h)	Capacidad efectiva (kg/h)	Rendimiento (%)
0,16	1,66	10,38	9,81	95

Fuente: Elaboración propia cálculo de la capacidad efectiva y rendimiento.

Los resultados obtenidos en los cálculos nos muestran una capacidad efectiva de 9,81 kg/h y un rendimiento del 95 % en el trabajo de la trilladora, a partir de los 5 kilogramos de avena preparados y que de esta cantidad se obtuvo 1,66 kg de grano trillado en un tiempo de 0,16 horas. Esta eficiencia indica que se puede asegurar un incremento en el volumen de producción en un tiempo reducido, considerando que con una mejor fluidez de trabajo y la operación de productores con capacitación en el manejo de la trilladora P-60 se podría disponer de un mayor producto.

6.3. Proyecciones

En base al presente trabajo de investigación en el Ayllu Huayanca se trazó el trabajo de la máquina para diferentes áreas que poseen los productores, basado en la

información recabada mediante entrevistas y encuestas realizadas en la investigación, seleccionando 3 áreas para los respectivos cálculos.

Tabla 10. Proyecciones en diferentes superficies

Área cultivada (m ²)	Rendimiento material vegetal (kg)	Cantidad de grano trillado (kg)	Pérdida de grano (kg)	Cantidad total de grano (kg)	Tiempo de trillado (h)	Consumo de combustible (l)
176	192,1	41,3	5,61	50,41	6,21	3,95
1470	1.604,8	344,6	62,9	437,5	51,8	33,05
2941	3.210,7	689,4	93,75	843,15	103,8	66,14

Fuente: Elaboración propia proyección de grano obtenido en diferentes superficies.

Para el cálculo de las proyecciones con la calibración 7:7 mm en las barras de golpe, para la primera área de 176 m² del cual se obtuvo 41,3 kg de grano, con un consumo de combustible de 3,95 l; en la segunda área de 1470 m² se obtuvo 344,7 kg de grano, con un consumo de combustible de 33,06 l; y en la tercera área de 2941 m² se obtuvo 689,6 kg de grano, con un consumo de combustible de 66,14 l.

6.4. Análisis de la implementación técnica de tres sistemas de organización en el trillado de avena en grano

En base al registro de datos de la labor de post cosecha que realizan los productores en el Ayllu Originario Huyanca para el trillado de avena en grano en los diferentes sistemas de organización: Sistema Organizativo Agrupado, Sistema Organizativo Centralizado y el Sistema Organizativo Individual se realiza la siguiente descripción y análisis.

6.4.1. Descripción de los sistemas organizativos para el trillado

6.4.1.1. Dinámica del uso de la Trilladora P-60

La trilladora P-60 fue adquirida mediante un proyecto promovido por la ONG Grupo de Asesoramiento Multidisciplinario en Medio Ambiente y Agroecología – GAMMA, con el objetivo de disminuir la carga de trabajo y el tiempo de trabajo de los productores además de mejorar la calidad del trillado con miras a la venta de avena en grano.

En este marco la máquina llegó al Ayllu Huayanca para su uso por aproximadamente 20 familias de productores; habiéndose buscado la mejor manera de organizarse en torno al uso de la máquina. En este sentido, se muestra los resultados de estos procesos de organización que presentan una importante contribución relacionada al uso multipredial de la máquina agrícola dentro de contextos socioculturales con características específicas para su manejo.

6.4.2. Mecanismos de uso de la máquina y formas de organización

El acceso a la máquina trilladora representa un factor importante para establecer los sistemas de uso, ya que por el costo de la máquina no es posible que cada productor de avena tenga una máquina propia.

En este sentido los productores han establecido sistemas de organización, que resulten convenientes a sus necesidades y limitaciones de trabajo en el área cultivada. Con estos elementos se ha podido identificar tres sistemas organizativos de acceso a la máquina que son:

- Sistema organizativo agrupado (SOA)
- Sistema organizativo centralizado (SOC)
- Sistema organizativo individual (SOI).

Los resultados que se presentan a continuación muestran la descripción de cada sistema, con relación al manejo del material cosechado, distancia de traslado de la avena cosechada, distancia en el traslado de la máquina y manejo de la máquina; así también como la acción del trillado en relación con el tiempo de trabajo, consumo de combustible y cantidad de grano trillado.

6.4.2.1. Sistema organizativo agrupado (SOA)

Este sistema toma en cuenta los siguientes criterios: la afinidad y relación de trabajo que exista entre los productores, la experiencia en el manejo de la trilladora, la cercanía entre las parcelas de los cultivos de avena que pueda facilitar la agrupación de varios productores así como la coordinación de diferentes actividades que se tendrán que hacer para el uso de la trilladora P-60; entre ellas: la forma de transportar la máquina desde el depósito hasta la zona o parcela seleccionada para el trillado, que además estará en función de la cantidad de producto que se vaya a tener. Con toda esta información se establece el lugar donde se instala la máquina, donde además se trasladará la producción de cada uno de los productores agrupados, estableciendo así acuerdos de ayuda mutua como el Ayni, hasta la finalización del trillado para cada uno de los productores.

6.4.2.1.1. Mecanismos de traslado de plantas segadas para el trillado en el SOA

En el sistema organizativo agrupado, uno de los mecanismos más utilizados para el traslado de plantas segadas para el trillado es mediante el trabajo humano. Para ello, se emplea mano de obra para cargar las plantas en amarros, que luego son transportados en la espalda por cada productor.

Tabla 11. Material cosechado, distancia y tiempo de traslado de la cosecha.

CONCEPTO	P1	P2	P3
Forma de transporte de la cosecha para el trillado.	Mediante amarros de avena (plantas)	Mediante amarros de avena (plantas)	Mediante amarros de avena (plantas)
Distancia entre el predio y la localización elegida (m)	30	40	135
Tiempo de traslado de la cosecha a la localización elegida (min)	1740	95	39
Área cultivada (m ²)	3951	295	74
Material bruto cosechado (kg)	3.619	270	68

Fuente: Elaboración propia en base a la información registrada de entrevistas y encuestas

Los tres productores, P1, P2 y P3, utilizan la misma forma de transportar la cosecha para el trillado, es decir, mediante amarros de avena. Sin embargo, existen diferencias notables en la logística y rendimiento de sus operaciones agrícolas.

En primer lugar, las distancias que cada productor tiene que cubrir desde su predio hasta la localización seleccionada para el trillado son diferentes. El productor P1 tiene la menor distancia a recorrer, que es de 30 metros. Por otro lado, los productores P2 y P3

tienen que desplazarse distancias más largas, de 40 metros y 135 metros respectivamente.

En cuanto al tiempo requerido para trasladar la cosecha desde el predio hasta la localización seleccionada, se observa una gran variación. Para el productor P1, el tiempo de traslado es considerablemente más largo, con 1.740 minutos, mientras que los productores P2 y P3 requieren tiempos mucho más cortos, de 95 minutos y 39 minutos respectivamente.

También se evidencian diferencias significativas en el tamaño de las áreas cultivadas por los tres productores. El productor 1 cuenta con la mayor extensión de tierra, con un total de 3.951 m², mientras que el productor 2 y productor 3 manejan parcelas mucho menores, con 295 y 74 m² respectivamente.

Finalmente, la cantidad de material bruto cosechado, medido en kilogramos, también varía entre los productores. Así que el productor 1 cosecha la mayor cantidad, con un total de 3.619 kg. Por el contrario, productor 2 y productor 3 obtienen cantidades menores, con 270 kg y 68 kg respectivamente.

6.4.2.1.2. Productos obtenidos del proceso de trillado

En base a acuerdos fijados por los productores agrupados se define trabajar en el predio del productor de mayor área cultivada, trasladando así la avena segada de cada uno hasta el predio seleccionado. De acuerdo con el trabajo realizado en el trillado de avena por cada productor en base al área y cantidad de material producido, se calculó los siguientes valores porcentuales en cantidad de paja, cantidad de broza y la cantidad de grano obtenido, además del tiempo de trillado (h) y consumo de combustible (l).

Tabla 12. Productos obtenidos del proceso de trillado por productor en el SOA

CONCEPTO	P1	%P1	P2	%P2	P3	%P3
Material bruto (kg)	3.619		270		68	
Cantidad de paja (kg)	2.298,14	63,5 %	194,02	71,8 %	43,16	63,8 %
Cantidad de broza (kg)	448,77	12,4 %	30,26	11,2 %	6,63	9,8 %
Cantidad de grano limpio (kg)	774,49	21 %	43,24	16 %	16,92	25 %
Tiempo y consumo de combustible						
Tiempo total de trillado (h)	84,5		4,5		1,35	
Consumo de combustible (l)	70,21		4,65		0,88	
Costo consumo de combustible (Bs)	262,59		17,38		3,29	

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor

Analizando los datos registrados durante la labor de trillado, comenzamos con el productor 1, que partió de un material bruto de 3.619 kg. Con un tiempo de trillado de 84,5 horas, logró obtener 774,49 kg de grano, en base al total de grano trillado se tiene una capacidad efectiva de 13,68 kg/h, consumiendo la maquina durante este proceso 70,21 l. de combustible.

Por otro lado, el productor 2 inició el trillado con un material bruto de 270 kg. Tras un período de trillado de 4,5 horas, el resultado fue de 43,24 kg de grano, con una capacidad efectiva de 15,12 kg/h y el consumo de combustible fue de 4,65 l.

Finalmente, el productor 3 partió de un material bruto de 68 kg. Tras 1,35 horas de trillado, obtuvo 16,92 kg de grano, con una capacidad efectiva de 17,40 kg/h y un consumo de combustible de 0,88 l.

6.4.2.2. Sistema organizativo centralizado (SOC)

El sistema de organización centralizado establece su funcionamiento de acuerdo con las prioridades y limitaciones de cada productor. En este sistema, se toman en cuenta varios criterios: la dificultad de acceso a la parcela, la distancia entre la trilladora y la parcela de cultivo de avena y las limitaciones para trasladar la trilladora.

En el SOC, cada productor es responsable de trasladar el material bruto de avena desde su parcela hasta la ubicación de la trilladora P-60. La ubicación de esta maquinaria se decide principalmente tomando en cuenta su cuidado. Por lo tanto, el productor prepara el material cosechado del cual solamente separa la panoja de avena, con una longitud aproximada de 38 centímetros.

Para transportar el material, los productores preparan un amarro, como se muestra en Anexo 6. Este método de amarro tiene como objetivo reducir el volumen y el peso del material segado en el momento del traslado a la trilladora. Una vez que el material ha sido trasladado, se procede con la labor de trillado.

6.4.2.2.1. Mecanismo de traslado del material en el SOC

En el sistema organizativo centralizado, tras minimizar el peso y el volumen de la avena cosechada, el productor transporta manualmente el material en amarros desde la parcela hasta el lugar donde se encuentra la máquina, preparándolo así para el proceso de trillado.

Tabla 13. Cantidad de material, distancia y tiempo empleado en el SOC

CONCEPTO	DATOS DEL PRODUCTOR
Forma de transporte de la cosecha para el trillado	Mediante amarros de avena segado solo de la panoja
Distancia entre el predio y la localización elegida (m)	534
Tiempo de traslado de la cosecha a la localización elegida (min)	104
Área cultivada (m ²)	453
Material bruto de partida (plantas) producido en parcela (kg)	415

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor

El productor adopta la estrategia de transportar la cosecha para el trillado mediante amarros de avena, cortando únicamente la panoja. Esta técnica permite manejar el material de forma más compacta. La ubicación seleccionada para el trillado se encuentra a una distancia de 534 metros desde el predio del productor. Este aspecto es significativo ya que tiene un impacto directo en el tiempo y esfuerzo necesario para transportar la cosecha.

Este traslado de la cosecha desde el predio hasta la localización de trillado requiere un tiempo estimado de 104 minutos.

Respecto al área de cultivo, este productor gestiona una parcela de 453 metros cuadrados. El tamaño del terreno cultivado puede tener una influencia considerable en la cantidad de material producido y en la logística necesaria para su manejo.

Finalmente, el productor comienza con un material bruto, constituido por las plantas producidas en su parcela, del cual se obtiene un total 415 kg. Este volumen

representa el rendimiento inicial de la parcela y constituye un indicador clave del éxito de la cosecha del productor.

6.4.2.2.2. Productos obtenidos del proceso de trillado en el SOC

En el sistema organizativo centralizado se registró el trabajo realizado en relación con el área cultivada y la cantidad de material producido dando los siguientes resultados: cantidad de paja, de broza, de grano obtenido en kilogramos, tiempo de trillado en horas (h), consumo de combustible en litros (l); como se puede observar en el siguiente cuadro.

Dentro del marco del sistema organizativo centralizado, se llevó a cabo un registro detallado de las labores en función del área cultivada y la cantidad de material producido. Este registro produjo datos específicos sobre la cantidad de paja, broza y grano, medidos en kilogramos; el tiempo invertido en el trillado, registrado en horas; y el consumo de combustible, medido en unidad de volumen. Los detalles de estos resultados se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 14. Resultados de paja, broza y grano obtenidos en el SOC

CONCEPTO	P	%
Material bruto (kg)	415	
Cantidad de paja (kg)	147,72	35,6%
Cantidad de broza (kg)	136,10	32,8%
Cantidad de grano limpio (kg)	104,57	25%
Tiempo y consumo de combustible		
Tiempo total de trillado (h)	5,95	
Consumo de combustible (l)	3,87	
Costo consumo de combustible (Bs)	14,46	

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor

El productor comienza con un material bruto que pesa un total de 415 kg, para su trillado. En primer lugar, la cantidad de paja obtenida es de 147,72 kg. así también tienen 136,10 kg de broza, por último, se obtienen 104,57 kg de grano, en base al total de grano trillado se tiene una capacidad efectiva de 37,97 kg/h.

En cuanto al tiempo y consumo de combustible, el trillado del material bruto lleva un total de 5,95 horas. Durante este tiempo, se consumen 3,87 litros de combustible. El costo asociado a este consumo de combustible asciende a 14,46 Bs.

Estos datos ofrecen una comprensión detallada de las operaciones de trillado del productor 1 y permiten una evaluación de su eficiencia y costos.

6.4.2.3. Sistema de organización individual (SOI)

En el sistema organizativo individual, el productor evalúa tanto las limitaciones como las facilidades que ofrece para llevar a cabo la labor de trillado de su avena. Entre las ventajas de este sistema se encuentra la posibilidad de que el productor cuente con su propio medio de transporte o uno alquilado para trasladar la trilladora P-60 desde el depósito hasta la parcela de cultivo de avena.

Otro aspecto favorable es la oportunidad de que el productor cuente con el apoyo de un segundo miembro de la familia para transportar y preparar la avena cosechada, lo que facilita la organización del trabajo con la trilladora.

Sin embargo, el sistema también presenta ciertas limitaciones. Un factor crítico es la falta de personal con habilidades y experiencia en el manejo y operación de la trilladora P-60. Esto se complica aún más por la edad avanzada de la mayoría de los productores en el Ayllu Huayanca, que según la investigación de Condori (2018) tienen entre 69 y 75

años. Por lo tanto, el productor que opta por el sistema de organizativo individual (SOI) debe contar con el apoyo de su familia o de otras personas, idealmente alguien con experiencia en el manejo de la trilladora.

6.4.2.3.1. Mecanismo de traslado de la trilladora y cosecha para el trillado

Para el transporte del material bruto de avena, el productor inicia seleccionando un área cercana a la parcela de cultivo para ubicar la trilladora P-60. Posteriormente, con la ayuda de un familiar, se encarga del traslado de la máquina desde su lugar de almacenamiento.

Además, el productor prepara y organiza el material que se someterá al proceso de trillado. Este trabajo es llevado a cabo con la ayuda de otro familiar con experiencia en la manipulación de la trilladora P-60, quien será el encargado de realizar el trillado.

Tabla 15. Cantidad de material, distancia y tiempo empleado en el SOI

CONCEPTO	DATOS DEL PRODUCTOR
Forma de transporte de la cosecha para el trillado	Mediante amarros de avena
Distancia de traslado de la máquina desde el depósito hasta el punto de trillado (m)	1.203
Tiempo de traslado la cosecha para el trillado(min)	74
Área cultivada (m2)	163
Material bruto de partida (plantas) producido en parcela (kg)	149

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor.

En la Tabla 15, se pueden observar los siguientes elementos: forma de transporte de la máquina, distancia de traslado de la máquina desde el depósito hasta el punto de

trillado, tiempo de traslado de la cosecha para el trillado, material bruto producido en la parcela y área cultivada.

El productor utiliza amarros de avena para transportar la cosecha al lugar de trillado, mediante sus conocimientos de trabajo que facilita el manejo del material y optimiza el proceso de transporte.

La trilladora, guardada en un depósito, necesita ser trasladada una distancia considerable de 1.203 m. hasta el punto de trillado. Este traslado es necesario para el proceso de trillado. El tiempo invertido en trasladar la cosecha hasta el lugar de trillado es de 74 minutos. Este dato proporciona una idea del tiempo total requerido para preparar el material para el proceso de trillado.

El productor cultiva su avena en una parcela de 163 metros cuadrados. El tamaño de esta área cultivada puede tener un impacto significativo en la cantidad total de material producido.

Finalmente, el productor comienza con un material bruto inicial de 149 kg, que corresponde a las plantas de avena producidas en su parcela.

6.4.2.3.2. Resultados técnicos del proceso de trillado en el SOI

Entre los datos técnicos del sistema organizativo individual se registraron el trabajo realizado por el productor en relación con el área cultivada y cantidad de material en bruto producido dando los siguientes datos: cantidad de paja, cantidad de broza, la cantidad de grano obtenido en kilogramos, tiempo de trillado (h.) y consumo de combustible (l) como se puede observar en la siguiente Tabla.

Tabla 16. Obtención de paja, broza y grano en el SOI

CONCEPTO	P1	%
Material bruto (kg)	149	
Cantidad de paja (kg)	90,48	60,60%
Cantidad de broza (kg)	20,60	13,80%
Cantidad de grano limpio (kg)	33,74	22,60%
Tiempo y consumo de combustible		
Tiempo total de trillado (h)	4,48	
Consumo de combustible (l)	2,91	
Costo consumo de combustible (Bs)	10,89	

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor.

Para el SOI, el productor inició las actividades de trillado con un material bruto producido en la parcela de 149 kg, dando un tiempo de trillado de 4,48 h. y obteniendo así 33,74 kg en cantidad de grano, con una capacidad efectiva de 11,57 kg/h y un consumo de combustible de 2,99 l.

En el sistema organizativo individual, el productor comenzó las actividades de trillado con un material bruto de 149 kg, producido directamente en su parcela. Este proceso requirió un tiempo de trillado de 4,48 h. Como resultado, se obtuvo una cantidad de grano de 33,74 kg, mientras que el consumo de combustible para estas operaciones ascendió a 2,99 l.

6.4.3. Análisis comparativo de los tres sistemas de organización

Para proporcionar un marco de referencia, se ha calculado el costo asociado a cada uno de los sistemas organizativos. Los elementos considerados para este cálculo

incluyen: el costo de mano de obra invertido para el trillado (Bs), costo traslado de la máquina por productor (Bs), costo de tiempo invertido en el traslado de avena para trillado (Bs) y el costo de alquiler de la trilladora (Bs). Estos detalles se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 17. Resultados de los costos económicos obtenidos en los sistemas de organización.

CONCEPTO	SOA	%	SOI	%	SOC	%
Costo de mano de obra invertido para el trillado (Bs)	722,43	62,13	35,83	57,04	27,47	59,05
Costo traslado de la máquina por productor (Bs)	2,11	0,18	5,40	8,59	0	0
Costo de tiempo invertido en el traslado de avena para trillado (Bs)	136,65	11,75	6,64	10,56	7,58	16,30
Costo alquiler de la trilladora (Bs)	301,6	25,94	15	23,81	11,5	24,65
COSTO TOTAL POR PRODUCTOR (Bs)	387,6		62,8		46,5	

Fuente: Elaboración propia en base al registro de trabajo de cada productor.

Los costos asociados a cada uno de los sistemas organizativos (SOA, SOI y SOC) varían considerablemente en función de diversos factores.

En el caso del SOA, el costo de la mano de obra para el trillado asciende a 722,43 Bs, el costo por el traslado de la máquina es de 2,11 Bs, se tiene 136,65 Bs para el tiempo invertido en el traslado de la avena para el trillado y el alquiler de la trilladora cuesta 301,6 Bs. Sumando todos estos costos, el costo total por productor en el SOA que conforman 3 productores es de 387,6 Bs.

Para el SOI, los costos son significativamente menores: 35,83 Bs para la mano de obra, 5,40 Bs para el traslado de la máquina y 6,64 Bs para el tiempo invertido en el traslado de la avena, además 15 Bs para el alquiler de la trilladora. Esto resulta en un costo total de 62,8 Bs por productor.

Finalmente, en el SOC, el costo para el trillado son 27,47 Bs para la mano de obra, ningún costo para el traslado de la máquina, para el tiempo invertido en el traslado de la avena se tiene 7,58 Bs y 11,5 Bs para el alquiler de la trilladora. En consecuencia, el costo total en este sistema es de 46,5 Bs por productor.

Estos datos ofrecen un análisis detallado de los costos involucrados en cada sistema organizativo, permitiendo una comparativa del costo por kilogramo de grano obtenido por productor. Es notable que el sistema centralizado presenta el costo más bajo, con un valor de 0,44 Bs/kg. Esta cifra se diferencia significativamente de los costos por kilogramo de los sistemas individual y agrupado, que ascienden a 1,39 Bs/kg y 1,86 Bs/kg, respectivamente. Por lo tanto, en base a esta comparación, se puede concluir que el sistema organizativo centralizado representa la opción más práctica y económica para el trillado de avena.

6.5. Manejo espacial y temporal de cultivos en sistemas tradicionales en las gestiones 2017 – 2018.

La distribución de las áreas de cultivo en el Ayllu Originario Huayanca se realiza en diferentes Aynocas de producción importantes. El siguiente cuadro muestra la distribución de las áreas y el registro de rendimiento en el Ayllu.

Tabla 18. Rendimiento de cultivos en Aynocas del Ayllu Huayanca 2017

AYNOCA	CULTIVO	ÁREA (ha)	ÁREA OCUPADA (%)	RENDIMIENTO (t/ha)
Ajpaya	Avena	0,105	76,38 %	1,19
	Oca	0,018	12,72 %	1,66
	Papa	0,015	10,90 %	5,67
Piaqala	Avena	0,140	70,00 %	0,93
	Oca	0,017	8,50 %	2,06
	Papa	0,025	12,50 %	4,74
	Papalisa	0,018	9,00 %	3,06
Suwañiku	Avena	0,091	69,64 %	0,65
	Papa	0,040	30,36 %	4,64
Milly milly	Avena	0,075	50,07 %	0,73
	Maíz	0,075	49,93 %	2,40
Titik'ony	Maíz	0,430	100,00 %	2,09

Fuente: Elaboración propia manejo de cultivos en Ayllu Originario Huayanca 2017.

Los productores del Ayllu Originario de Huayanca cultivan una variedad de productos en diferentes parcelas, conocidas como Aynocas. En la Aynoca Ajpaya, tres cultivos se destacan por su predominancia y rendimiento. La avena es el más extendido, ocupando el 76,38% del área con un rendimiento de 1,19 t/ha, lo que representa la mayor y mejor producción de avena entre todas las Aynocas. Le sigue la oca, que ocupa el 12,72% del área con un rendimiento de 1,66 t/ha. A pesar de ser una adición más reciente, el cultivo de papa ocupa el tercer lugar en Ajpaya, cubriendo el 10,90% del área con un notable rendimiento de 5,67 t/ha. En la Aynoca Piaqala, la avena sigue siendo dominante, cubriendo el 70% del área, aunque con un rendimiento ligeramente inferior de 0,93 t/ha. La papa y la papalisa cubren respectivamente el 12,50% y 9% del área, con rendimientos de 4,74 t/ha y 3,06 t/ha. La oca, aunque menos extendida que en Ajpaya, cubre un 8,50% del área con un rendimiento superior de 2,06 t/ha. En la Aynoca Suwañiku alberga dos cultivos principales: la avena, que cubre el 69,64% del área, pero

con un rendimiento reducido a 0,65 t/ha, y la papa, que, aunque cubre menos área (30,36%), ofrece un rendimiento de 4,64 t/ha. Por último, la Aynoca Titik'ony se dedica exclusivamente al cultivo de maíz, con un rendimiento de 2,09 t/ha.

Estos datos, registrados durante un ciclo agrícola específico, proporcionan una visión detallada de la distribución de cultivos en las diferentes Aynocas, incluyendo el área ocupada por cada cultivo, su porcentaje de ocupación y su rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha), como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 19. Rendimiento de cultivos en Aynocas del Ayllu Huayanca 2018

AYNOCA	CULTIVO	ÁREA (ha)	ÁREA OCUPADA (%)	RENDIMIENTO (t/ha)
Ajpaya	Avena	0,095	59,2 %	0,53,
	Oca	0,011	6,8 %	2,55
	Papa	0,055	34 %	5,01
K'eñwahuma	Maíz	0,671	100 %	2,52
Lanatha	Papalisa	0,014	100 %	3,21
Milly milly	Avena	0,124	68,4 %	0,52
	Maíz	0,058	31,6 %	2,17
Piaqala	Avena	0,086	48,9 %	1,04
	Oca	0,012	6,8 %	2,75
	Papa	0,078	44,3 %	5,00
Titik'ony	Maíz	0,655	100 %	2,67

Fuente: Elaboración propia. Manejo de cultivos en Ayllu Originario Huayanca 2018

En la Aynoca Ajpaya, se cultivan principalmente avena, oca y papa. La avena ocupa el 59,2% del área total con 0,095 ha y tiene un rendimiento de 0,53 t/ha. Aunque la oca solo ocupa el 6,8 % del área total con 0,011 ha, tiene un rendimiento superior de 2,55 t/ha. Finalmente, la papa, a pesar de ocupar el 34% del área total con 0,055 ha, registra el mayor rendimiento de 5,01 t/ha. En K'eñwahuma, el único cultivo es el maíz, que ocupa la totalidad de la Aynoca con 0,671 ha y presenta un rendimiento de 2,52 t/ha.

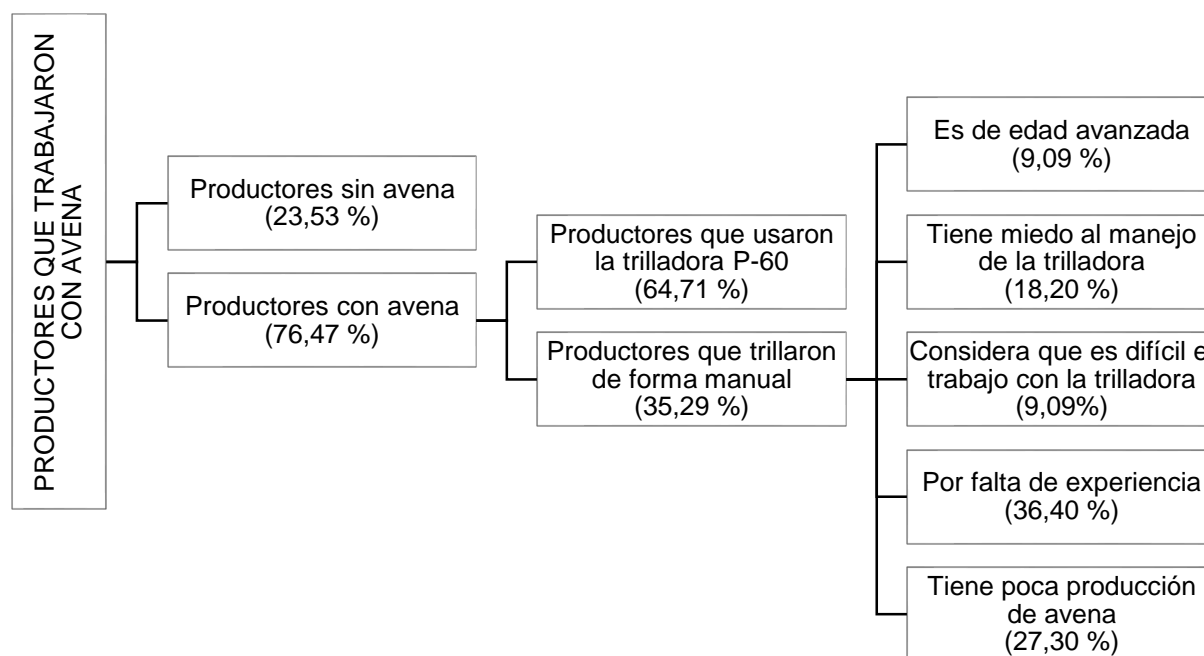
En la Aynoca Lanatha está dedicada a la producción de papalisa en su totalidad, con una superficie de 0,014 ha y un rendimiento de 3,21 t/ha. En la Aynoca Milly Milly alberga dos cultivos principales. La avena ocupa el 68,4% del área con 0,124 ha y tiene un rendimiento de 0,52 t/ha. El maíz, por otro lado, ocupa el 31,6% del área con 0,058 ha y ofrece un rendimiento de 2,17 t/ha. En la Aynoca Piaqala, la avena, la oca y la papa son los tres cultivos principales. La avena ocupa el 48,9% del área con 0,086 ha y tiene un rendimiento de 1,04 t/ha. La oca ocupa solo el 6,8% del área con 0,012 ha, pero tiene un rendimiento de 2,75 t/ha. La papa, que ocupa el 44,3% del área con 0,078 ha, registra el mayor rendimiento de 5 t/ha. Por último, en la Aynoca Titik'ony, el maíz es el único cultivo, ocupando un área de 0,655 ha y ofreciendo un rendimiento de 2,67 t/ha.

6.6. Cultivo de avena y el uso de recursos mecánicos en el Ayllu Huayanca

El cultivo de avena en el Ayllu Huayanca, ha sido introducido el año 2016 como una alternativa para diversificar la producción agrícola del pequeño productor, en este caso orientada a la producción de avena en grano. Tradicionalmente el agricultor del Ayllu Huayanca maneja parcelas y diferentes cultivos ubicados en tres pisos ecológicos, donde la avena en grano mostraba posibilidades de adaptarse. De esta manera, a partir de la gestión 2016 y a través de distintitos ensayos variedades de avena en grano se inició un proceso de introducción del cultivo de avena, las mismas que fueron adaptadas por los productores a los sistemas de producción local.

En la siguiente Figura se puede observar la incorporación del cultivo de avena en grano como un cultivo nuevo, vinculado al uso de recursos mecánicos como la trilladora.

Figura 12. Productores que incorporaron avena en grano y la forma de trillado



Fuente: Elaboración propia en base a información registrada en entrevistas y encuestas

Como se puede ver en la Figura 12 el 76,47% de los productores trabajaron con avena en grano y el 23,53 % no lo ha realizado en el Ayllu Huayanca. Uno de los aspectos que explica esta situación se debe a que las personas que no han incorporado el cultivo de avena en grano, en su mayoría corresponde a productores de edad avanzada, alrededor de los 75 años, por lo que no tienen disponibilidad de mano de obra como ayuda en las actividades de cultivo de avena en grano, lo cual limitó que pudieran ampliar el área del cultivo con la siembra de avena. Esta limitación, a su vez, puede influir en la productividad y el crecimiento de este tipo de cultivo en la zona.

Se ha observado que, en general, el cultivo de avena no requiere un alto nivel de mano de obra, a excepción de los períodos de preparación del terreno y, principalmente,

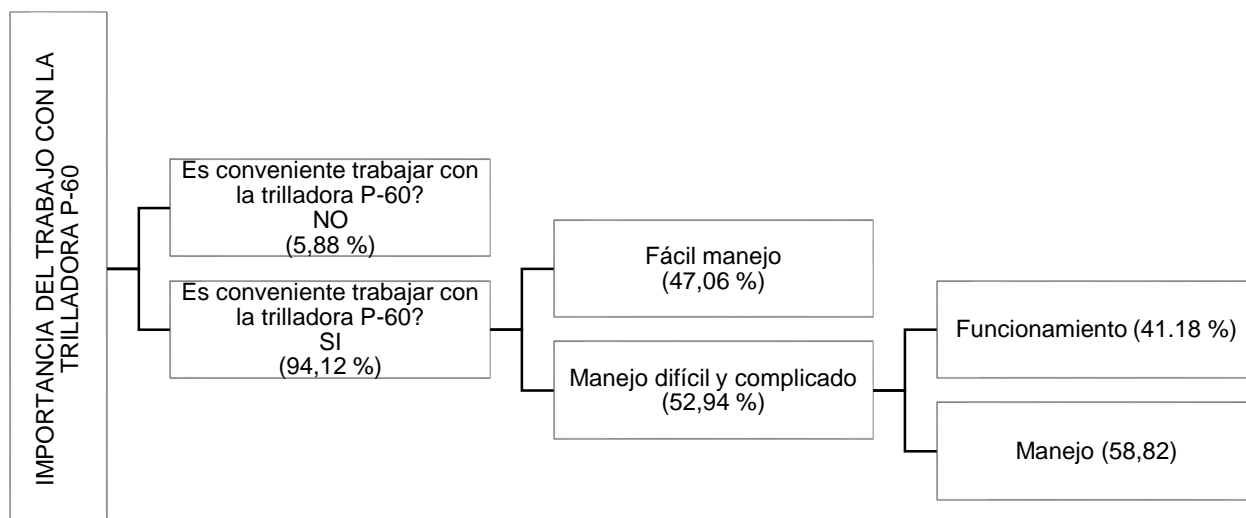
durante la cosecha y la post cosecha. Por este motivo, se ha implementado el uso de una trilladora. De los productores que produjeron avena el 64,71 % optó por utilizar la trilladora P-60, mientras que el 35,29 % restante realizaron el trillado de forma manual.

Es importante destacar que aquellos productores que no emplearon la máquina citaron varios factores que influyeron en su decisión. Un 9,09 % aludió a su edad avanzada y consideró que el manejo de la trilladora era complicado para ellos, a pesar de haber participado en capacitaciones. Por otra parte, el 18,20 % manifestó miedo al uso de la máquina y un 36,40 % resaltó la dificultad de trabajar por la falta de experiencia con la trilladora. Adicionalmente, un 9,09 % evitó usar la trilladora a pesar de contar con la disponibilidad de avena, debido a su percepción de dificultad en el trabajo con la máquina. Finalmente, un 27,30 % indicó que su baja producción de avena no justificaba el gasto de utilizar la trilladora.

6.6.1. Importancia de la experiencia y manipulación en el uso de la Trilladora P-60

En el contexto del trabajo que realizan los productores de avena en grano en el Ayllu Huayanca, un aspecto crucial es el uso de la trilladora P-60. A pesar de que la mayoría de las tareas que llevan a cabo los productores se realizan manualmente, la preparación del terreno y las labores post cosecha son excepciones donde la trilladora juega un papel importante. La eficacia de su uso depende de la pericia individual de cada productor y de la experiencia acumulada en el manejo de la trilladora. Por lo tanto, es crucial entender la importancia que los productores le otorgan al manejo de esta máquina.

Figura 13. Importancia del trabajo con la trilladora P-60.



Fuente: Elaboración propia en base a información registrada en entrevistas y encuestas

Un pequeño porcentaje de los productores de 5,88 %, no ve conveniente trabajar con la trilladora P-60. Esta reticencia se atribuye a la falta de información sobre el manejo de la máquina y a un desconocimiento de las ventajas que proporciona en términos de reducción de tiempo de trabajo y mano de obra en el trillado de la avena en grano. Sin embargo, la gran mayoría, el 94,12 % de los productores, valora positivamente su uso, destacando su contribución a la eficiencia en tiempo y mano de obra, por tanto, a la reducción de los costos del trillado en comparación con los métodos manuales.

En cuanto a la facilidad de manejo de la trilladora, el 47,06 % de los productores considera que su manipulación es sencilla, especialmente tras haber participado en cursos de capacitación y haber acumulado experiencia con su uso en trabajos anteriores. Por otro lado, un 52,94 % de los productores que consideran conveniente trabajar con la trilladora encuentran algunas dificultades en su uso, citando una falta de experiencia y

poca información técnica como algunas limitaciones, ya que este grupo incluye productores de mayor edad, con escasa o nula experiencia e información sobre el uso de la trilladora pero que muestran un alto interés en el manejo de la máquina para así reducir el esfuerzo en la labor de trillado y así poder incrementar la producción de avena en grano.

De aquellos productores que consideraron difícil y complicado el manejo de la trilladora P-60, un 41,18 % manifiesta facultad en poder entender el funcionamiento técnico y operación de la maquina trilladora. El restante 58,82 % de los productores señala presentar dificultades con el manejo o habilidad practica para operar la máquina ya sea en el encendido y apagado así también como en el ajuste de la velocidad de funcionamiento del motor, calibrado de las barras de golpe, procedimiento de seguridad para evitar accidentes y la posibilidad de responder correctamente a las señales que pueda presentar la máquina.

6.6.2. Propiedad y utilidad de la Trilladora para el productor de avena en grano en el Ayllu Huayanca.

La disponibilidad y el manejo de la trilladora P-60 no solo están ligados a su tenencia, sino que esta máquina puede incentivar a los productores al cultivo de avena en grano, generando así ingresos adicionales para sus familias. En este sentido, el 58,82% de los productores opina que la trilladora debería pertenecer exclusivamente a la Asociación de Productores de Avena en Grano, considerando que solo aquellos que cultivan este cereal en sus parcelas necesitarían la máquina para su trillado. Sin embargo, un 41,18 % defiende que la trilladora esté disponible para toda la comunidad del Ayllu Huayanca, bajo el argumento de que todos tienen derecho a utilizarla y que su

acceso podría animar a más personas a convertirse en productores de avena en grano. Por otro lado, se consultó a los productores sobre la posibilidad de poseer su propia trilladora para las labores de post cosecha. Curiosamente, el 100 % de los productores, manifestaron el deseo de contar con su propia maquina trilladora para sí mismo y sus labores de post cosecha.

Se consultó también a los productores sobre si la máquina sería una gran ayuda o un motivo de discordia entre los miembros de la comunidad. El 64,71 % consideró que el uso de la trilladora P-60 podría generar conflictos entre ellos. Es importante tener en cuenta que, según datos anteriores, solo un pequeño porcentaje de productores utiliza la máquina, limitándose principalmente por el volumen de producción de avena en grano y la poca experiencia en el manejo de la misma, lo que supone un gran obstáculo para el uso efectivo de la trilladora.

6.6.3. Encargado de la administración y manejo correcto de la Trilladora

Como parte de la estrategia de uso de la trilladora, se promovió entre los productores la idea de nombrar a un administrador encargado del manejo de la máquina. Se identificaron diversas funciones esenciales para este rol, incluyendo coordinación con la Asociación de Productores de Avena en grano, la admisión de solicitudes de alquiler o préstamo, la supervisión y control del uso apropiado de la trilladora, el cobro de un monto de 10 Bs/h, que sería destinado para el mantenimiento de la maquina como también para la mejora de las instalaciones donde se almacena.

Todos los productores acordaron la importancia de tener un encargado, lo que condujo a un análisis sobre la forma de compensación adecuada para este servicio. El

29,41 % de los productores sugirió el pago a través del sistema de Ayni, mediante el cual se retribuiría al encargado con mano de obra cuando la necesite. Un 5,88 % propuso pagar con productos locales y otro 5,88 % abogó por una rotación de responsabilidades, de manera que todos los productores tuvieran a su cargo la trilladora en algún momento. La mayoría, el 58,82%, favoreció la compensación en efectivo, referenciando el pago por jornal. Esta decisión refleja una planificación cuidadosa y la participación activa de los productores en la gestión de la trilladora, factores que pueden promover una mayor eficiencia y una distribución equitativa de los beneficios entre los miembros de la comunidad.

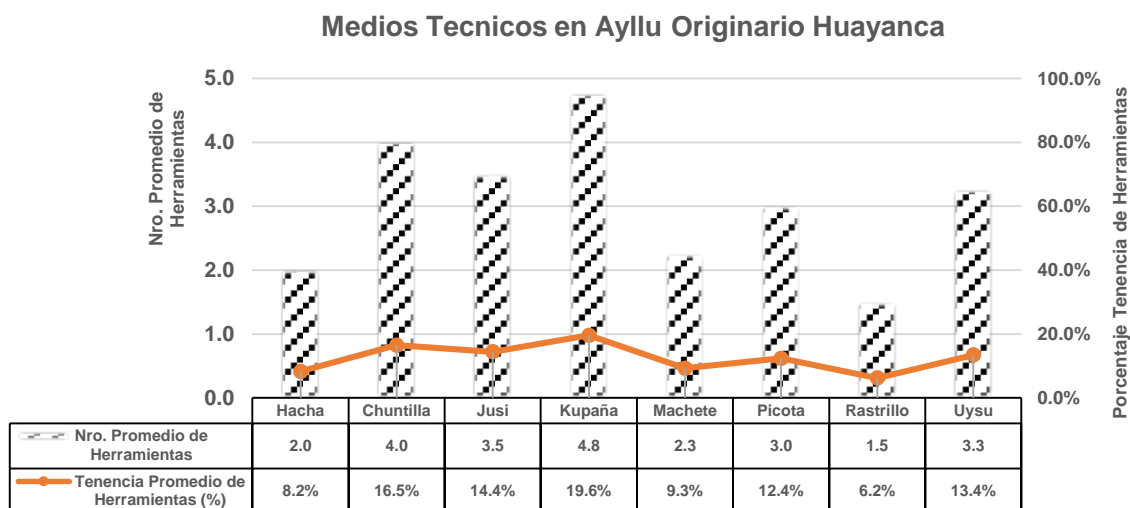
6.7. Sistemas tradicionales de producción en el Ayllu Huayanca y el rol del cultivo de avena

Según Mamani, citado por Condori (2018), en las comunidades del altiplano boliviano se conservan diversos sistemas tradicionales de producción. Estos están adaptados a sus respectivas regiones e incluyen sistemas como las Sayañas, Aynocas y Q'uta Iramas.

6.7.1. Acceso a recursos y medios técnicos de labranza (herramientas)

El acceso y la utilización de medios técnicos, que abarcan desde herramientas manuales hasta maquinaria autopropulsada por un motor a gasolina o diésel, pueden facilitar considerablemente las labores agrícolas de los productores. Sin embargo, es vital tener en cuenta que su aplicación efectiva y segura debe estar en relación con los requerimientos específicos que se presenten durante las distintas etapas del trabajo agrícola.

Figura 14. Tenencia promedio de herramientas por productor



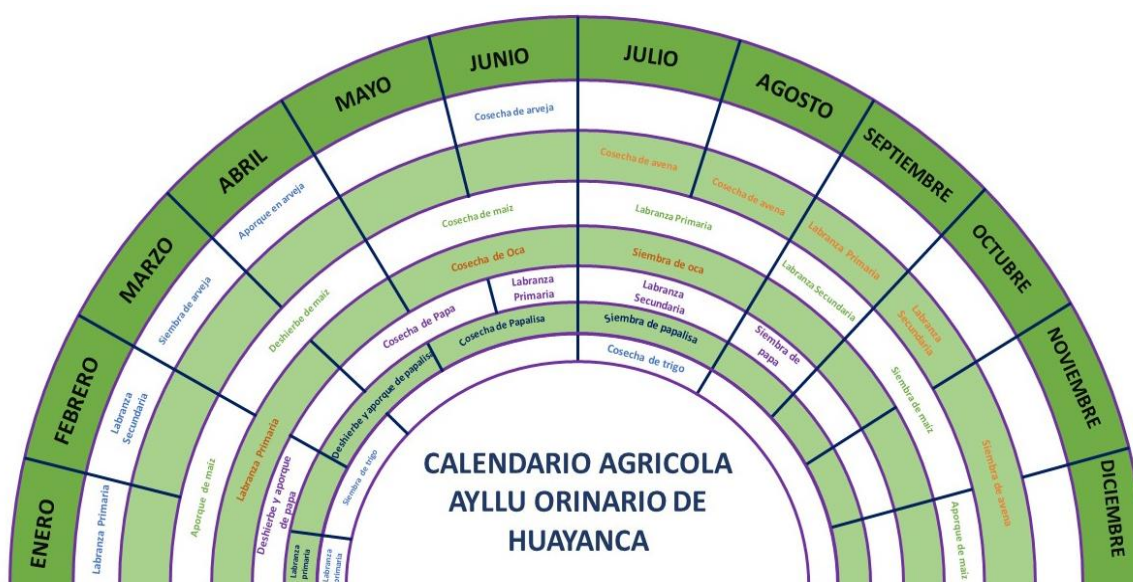
Fuente. Elaboración propia disponibilidad de medios técnicos por productor

Como se puede observar en la Figura 14, se identifican ocho herramientas manuales, cada una con un porcentaje diferente de tenencia entre los productores. Dentro de las labores de labranza primaria, se utiliza el Uysu, con una tenencia del 13,4%, y la picota, con un 12,4 %. Para las labores de labranza secundaria, se cuenta con la Kupaña, con un 19,6 %, y el rastrillo, con un 6,2 %. En tanto, la Chuntilla, con un 16,5 %, cumple un doble propósito, utilizándose tanto para la siembra como para el deshierbe. Además, para el cuidado general de los cultivos, los productores emplean el hacha (8,2 %), el machete (9,3 %) y el jusi (14,4 %). La elección de estas herramientas manuales y autopropulsadas por parte de los agricultores del altiplano norte de La Paz depende de factores como el tamaño de las parcelas, la disponibilidad de recursos y la capacidad económica. Gracias a la combinación de estas herramientas, los productores pueden llevar a cabo diversas tareas agrícolas de manera más eficiente, potenciando así su productividad.

6.8. Calendario agrícola

El calendario agrícola fue elaborado en base a los datos recopilados mediante entrevistas y encuestas realizadas durante la etapa de trabajo de campo. Esta información proporciona una visión detallada de las actividades que llevan a cabo los productores del Ayllu Originario Huayanca en el marco de sus labores agrícolas.

Figura 15. Calendario agrícola de producción en Ayllu Originario Huayanca



Fuente: Elaboración propia en base a información registrada en entrevistas y encuestas

El calendario agrícola, obtenido a través de entrevistas, ilustra las diversas actividades emprendidas por los productores del Ayllu Originario Huayanca, específicamente en relación con las labores agrícolas. Un aspecto crucial derivado de este calendario es la variedad de cultivos gestionados anualmente por los productores. Se destacan siete cultivos principales: papa, oca, maíz, papalisa, avena y que son representativas de la producción agrícola de la región. Aunque estas cosechas se cultivan en parcelas relativamente pequeñas y principalmente para el autoconsumo.

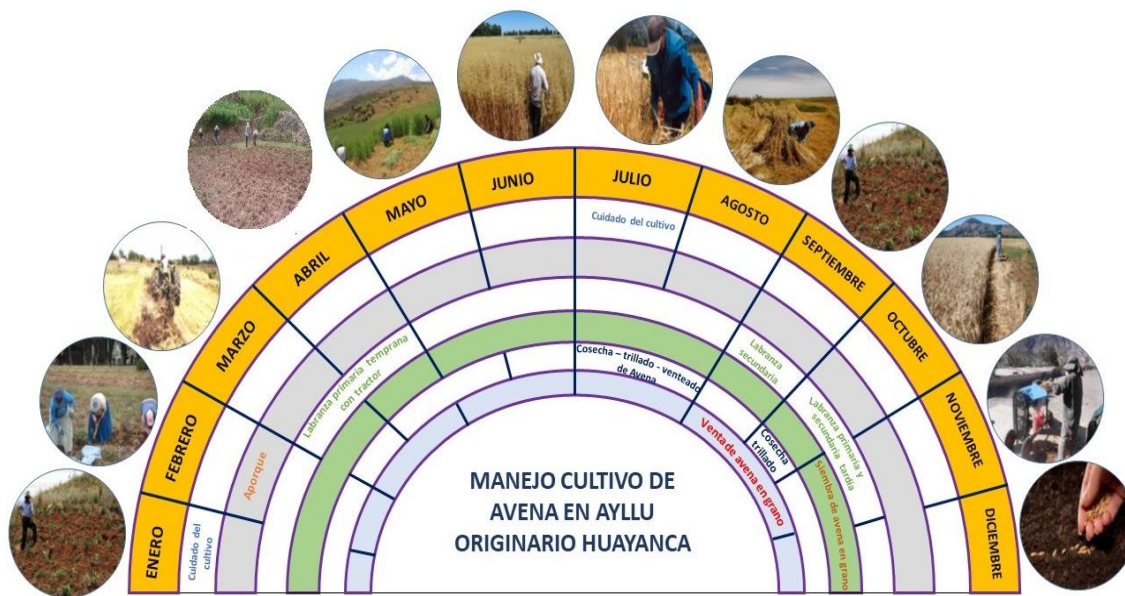
6.9. El cultivo de avena en grano y su importancia en los sistemas de producción tradicional.

En el Ayllu Huayanca, la avena en grano ha ganado relevancia y se ha consolidado como un cultivo esencial, abarcando una porción significativa del área en las Aynocas. Este cultivo no sólo provee alimento para los pequeños productores, sino que se ha transformado en una importante fuente de ingresos económicos para ellos. Así, la avena en grano se está convirtiendo en una opción valiosa en la estrategia agrícola del Ayllu

6.10. Manejo del cultivo de avena en grano

Para el manejo en el cultivo de avena en grano, los productores organizan sus actividades en función de los meses como se puede observar en la siguiente Figura, que detalla el cronograma de actividades y el sistema organizativo con el que se trabajará.

Figura 16. Disposición de actividades en el cultivo de avena durante el año



Fuente. Elaboración propia en base a información de entrevista y encuestas

El cultivo de avena por lo general le sigue al cultivo de papa en el ciclo agrícola, aunque este orden puede variar dependiendo de la organización familiar. En los primeros meses del año, específicamente a finales de enero y durante febrero, se realiza el cuidado y aporque de la avena sembrada en la gestión anterior, durante finales de noviembre y principios de diciembre. Esto indica que la emergencia del cultivo se da aproximadamente a los 13 días y la formación del tallo de la planta se produce en los primeros 30 días, alcanzando su madurez fisiológica a los 228 o 230 días, lo que equivale a unos 7 meses y medio. Este periodo puede variar debido a las fluctuaciones climáticas y la disponibilidad de mano de obra familiar. Bajo condiciones óptimas, la cosecha comienza a finales de julio y principios de agosto. Durante marzo y abril se inicia la preparación temprana del terreno para la siguiente gestión agrícola, ya sea manualmente utilizando la herramienta Uysu o a través del servicio de un tractor agrícola. Con respecto al trabajo de trillado, este se inicia en agosto, una vez realizada la cosecha, y se prepara el material cosechado con una humedad aproximada del 14 % para el trillado manual o con la trilladora P-60. Es evidente que el uso de la máquina reduce significativamente el tiempo de trabajo en las labores de trillado. Tanto la siembra como la cosecha son las labores que demandan mayor tiempo y recursos, factores que pueden influir en la decisión de cada familia respecto a la extensión del área de cultivo de avena.

6.11. Análisis de costos de producción del cultivo de avena en grano.

6.11.1. Costo de producción según superficie y tipo de productor

La siguiente tabla muestra el comportamiento de los costos de producción de avena en grano por sistema de cultivo y por tipo de productor; considerando los ítems

más importantes en el manejo del cultivo implementados a partir de la racionalidad de cada productor. El detalle de estos costos se encuentra en Anexo 7.

Tabla 20. Cálculo del costo de producción en avena en grano.

CONCEPTO	SEMI MECANIZADO			MANUAL
	PRODUCTOR 1	PRODUCTOR 2	PRODUCTOR 3	PRODUCTOR 4
Superficie (ha)	0,2941	0,0735	0,0644	0,0374
Producción en grano (kg)	415	100	70	50
Costo (Bs/kg)	3,7	5,6	5,9	7,7

COSTOS DE PRODUCCIÓN

	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)
Preparación de suelo	395	26%	165	29%	130	31%	88	23%
Insumos	240	16%	66	12%	54	13%	32	8%
Labores culturales	280	18%	158	28%	105	25%	70	18%
Post cosecha	620	40%	173	31%	124	30%	193	50%
Costo por superficie cultivada (Bs)	1535		561		413		383	

Fuente. Elaboración propia en base a datos obtenidos de los productores.

El estudio de caso realizado de cuatro productores muestra que los sistemas que incluyen un grado de mecanización logran disminuir la incidencia de los costos por concepto de post cosecha (productores 1, 2 y 3) en comparación con el productor 4 que desarrolla las labores de trillado a mano considerando además que tiene la menor superficie cultivada y por ende una menor producción.

Los resultados también muestran que la escala de producción incide en el costo unitario de producción, que es menor a medida que es mayor la superficie cultivada. Es evidente que las técnicas aplicadas, la experiencia y otros factores inciden en los costos de producción tal como se puede observar en una comparación entre los tres sistemas semi mecanizados en los cuales el costo por kg de avena en grano producida, varía de 3,7 Bs/kg para el Productor 1 a 5,9 Bs/kg para el Productor 3, tomando en cuenta que

estos productores desarrollaron el trabajo de postcosecha con apoyo de la máquina trilladora y que el Productor 3 produce en una superficie que corresponde sólo al 21% de la superficie del Productor 1. Lo que muestra la incidencia de la escala.

En general se puede también observar que, en el cultivo de avena en grano, la incidencia de las labores de post cosecha en el costo general es bastante significativa, lo que supone la necesidad de pensar que este tipo de cultivos requiere mejorar la eficiencia de este proceso además de bajar sus costos; de esta manera la contribución de los resultados de la presente investigación permitirá realizar los ajustes necesarios que orienten a disminuir los costos de las labores de post cosecha.

Con relación a la producción, esta responde a los rendimientos obtenidos por cada productor, los mismos que están por encima de los 1.000 kg/ha independientemente de la tecnología aplicada; lo que comparado con los rendimientos obtenidos en la zona en condiciones experimentales como indica Claire (2022), con un rendimiento promedio de 1.232 kg/ha, lo que nos muestra un comportamiento aceptable.

Con relación a la post cosecha se puede ver que la incidencia de los costos de esta actividad, si bien muestra una diferencia con el trabajo manual esta no es muy grande debido a la destreza o habilidad en el manejo de la máquina lo que genera una tasa promedio de trillado de 7,45 kg/h, aspecto que puede ser susceptible de mejora a partir de un proceso de capacitación y mayor experiencia en el manejo de la máquina.

Considerando que una de las labores principales en el cultivo de la avena en grano es la post cosecha, se puede observar que en los productores que utilizaron la trilladora, la incidencia en el costo de producción es de 33% en promedio; mientras que en el

productor que desarrolla esta actividad de forma manual, la incidencia es del 50%, aspecto que muestra la importancia de la utilización de máquinas (trilladora, venteadora) en estas labores.

6.11.2. Costo de producción en una superficie de 1000 m²

Con el objetivo de poder realizar comparaciones entre los distintos productores, se ha procedido a estandarizar la superficie de producción, utilizando 1.000 m² para cada uno, considerando que esta es la superficie promedio de producción de avena en la zona de estudio. Los resultados de este ejercicio se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 21. Cálculo del costo de producción en avena en grano para 1.000 m²

CONCEPTO	SEMI MECANIZADO			MANUAL
	PRODUCTOR 1	PRODUCTOR 2	PRODUCTOR 3	PRODUCTOR 4
Superficie (m ²)	1.000	1.000	1.000	1.000
Producción en grano (kg)	141	136	109	134
Costo (Bs/kg)	3,7	5,6	5,9	7,7

COSTOS DE PRODUCCIÓN

	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)	(Bs)	(%)
Preparación de suelo	134	26%	224	29%	202	31%	234	23%
Insumos	82	16%	90	12%	84	13%	87	8%
Labores culturales	95	18%	214	28%	163	25%	187	18%
Post Cosecha	211	40%	235	31%	193	30%	516	50%
Costo por superficie cultivada (Bs)	522		763		641		1.024	

Fuente. Elaboración propia en base a registro de gastos realizados por productor.

Se puede observar una marcada diferencia entre el costo de post cosecha del productor manual respecto a los productores que usaron la trilladora. En este caso el productor que realiza el trillado de forma manual tiene un costo que es 142% más alto que los productores que utilizaron la trilladora lo que implica que es necesario considerar el apoyo de una máquina en la fase de post cosecha ya que representa una mayor

exigencia en mano de obra para el productor y como consecuencia un mayor costo. El mayor costo en post cosecha del productor 4, se refleja adicionalmente en un costo total de producción más alto que es 60% mayor que el de los productores que trabajaron de forma semi mecanizada.

En términos absolutos el costo de producción promedio para una superficie de 1.000m² para los productores semi mecanizados es de 642 Bs; mientras que el costo de producción total del productor que trabajaría de forma manual es de 1.024 por la misma superficie, que es prácticamente el doble del anterior valor.

Los costos relacionados con la preparación del suelo muestran una diferencia no muy marcada entre el sistema manual y el trabajado con tractor esta situación se explica porque la zona es un valle interandino con terrenos en pendiente donde se trabaja en terrazas, ofreciendo difíciles condiciones para la tractorización haciendo que la capacidad efectiva del tractor sea muy baja alcanzando a 7 a 8 hr/ha mientras que en terrenos planos esa capacidad está alrededor de las 3 a 4 hr/ha, incidiendo en el tiempo y consecuentemente en los costos.

Un aspecto particular que se puede observar está relacionado con la producción por el productor 4 que obtiene una producción mayor o muy cercana a los que han implementado tecnología como la labranza con tractor o el uso de la trilladora. Este aspecto puede deberse a las características de la parcela (ubicación), fertilidad del suelo y manejo general del cultivo.

7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en base a los objetivos de la presente investigación, derivan las conclusiones que se detallan a continuación.

La investigación ha logrado probar de manera directa y con la participación de los agricultores la Trilladora P-60 desarrollada por CIFEMA SAM, la misma que tiene dos objetivos: el trillado y el picado. Los resultados obtenidos responden a pruebas desarrolladas por los agricultores considerando distintas limitaciones (desconocimiento de la máquina, poca experiencia en su uso).

Durante el proceso de calibración de la trilladora P-60, se determinó que la separación óptima entre las barras de golpe y el cóncavo, tanto para la entrada como para la salida del material trillado, se sitúa en 7:7 mm y 7:4 mm respectivamente. A través de las pruebas, la posición 7:7 mm demostró ser la más conveniente en términos de trillado por la facilidad que ofrece esta posición para la manipulación del material vegetal al momento de la alimentación a la máquina. Según los datos obtenidos, para una muestra de 5 kg de avena cosechada se utiliza un tiempo de 9,67 minutos, generando 64,12% de paja, 11,74% de broza y 21,48% de grano limpio. Asimismo, se registró un 1% de pérdida por manipulación y 1,89% de pérdida atribuible a la trilladora, correspondiente al grano expulsado por la parte media de la máquina.

En relación con el cálculo de la eficiencia del trillado con la máquina, se obtuvieron ciertos datos relevantes a partir de 5 kg de avena pesada para las pruebas. La trilladora procesó el 33,22% del grano en 0,16 horas, lo que resultó en una capacidad teórica de 10,38 kg/h. No obstante, a partir de la cantidad de grano obtenido en el trillado, la

capacidad efectiva obtenida es 9,81 kg/h, mostrándonos que estos valores se pueden mejorar bajo el manejo de productores con mayor capacitación en la operación de la trilladora P-6.

Realizando proyecciones del uso de la trilladora para una superficie promedio de 1.470m² que es la superficie promedio que maneja el agricultor en la zona; se requeriría aproximadamente 6 días de trabajo para el trillado mecánico, lo que muestra que se necesitaría mejorar la capacidad, considerando que la misma ha sido obtenida en base a un trabajo experimental bajo poca experiencia y conocimiento del manejo de la máquina por parte de los agricultores. Comparando con el trillado manual para la misma superficie, se requeriría 23 días.

La utilización multipredial de la trilladora emerge como una alternativa práctica y oportuna para el acceso y uso de la máquina. En este contexto, se evaluaron tres sistemas de uso de la máquina: el sistema organizativo agrupado, el sistema organizativo individual y el sistema organizativo centralizado. Estos sistemas se diferencian principalmente por la ubicación de la máquina: en un lugar estratégico para varios productores (Agrupado), en la propiedad individual del productor (Individual), o en un lugar fijo desde donde el productor lleva el material cosechado para su procesamiento (Centralizado)

Los resultados sugieren que el sistema organizativo centralizado es la opción más conveniente para los productores, debido a su capacidad efectiva de 37,97 kg/h en el trillado y a un costo de 0,44 Bs por kilogramo de grano trillado. Sin embargo, es importante señalar que estos resultados pueden variar dependiendo de la distancia entre las parcelas y el lugar del trillado, las condiciones del terreno para el transporte de la

avena segada, los volúmenes de producción, entre otros; podrían tener un impacto significativo en los resultados finales.

La Asociación de productores, que es la propietaria de la máquina, ha establecido un costo de uso de la máquina de 10 Bs/h, para todos los socios; este cálculo fue realizado en base al consumo de combustible, lubricantes y un fondo de reposición de la máquina, estimado por los productores. Se ha realizado el cálculo del costo de operación bajo factores de campo en el uso de la trilladora P-60, obteniéndose un valor de 11,32 Bs/h, que no estaría tan alejado del monto fijado por la asociación considerando aspectos de depreciación, reparación, mantenimiento, costo de consumo combustible y lubricantes. En la práctica el costo que es asumido por los productores está relacionado exclusivamente al consumo de combustible que representa 3,34 Bs/h.

En la evaluación de la percepción de los productores, se encontró que el 94,12% ve conveniente trabajar con la máquina. Sin embargo, dentro de este porcentaje, un 52,94% califica el manejo de la trilladora como difícil y complicado. Entre este porcentaje de productores el 41,18 % manifiestan tener dificultades con el funcionamiento de la máquina y el 58,82 % revela dificultades en el encendido y apagado del motor que es parte de las operaciones del manejo de la trilladora.

Respecto a la propiedad de la máquina, el 58,82% de los productores expresa que ésta debe pertenecer exclusivamente a la Asociación de Productores de Avena en Grano, tal y como actualmente se ha establecido. Sin embargo, un significativo 41,18% de los productores opina que la trilladora P-60 debería estar disponible para toda la comunidad, permitiendo que cualquier miembro de esta tenga la posibilidad de utilizarla.

Adicionalmente, el 100% de los productores manifiesta su interés de tener la máquina de manera individual.

El estudio de caso realizado muestra diferente peso de la incidencia de las distintas labores en los costos de producción, de acuerdo con factores como la experiencia del productor, la ubicación de la parcela, las características fisiográficas del terreno y otros.

Los productores que han utilizado la máquina trilladora (semi mecanizado) muestran que existe una incidencia de la post cosecha que va entre el 30% y 40% del total de costos, aspecto que adicionalmente muestra que este ítem es el que congrega un mayor porcentaje de los costos de producción.

Realizada la estandarización de la superficie de producción a 1.000 m² se ha podido observar que la labor de post cosecha (trillado, venteado, embolsado) concentra el mayor porcentaje de los costos y comparando el trillado con máquina respecto al trillado manual, se ve que la labor de trillado manual es un 142% más costoso que el trillado mecanizado.

Los resultados de la investigación evidencian que la escala de producción tiene un impacto significativo en el costo unitario de producción de la avena en grano. El costo por kg de avena en grano producida varió desde los 3,7 Bs/kg en el caso del Productor 1, hasta los 5,9 Bs/kg para el Productor 3, mientras la superficie fue de 2.941m² y 644m² respectivamente.

8. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos sobre el funcionamiento y capacidad de la máquina, se recomienda realizar los ajustes: i) a nivel del diseño y ajuste de los mecanismos de trillado de la máquina por ejemplo en el ancho de trabajo, en la expulsión del material trillado, y ii) a nivel de mejorar la experiencia y conocimiento de manejo de la máquina por parte de los productores a través de la capacitación.

Se recomienda que esta información se aplique no solo en la optimización de su funcionamiento, sino también en la elaboración de estrategias efectivas para su implementación. Las estrategias para el manejo de la maquinaria agrícola deben considerar aspectos organizativos, sociales, culturales y económicos para garantizar un manejo adecuado de la trilladora. De esta manera, se fomentará una mayor eficiencia y adaptabilidad dentro de la agricultura familiar, potenciando su productividad y sostenibilidad.

Dentro de las labores post cosecha, el trillado es una labor fundamental que debe complementarse con la labor de venteado. En ese sentido, se recomienda desarrollar un diseño integrado de maquinaria que pueda desempeñar simultáneamente ambas tareas. Con tal innovación, se lograría una reducción en los costos operativos, mejorando la eficiencia en las prácticas de post cosecha.

Se subraya la importancia de continuar impulsando el desarrollo del cultivo de avena en grano. Esta recomendación no se fundamenta únicamente en la ampliación de la agro diversidad en el predio del productor, sino también en las ventajas que este cultivo

ofrece en términos de calidad nutricional y la posibilidad de obtener algunos ingresos adicionales.

Es necesario proseguir con la línea de investigación que fomenta la participación activa del productor en los procesos de estudio. Esta metodología orientada hacia la identificación de aquellos aspectos que son de interés primordial para el productor resulta indispensable, ya que estos elementos solo pueden ser reconocidos eficazmente a través de esta perspectiva participativa. Los resultados obtenidos bajo esta metodología tendrán un impacto significativo al momento de incorporar nueva maquinaria en el contexto de la agricultura familiar, garantizando que las innovaciones sean altamente pertinentes y respondan eficazmente a las necesidades específicas de este sector.

9. BIBLIOGRAFIA

- Abugoch James, L. E. (2009). Storage stability of dehulled oats and oat bran. *Journal of agricultural and food chemistry*.
- Aguilar, G., Coello, D., Guevara, M., Regalado, S. & Villavicencio, C. (2010). Manipulación y transporte de alimentos. <https://es.slideshare.net/dicoello/bioquimica-de-perdidas-postcosecha-de-cereales-9397397>.
- Altuntas, E., & Tunc, I. (2007). Effect of grain moisture content on insect infestation in wheat and barley stored in metallic silos. *Journal of Stored Products Research*.
- Apollin, F. & Eberhart, C. (1998). Metodología de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino. CARAMEN (sistema de capacitación para el manejo de los recursos naturales renovables). Quito, Ecuador.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). Los pueblos indígenas, la ciencia y la tecnología. <https://blogs.iadb.org/igualdad/es/los-pueblos-indigenas-la-ciencia-y-tecnologia>
- Baper, (2017). Motor Estacionario Honda Bencinero GX160 5.5 HP Con Alerta de Aceite. <https://baper.net/motor-honda-estacionario-bencinero-gx160qx1/>
- Barbieri, P., & Pierangeli, F. (2017). Análisis de la eficiencia de la maquinaria agrícola utilizada en la siembra directa en Argentina. *Agrociencia Uruguay*.
- Baudry, J., Dedieu, B., & Taverne, M. (2010). Analyzing the economic sustainability of crop-livestock farming systems with different levels of autonomy and cooperation: a case study in the French Charolais area.
- Baudry, J., Dedieu, B., & Taverne, M. (2010). Analyzing the economic sustainability of crop-livestock farming systems with different levels of autonomy and cooperation: a case study in the French Charolais area. *Agricultural Systems*.
- Beratto, M. E. (2006). *Calidad del grano de avena*. Santiago, Chile.

- Borin, M., Silva, T. O., & Silva, R. G. (2019). Evaluación de la capacidad efectiva de una cosechadora de caña de azúcar en diferentes condiciones operativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.
- Chávez, M., et al. (2015). Evaluación de la tecnología de trilla de avena (*Avena sativa* L.) en la comunidad de Yanacachi, departamento de La Paz, Bolivia. *Revista de Investigación Agrícola y Ambiental*.
- CIFEMA SAM, (2016). Centro de investigación formación y extensión en mecanización agrícola. Proforma de compra; trilladora – picadora P-60 con motor a gasolina 5.5 HP marca honda, Cochabamba, Bolivia. Cotización realizada: 24 de noviembre 2016.
- Claure, A. (2022). Evaluación de cinco ecotipos de avena (*avena sativa*) para grano, en el marco de la normativa del registro de semillas – comunidad Huayanca, Moco moco, La Paz. (Tesis pregrado). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- Condori, R. (2018). Sistema comunal de manejo de pisos ecológicos en el cultivo de avena (*avena sativa*) en el ayllu Huayanca provincia Camacho departamento de La Paz. (Tesis pregrado). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- Cook, S. E. (2013). Grain drying, handling and storage handbook. Purdue University Cooperative Extension Service.
- Córdova, J. A. (1993). Dialogo XXXVII: Avena, cebada y triticales en el Cono Sur. Montevideo, Uruguay.
- Cotrisa. (2020). Área, Rendimiento y Producción Mundial de Avena. <https://www.cotrisa.cl/mercado/avena/internacional/detalle.php>
- Crespín, I. (2010). Un Acercamiento a los Saberes Ancestrales de las Comunidades en el Salvador. Managua-Nicaragua.
- Creswell, J. W. (1998) *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Traditions*. Thousand Oaks, California.

- Dávila, R. (2005). Administración y planificación de la maquinaria agrícola: capacidad de trabajo de trabajo de máquinas agrícolas (en línea). Caracas, Venezuela, UCV: consejo de desarrollo científico y humanístico.
- Demeke, T., & Oomah, B. D. (2010). Factors affecting the quality of oat and barley grain. Canadian Journal of Plant Science. <https://doi.org/10.4141/CJPS09027>.
- Diegues, A. C. (2000). El mito moderno de la naturaleza intocada. Quito, Ecuador.
- Elder, W. (1984). Control of aeration, CSIRO/AGI Victoria, Australia. Aeration System Design Seminar and Workshop. <https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S01.htm#Impurezas>.
- Elizondo, J. A., González-Martínez, C., González-Martínez, E. F., Almaraz-Abarca, N., & Hernández-Sánchez, H. (2019). Evaluación de pérdidas por post-cosecha en avena (*Avena sativa* L.) en el centro-norte de Durango. Revista Mexicana de Agronegocios.
- FAO, (2015). Crecimiento del rendimiento de los cereales en Bolivia (en línea). <http://www.fao.org/unfao>.
- FAO. (2018). The State of Food and Agriculture 2018.
- Fernández, C. & Quintanilla, J. (2010). Harvesting and post-harvest technologies for crop production. CRC Press.
- Garbers, R. (2013). Costos Operativos de Maquinaria Agrícola. Ministerio de agricultura ganadería y pesca, Argentina.
- García, J. L., Goette, J. L., & Arriola, C. A. (2014). Calidad de granos de avena: pérdidas durante la cosecha y postcosecha. Agriscientia.
- Gunsha, D. (2019). Tecnología y ciencias de la ingeniería; rediseño; construcción; trilladora. (Trabajo de titulación). Riobamba, Ecuador.
- Gutierrez, L. & Erickson, R. (2018). Diseño, fabricación y evaluación de máquina trilladora de grano. Arequipa, Perú.

- Hernández, O. (2018). Importancia de la educación del campo y del saber campesino en Fortaleza. Ceará, Brasil.
- Hidrovo, T. (2015). Ciencias y saberes ancestrales: Relación entre dos formas de conocimiento e interculturalidad epistémica. Ecuador: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjyoMTjyc_6AhUiBbkGHS0JA4YQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.pedagogica.edu.co%2Findex.php%2FTEDE%2Farticle%2Fdownload%2F4818%2F3949%2F13165&usg=AOvVaw04K24a-lEtg-jDkOJ38Xne
- Hurtado, L., et al. (2016). Evaluación del trillado con bueyes en la separación del grano de la paja en avena (*Avena sativa* L.) en la zona de Colomi, Cochabamba, Bolivia. *Revista Tecnológica*.
- IIPN - UMSA, (2015). La avena en Bolivia. La Paz, Bolivia.
- INE - Instituto Nacional de Estadística (2017). (en línea) La Paz, Bolivia.
<http://www.ine.gob.bo>.
- INIA. (s.f.). Guía de buenas prácticas para el manejo de aves plagas en cultivos de secano. <http://www.inia.uy/Documentos/Publicos/INIA>.
- INTA, (2013). Manual de Buenas Prácticas en postcosecha de granos. Buenos Aires, Argentina.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_reglon_48-2.pdf
- Kupfer, T., & Kraus, K. (2015). Eficacia en el uso de maquinaria agrícola: consideraciones económicas y tecnológicas. *Boletín de Economía Agropecuaria*.
- Langemeier, M. R. (2018). Machinery cost estimates: Principles and procedures. MF-2917. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.

- Lizarazo, C. I. A., & Herrera, S. F. R. (2013). Análisis de la calidad de la avena pelada (*Avena sativa* L.) y su efecto sobre la producción de carne y leche en rumiantes. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*.
- López, H. (2016). Respuesta del cultivo de avena forrajera a la aplicación de lixiviados de lombricomposta. Cuautitlán, México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán – Universidad Nacional Autónoma de México.
- Loritz, E. (2016). Las formas de organización del trabajo en comunidades aymaras en Bolivia. *Otra Economía*, volumen 10.
- Luna, F. (1990). Utilización de fertilizantes en la provincial Inquisivi y su impacto en la producción de papa. (Tesis pregrado). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- Ma, B. L., Dwyer, L. M., & Costa, C. (2015). Grain storage and mycotoxin production. In *Mycotoxin Prevention and Control in Agriculture*.
- Magdaleno, H. E., Jiménez, V. M., Martínez, S. T. & Cruz, B. G. (2014). Sistemas de las familias campesinas en Pueblo Nuevo, Municipio de Acambay, Estado de México.
- Mamani, B. (2017). Evaluación de dos sistemas de labranza mínima en el rendimiento de biomasa de tres cultivares de avena forrajera (*Avena sativa* en el Cill Illpa. Tesis de Pregrado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- Martínez, A. (2012). Máquinas agrícolas anteriores a la revolución industrial. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos Castilla y León y Cantabria.
<http://www.coiaclc.es/ejercicio-profesional/publicaciones>.
- Merchancano, R. J., Castro, R. E., Portillo, L. P. & Cadena, P. A. (2022). Cultivo y ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) en el trópico alto del departamento de Nariño. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA.
- Molina, R., et al. (2013). Evaluación de tecnologías de trilla de granos en pequeña escala en América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

- Moraga, J. (2014). Capacidad de trabajo de máquinas agrícolas. Universidad Católica del Trópico Seco. Esteli, Nicaragua. Recuperado de: Capacidad efectiva de la maquinaria agrícola.
- Moreno, J. (2019). Mecanización y tecnología en la agricultura. Editorial Club Universitario.
- Noli, E. (1999). Innovaciones tecnológicas en la producción de semillas forrajeras. INIA- Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo. Huancayo, Perú.
- Padilla, F., & Pérez, F. (2016). Análisis de costos de maquinaria agrícola en agricultura de precisión. Revista Mexicana de Agronegocios.
- PDM – MOCO MOCO. (2014). Plan de Desarrollo Municipal de Moco Moco. Gobierno Autónomo Municipal de Moco Moco.
- Perry, A. H. (2018). The Wheatgrass Mechanism: How Wheat Protects Itself and the Implications for Human Health. Springer International Publishing.
- Prado, M. J., Panneton, B., & Shrestha, A. (2018). Evaluación de rendimiento de maquinaria agrícola: revisión de métodos y tendencias actuales. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.
- Pugh, A. B., & Wilkinson, S. R. (2018). Oat production in the southeastern United States. University of Florida IFAS Extensión. <https://edis.ifas.ufl.edu/ag408>.
- Ramos, F. M., Melo, M. C., & Santos, M. M. (2020). Analysis of technical efficiency in tractor use for maize and soybean crops. Journal of Agricultural Science.
- Reeves, D. L. & Sraon, H.S. (1976). How an oat plant develops. Bulletin Agricultural Experiment Station South Dakota State University.
- Rodríguez, L. (2020). Como ser verdaderamente eficiente en la agricultura. <https://orionagriculture.com/eficiencia-en-la-agricultura/>
- Rostagno, M. A., Pramparo, M. C., & Pazos, A. A. (2012). La avena en la alimentación de aves y cerdos. Boletín Técnico del INTA EEA Balcarce.

- Roth, G.W. 2002. Growth stages of cereals: illustration of the Feekes Scale. Field Crops.
- Sampieri, R. (2017). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. Mc Graw Hill. México.
- Sánchez, J. (2020). Eficacia y eficiencia.<https://economipedia.com/definiciones/eficacia-y-eficiencia.html>
- SENAMHI. (2022). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia.
<http://senamhi.gob.bo/index.php/sismet>
- Terán, R. (2019). Clases de docencia en maquinaria agrícola. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de Andrés.
- Terarevista ARQHYS. (2012). Historia de las máquinas. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com.
<https://www.arqhys.com/arquitectura/maquinas-historia.html>.
- Toledo, M. V., Lynch, D., Imhoff, D., Baumgartner, J., Pérez, E., Torres, G. J., & De la Cruz, A. C. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. LEISA, volumen 20, Nro. 4.
- Trujillo, B. (15 de noviembre de 2021). Los saberes ancestrales en la agroecología y comidas locales y el fomento de la agroecología. <https://Los-saberes-ancestrales-comidas-locales-y-el-fomento-de-la-agroecologia-noviembre-2021-1.pdf>.
- USDA. (2021). United States Department of Agriculture. Data & Analysis.
<https://www.fas.usda.gov/commodities>.
- Venegas, I. (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de avena bajo dos densidades de siembra en la Estación Experimental de Cota Cota. (Tesis de pregrado). La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 112 p.

Wang, F., Ma, Y., Xu, J., Li, X., Zhou, S., & Li, D. (2021). Effects of genotype, environment, and their interaction on quality traits of naked oat grains. *Journal of Cereal Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103160>.

Wolf, R. E. (1971). *Los campesinos*. Barcelona, España: Labor. S.A.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods*.


ANEXOS

Anexo 1. Cotización y Características técnicas de Trilladora P-60

CENTRO DE INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y EXTENSIÓN EN MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

UMSS - COSUDE

EMPRESA UNIVERSITARIA DE FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACION DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS



Av. Petrolera Km 4 La Tamborada
 Teléfonos: 4761505 - 4765461
 Fax: (591-4) - 4765461
 Email: cifemasam@supernet.com.bo

COTIZACIÓN

PARA: Señores SWEBOL S.R.L. e-mail: renoagro@hotmail.com La Paz	PROFORMA No. 317/2016 FECHA: Cochabamba, 24 de noviembre de 2016 FACCIÓN: Sra. Jeaqueline M. de Rojas - Administración
---------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
- Desgranadoras manual de maíz (Ver foto)	1	250.-	250.-
- Veneadora de granos Mod. V-1 (Ver ficha # 6) Entrega inmediata	1	3.500.-	3.500.-
- Trilladora - Picadora con motor a gasolina de 5.5 Hp marca Honda original con seis cuchillas (ver foto) Dimensiones: 1.60 m. alto - 1.50 m. largo - 0.80 m. ancho Peso: 111 Kg.	1	7.500.-	7.500.-
Nota: Los precios son puesto almacenes CIFEMA S.A.M. Cochabamba a los precios incrementar Bs 20.- desgranadoras. Bs 250.- venteadora y Bs 250.- trilladora, puesto el Alto - La Paz (fletes transporte)			

FORMA DE PAGO: Al contado PLAZO DE ENTREGA: 15 días, puesto almacenes CIFEMA S.A.M. Cochabamba VALIDEZ DE LA OFERTA: 40 días	TOTAL Bs. 11.250.- GRAN TOTAL Bs 11.250.-
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

SON: ONCE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA 00/100 BOLIVIANOS.
Nuestros precios incluyen Factura Fiscal.

COMENTARIOS: En caso de adquirir los implementos agrícolas, favor girar cheque a nombre de CIFEMA S.A.M. o efectuar un depósito bancario en la Cuenta Corriente N° 3000092788 a nombre de CIFEMA S.A.M. en el Banco Nacional de Bolivia S.A. y enviar copia del depósito a CIFEMA.



Anexo 2. Acopio de avena segada para la labor de trillado



Secado de la avena cosechada



Avena cosechada en las diferentes parcelas

Anexo 3. Planilla para el registro de las pruebas dinámicas en el trillado de avena.

PRUEBAS DINAMICAS DE LA MAQUINA Y EN EL TRILLADO MANUAL														
REPETICION	REGULADO DE CONCAVO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (min)	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr)	PAJA (kg)	BROZA (kg)	GRANO LIMPIO (kg)	PERDIDA DE GRANO POR MANIPULACION (kg)	PERDIDA DE GRANO POR MAQUINA (kg)	COSUMO DE COMBUSTIBLE (cm3) - (lt)		Perdida por la maquina (kg/h)	CT (kg/h)	CE (kg/h)	RENDIMIENTO
R 1	7 mm - 7 mm	12	0.20	3.115	0.590	1.114	0.06	0.093	129	0.129	0.56	10.38	9.8	95%
R 2	7 mm - 7 mm	8	0.13	3.370	0.650	0.905	0.05	0.087	86	0.086				
R 3	7 mm - 7 mm	9	0.15	3.106	0.430	1.310	0.06	0.096	97	0.097				
R 4	7 mm - 7 mm	10	0.17	3.220	0.480	1.170	0.04	0.098	108	0.108				
R 5	7 mm - 7 mm	10	0.17	3.205	0.653	1.032	0.03	0.092	106	0.108				
R 6	7 mm - 7 mm	9	0.15	3.219	0.720	0.912	0.07	0.100	97	0.097				
promedio		9.67	0.16	3.21	0.59	1.07	0.05	0.09	103.83	0.10				
porcentaje				64.12%	11.74%	21.48%	1.00%	1.89%						

REPETICION	REGULADO DE CONCAVO	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (min)	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr)	PAJA (kg)	BROZA (kg)	GRANO LIMPIO (kg)	PERDIDA DE GRANO POR MANIPULACION (kg)	PERDIDA DE GRANO POR MAQUINA (kg)	COSUMO DE COMBUSTIBLE (cm3) - (lt)		Perdida por la maquina (kg/h)	CT (kg/h)	CE (kg/h)	RENDIMIENTO
R 1	7 mm - 4 mm	10	0.17	3.090	0.725	0.950	0.192	0.021	120	0.12	0.13	10.58	10.45	99%
R 2	7 mm - 4 mm	10	0.17	2.925	0.915	1.060	0.146	0.017	111	0.11				
R 3	7 mm - 4 mm	10	0.17	2.970	0.775	0.980	0.135	0.015	120	0.12				
R 4	7 mm - 4 mm	12	0.20	3.050	0.805	1.050	0.182	0.011	144	0.14				
R 5	7 mm - 4 mm	9	0.15	2.930	0.900	0.870	0.221	0.049	108	0.11				
R 6	7 mm - 4 mm	10	0.17	2.890	0.780	0.920	0.339	0.018	120	0.12				
promedio		10.17	0.17	2.98	0.82	0.97	0.20	0.02	121	0.12				
porcentaje				59.5%	16.33%	19.43%	4.05%	0.44%						

Anexo 4. Preparación y ajuste de las partes de la trilladora.



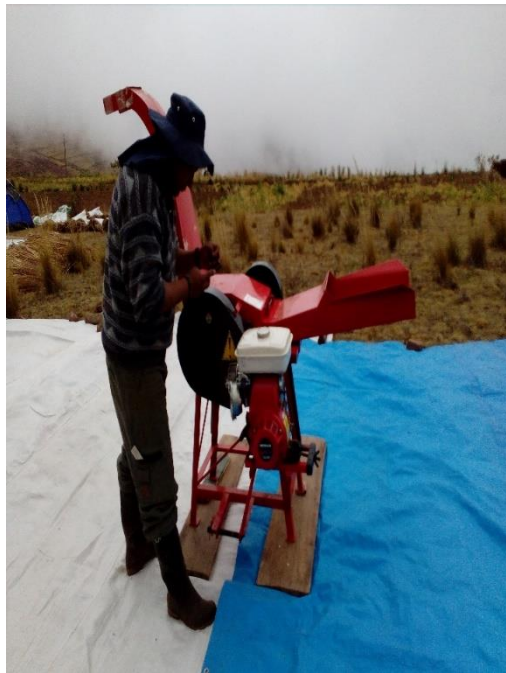
Armado de la trilladora



Ajuste de la tolva de salida



Preparación de la zona de trabajo y nivelación de la maquina trilladora



Anexo 5. Preparación y pesaje de muestras de 5 kilogramos de avena cosechada.



Extendido de la avena cosechada



Pesaje de la avena cosechada



Embolsado de 5 kilogramos de avena cosechada

Anexo 6. Actividades desarrolladas en los sistemas de organización



Traslado de la maquina trilladora cerca del predio en el SOI



Acomodado de avena para el trillado en el SOI



Cosecha y preparación de avena en el SOC



Traslado de la avena cosechada en el SOC



Traslado de la maquina trilladora por los productores en el SOA



Inicio del trillado de avena en el SOA

Anexo. 7. Venteado de avena trillada en pruebas iniciales



Muestra de avena con broza y grano



Venteado de avena trillada



Diferencia en avena trillada y avena venteada

Anexo 8. Costos de producción en el cultivo de avena bajo trabajo semi mecanizado

COSTO DE PRODUCCION PARA AVENA (SEMI MECANIZADO)							
PRODUCTOR	Reymundo Sanca						
SUPERFICIE (Ha)	0.2941						
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (%)	% TOTAL	COSTO TOTAL (Bs)	
LABORES DE PREPARACION DE SUELO							
LABRANZA PRIMARIA							
Remover suelo (tractor)	H	1.5	170	17%	25.73%	255	
LABRANZA SECUNDARIA							
Desterronar	Jornal	4	35	9%		140	
COMPRA DE INSUMOS							
Compra de semilla	Kg	23	10.43	16%	15.63%	240	
LABORES CULTURALES							
Sembrar	Jornal	3	35	7%	18.24%	105	
Cosecha	Jornal	5	35	11%			175
POST COSECHA							
Trillado (trilladora)	H	56	3.5	13%	40.39%	196	
Venteadado (Bs)	Jornal	6	35	14%			210
Embolsado (Bs)	H	32	4.5	9%			144
Transporte (Bs)	Jornal	2	35	5%			70
Almacenamiento (Bs)	0	0	0	0%			0
Total general (Bs)						1535	

COSTO DE PRODUCCION PARA AVENA (SEMI MECANIZADO)							
PRODUCTOR	Emiliana Condori						
SUPERFICIE (Ha)	0.0644						
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (%)	% TOTAL	COSTO TOTAL (Bs)	
LABORES DE PREPARACION DE SUELO							
LABRANZA PRIMARIA							
Remover suelo con tractor	hr	0.4	150	14.52%	31.47%	60	
LABRANZA SECUNDARIA							
Desterronar	Jornal	2	35	16.94%		70	
COMPRA DE INSUMOS							
Compra de semilla	kg	5	10.43	13.08%	13.08%	54	
LABORES CULTURALES							
Sembrar	Jornal	1	35	8.47%	25.42%	35	
Cosecha	Jornal	2	35	16.94%			70
POST COSECHA							
Trillado (Bs)	hr	9	3.5	7.60%	30.03%	31	
Venteadado (Bs)	Jornal	1	35	8.47%			35
Embolsado (Bs)	hr	5	4.5	5.49%			23
Transporte (Bs)	Jornal	1	35	8.47%			35
Almacenamiento (Bs)	0	0	0	0%			0
Total general (Bs)						413	

Anexo 8.1. Costos de producción en cultivo de avena bajo trabajo semi mecanizado y manual

COSTO DE PRODUCCION PARA AVENA (SEMI MECANIZADO)						
PRODUCTOR	Simón Vidal					
SUPERFICIE (Ha)	0.0735					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (%)	% TOTAL	COSTO TOTAL (Bs)
LABORES DE PREPARACION DE SUELO						
LABRANZA PRIMARIA						
Remover suelo	hr	0.4	150	10.69%	29.41%	60
LABRANZA SECUNDARIA						
Desterronar	Jornal	3	35	18.72%		105
COMPRA DE INSUMOS						
Compra de semilla	kg	6	10.43	11.77%	11.77%	66
LABORES CULTURALES						
Sembrar	Jornal	1.5	35	9.36%	28.07%	52.5
Cosecha	Jornal	3	35	18.72%		105
POST COSECHA						
Trillado (Bs)	hr	14	3.5	8.73%	30.75%	49
Venteadado (Bs)	Jornal	1.5	35	9.36%		53
Embolsado (Bs)	hr	8	4.5	6.42%		36
Transporte (Bs)	jornal	1	35	6.24%		35
Almacenamiento (Bs)	0	0	0	0%		0
Total general (Bs)						561

COSTO DE PRODUCCION PARA AVENA (MANUAL)						
PRODUCTOR	Paulina gonza					
SUPERFICIE (Ha)	0.0374					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (%)	% TOTAL	COSTO TOTAL (Bs)
LABORES DE PREPARACION DE SUELO						
LABRANZA PRIMARIA						
Remover suelo	Jornal	1.5	35	13.71%	22.85%	53
LABRANZA SECUNDARIA						
Desterronar	Jornal	1	35	9.14%		35
COMPRA DE INSUMOS						
Compra de semilla	kg	3	10.43	8.47%	8.47%	32
LABORES CULTURALES						
Sembrar	Jornal	1	35	9.14%	18.28%	35
Cosecha	Jornal	1	35	9.14%		35
POST COSECHA						
Trillado (Bs)	Jornal	3	35	27.42%	50.40%	105
Venteadado (Bs)	Jornal	1	35	9.14%		35
Embolsado (Bs)	hr	4	4.5	4.70%		18
Transporte (Bs)	Jornal	1	35	9.14%		35
Almacenamiento (Bs)	0	0	0	0.00%		0
Total general (Bs)						383

Anexo 9. Planilla de encuesta con aspectos sobre el uso y proyección de la Trilladora P-60.

GUÍA DE ENCUESTA PARA PRODUCTORES DE AVENA EN EL AYLLU HUAYANCA.

SONDEO PARA LA PERCEPCIÓN SOBRE EL USO DE LA MAQUINA TRILLADORA DE AVENA.

1. ASPECTOS GENERALES			
AYLLU:	TIEMPO DE DURACION DE ENCUESTA		INICIAL: FINAL:
NOMBRE DEL PRODUCTOR:			FECHA:
EDAD:	SEXO:	M	F
ANTIGÜEDAD DEL PRODUCTOR:	TRABAJO ESTE AÑO:	SI	NO

2. ASPECTOS SOBRE EL USO DE LA MAQUINA		
<p>2.1 ¿Conoce la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 	<p>3.3 ¿Quisiera usar la trilladora? Si es "SI"</p> <p>¿Cómo quisiera usar la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Solo <input type="checkbox"/> En grupo <input type="checkbox"/> Con todos los productores <input type="checkbox"/> 	
<p>2.2 ¿Maneja usted la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <p>¿Por qué NO?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Si es "NO"</p> <p>¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>2.4 ¿Cómo ha llegado la trilladora a la comunidad?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.6 ¿Usted ha participado de esa capacitación?</p> <ul style="list-style-type: none"> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <p>¿Por qué "NO"?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.7 ¿Este año usó la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <p>Si es "NO"</p> <p>¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>Si es "SI"</p> <p>¿Cómo trabajó?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2.5 ¿La comunidad ha recibido capacitación para el uso de la trilladora?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		

<p>2.8 ¿Es conveniente trabajar con la trilladora?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.9 ¿Cómo considera que es el manejo de la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Fácil <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Complicado <input type="checkbox"/> Delicado <input type="checkbox"/> 	<p>2.10 ¿Qué parte de la trilladora le parece más difícil o le da miedo?</p> <p>Funcionamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> El armado <input type="checkbox"/> El encendido <input type="checkbox"/> Manipulación <input type="checkbox"/> <p>Operación</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentación <input type="checkbox"/> Trillado <input type="checkbox"/>
<p>2.11 ¿Alguna persona en la comunidad tiene conocimiento para el uso de la trilladora?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "SI" ¿Quién?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.12 ¿Es posible trabajar con esta persona siempre que se necesite trillar?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "NO" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.13 ¿Considera que es muy caro utilizar la trilladora?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "SI" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2.14 ¿Cuánto le ha costado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

<p>3.8 ¿Si la trilladora estuviera en otro lugar, usted cree que más personas trillarían?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "NO" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>3.9 ¿Ha sido difícil para usted transportar su cosecha?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "NO" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. PROPIEDAD DE LA MAQUINA
<p>4.1 ¿Cómo piensa que debería ser la propiedad de la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Individual <input type="checkbox"/> De la asociación <input type="checkbox"/> De la comunidad <input type="checkbox"/>

3. ASPECTOS DE DIAGNOSTICO Y PROYECCION		
<p>3.1 ¿Cómo está funcionando actualmente el uso de la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Bien <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mal <input type="checkbox"/> 	<p>3.2 ¿Que tiene que hacer para tener acceso a la trilladora?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3.3 ¿Está usted de acuerdo?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "NO" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>3.4 ¿(Usted tiene o ha tenido dificultades para el acceso a la trilladora)?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "SI" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>3.5 ¿Para usted cree que está bien organizado el uso de la trilladora?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "NO" ¿Por qué?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>3.6 ¿Considera usted que, si algún proyecto subsidiara la gasolina y el mantenimiento y operación, todos los productores trillarían su avena?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p>	<p>3.7 ¿Considera que debería nombrarse un encargado o encargada de la máquina para apoyar a los productores en el manejo de la trilladora?</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Si es "SI" ¿Cómo cree que se podría "reconocer" el trabajo de este encargado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

5. IMPORTANCIA DE LA TRILLADORA	
<p>5.1 ¿Cómo está trabajando la trilladora?</p> <ul style="list-style-type: none"> Bien <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mal <input type="checkbox"/> 	<p>5.2 ¿Qué importancia ve usted que tiene la trilladora para la comunidad y asociación?</p> <p>Para la comunidad</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Para la asociación</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>5.5 ¿La tenencia de la trilladora para la comunidad genera algún prestigio? ¿O algún valor?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>5.3 ¿La trilladora prestara un gran aporte? ¿O es indiferente tenerla?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5.4 ¿Será realmente de gran ayuda la trilladora? ¿O más bien es motivo de conflicto?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5.6 ¿Qué grado de importancia le da al uso de la máquina trilladora para la producción de la avena? (De 1-4)</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Muy Bueno</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Bueno</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Regular</p> <p>4. <input type="checkbox"/> Deficiente</p> <p>5. <input type="checkbox"/> Muy malo</p>

