



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agrícola

Evaluación del funcionamiento de un prototipo de máquina picadora para la obtención de elementos triturados de forraje y residuos de cosecha.

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero Agrícola

AUTOR:

Lider Augusto Alvarado Pardo

DIRECTOR:

Ing. Diego Fernando Chamba Zaragocín, PhD.

Loja - Ecuador

2023

Educamos para Transformar

Certificación

Loja, 07 de febrero de 2023

Ing. Diego Fernando Chamba Zaragocín PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del funcionamiento de un prototipo de máquina picadora para la obtención de elementos triturados de forraje y residuos de cosecha**, previo a la obtención del título **Ingeniero Agrícola** de la autoría del estudiante **Lider Augusto Alvarado Pardo**, con **cédula de identidad Nro. 1150478871**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizó la presentación del mismo para la respectiva sustentación y defensa.



Ing. Diego Fernando Chamba Zaragocín. PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION

Autoría

Yo, **Lider Augusto Alvarado Pardo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1150478871

Fecha: 12/06/2023

Correo electrónico: lider.alvarado@unl.edu.ec

Teléfono celular: 0991649298

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Lider Augusto Alvarado Pardo**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del funcionamiento de un prototipo de máquina picadora para la obtención de elementos triturados de forraje y residuos de cosecha**, como requisito para optar al grado de **Ingeniero Agrícola**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de junio del dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: Lider Augusto Alvarado Pardo

Cédula: 1150478871

Dirección: El Dorado, Loja Ecuador.

Correo electrónico: lider.alvarado@unl.edu.ec

Teléfono celular: 0991649298

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Diego Fernando Chamba Zaragocín, PhD.

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación se lo dedico en especial a mi madre Beatriz Pardo, mis hermanos Edison, Francisco, Jhuliana y Camila Alvarado, abuelitos y tía, por brindarme sus consejos y apoyo incondicional en los momentos más declives en el estudio, quienes han fomentado en mi ejemplo de humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo y sobre todo a compartirlo, quienes han sido responsables de una manera exhaustiva para verme triunfar. A los amigos/as que encontré en el transcurso de la vida universitaria que me brindaron de su ayuda cuando más lo requería.

Lider Augusto Alvarado Pardo

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos aquellos que me han apoyado y acompañado en la realización de mi Trabajo de Titulación. Este logro no hubiera sido posible sin su apoyo incondicional y su confianza en mí.

Al Ing. Diego Chamba PhD, tutor de mi trabajo de titulación que estuvo ayudándome y brindando su apoyo durante todo el desarrollo del trabajo de investigación, por compartir de sus enseñanzas y conocimiento indispensables.

A quienes conforma la Universidad Nacional de Loja y la Carrera de Ingeniería Agrícola, que me brindaron la educación oportuna para formarme como profesional y culminar mis estudios de tercer nivel.

Una mención especial para todo el personal del Taller Industrial de Maquinaria Agrícola Pesada de Segundo Samaniego, por la confianza brindada y permitir realizar los ensayos correspondientes a la investigación.

Lider Augusto Alvarado Pardo

Índice de Contenido

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenido	vi
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	ix
Índice de Anexos	x
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Principios básicos de la mecanización agrícola	6
4.2. Importancia de la mecanización	6
4.3. Prototipo de una máquina.....	7
4.4. Máquinas picadoras	7
4.5. Clasificación de maquinarias picadoras	7
4.5.1. Máquinas picadoras sopladoras estacionarias	8
4.5.2. Máquinas picadoras sopladoras de campo	9
4.5.3. Máquinas picadoras-sopladoras de acción doble	9
4.6. Componentes de una máquina picadora	10
4.6.1. Chumacera.....	10

4.6.2. Banda o correas	11
4.6.3. Estructura o chasis.....	11
4.6.4. Motor	12
4.6.5. Torque o par de motor	13
4.6.6. Rendimiento del motor	14
4.7. Manejo de pastos y forrajes.....	16
4.7.1. Importancia de los pastos y forrajes en la ganadería.....	16
4.7.2. Tipo de pastos y forrajes	17
4.7.3. Producción de pastos en el Ecuador	18
4.7.4. Elaboración de ensilaje para ganado	18
4.7.5. Residuos o rastrojos de cosechas en la alimentación del ganado.....	19
4.8. Abono verde y compostaje	19
4.8.1. Abono verde	19
4.8.2. Compostaje.....	20
4.8.3. Producción de abono orgánico en el Ecuador	20
4.8.4. Elaboración de abono orgánico	20
5. Metodología	22
5.1. Ubicación del proyecto.....	22
5.2. Diseño de Investigación	22
5.3. Listado de materiales.....	24
5.4. Metodología para primer objetivo.....	24
5.4.1. Generalidades del prototipo de la máquina picadora.	24
5.4.2. Descripción de las partes de la máquina picadora.....	24
5.5. Metodología segundo Objetivo	25
5.5.1. Procedimiento para el proceso de picado.....	25

5.5.2. Proceso de tamizado	26
5.5.3. Determinación de gasto de gasolina.....	26
5.5.4. Determinación del tiempo de picado.....	26
5.5.5. Comparación de costos.....	27
6. Resultados.....	28
6.1. Resultados para el primer objetivo	28
6.1.1. Principio de Funcionamiento del prototipo	28
6.2. Resultados para el segundo objetivo	30
6.2.1. Gasto de gasolina.....	31
6.2.2. Homogeneidad del material picado ante el tamizado.....	32
6.2.3. Rendimiento de la máquina.....	37
6.2.4. Análisis de costos de fabricación del prototipo y comparación con otras máquinas de características similares.....	38
7. Discusión.....	43
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones.....	49
10. Bibliografía.....	50
11. Anexos.....	54

Índice de Tablas:

Tabla 1.	Sistema mecánico del prototipo	25
Tabla 2.	Ficha técnica del prototipo picador	29
Tabla 3.	Resumen de análisis de varianza para la cantidad de material tamizado	36
Tabla 4.	Análisis de varianza del resultado de muestras tamizadas por material vegetativo.....	37
Tabla 5.	Rendimiento del prototipo picador $t\ h^{-1}$	38
Tabla 6.	Costos de materiales para la construcción del prototipo.	38
Tabla 7.	Costo de mano de obra por hora utilizada en la fabricación.	40
Tabla 8.	Costo total del prototipo picador.....	41
Tabla 9.	Comparación de costos con máquinas comerciales.	42

Índice de Figuras:

Figura 1.	Máquinas picadoras-sopladoras estacionarias.	8
Figura 2.	Máquinas picadoras sopladoras de acción simple.	9
Figura 3.	Máquinas picadoras-sopladoras de acción doble.....	9
Figura 4.	Chumacera.	11
Figura 5.	Ubicación del Taller Industrial de Maquinaria Agrícola y Pesada de “Segundo Samaniego”	22
Figura 6.	Gasto de gasolina del prototipo calculado para una tonelada.....	31
Figura 7.	Homogeneidad del tamizado del material vegetal.....	32
Figura 8.	Muestra clasificada por tamices en atarraya de maíz.	33
Figura 9.	Picado en húmedo y secado en material raquis de plátano.....	33
Figura 10.	Clasificación por tamiz en la muestra de king grass.	34
Figura 11.	Tamizado de resto de poda de árboles (tamiz #3 y #4).	35
Figura 12.	Contenido tamizado representación en porcentaje (%).	36

Índice de Anexos:

Anexo 1.	Manual de manejo de la máquina picadora para forraje.	54
Anexo 2.	Precios de máquinas picadoras.....	77
Anexo 3.	Registro de ensayos.....	79
Anexo 4.	Registro de tamizado.....	80
Anexo 5.	Tabla de porcentajes de tamizado por kg tamizado	81
Anexo 6.	Rendimiento de la máquina en otras unidades de medida	82
Anexo 7.	Fotografías de campo	82
Anexo 8:	Certificación de traducción abstract.....	85

1. Título

Evaluación del funcionamiento de un prototipo de máquina picadora para la obtención de elementos triturados de forraje y residuos de cosecha.

2. Resumen

En Ecuador, la agricultura familiar es de gran importancia en la economía rural del país. Sin embargo, en su mayoría, los agricultores la llevan a cabo de manera tradicional, sin el uso de maquinaria. Las máquinas y equipos son esenciales en la producción agrícola ya que permiten aumentar el área de producción, reducir el tiempo de trabajo en las actividades agrícolas y pueden ayudar en el manejo de residuos de cosecha, así como en la preparación de forrajes para la alimentación del ganado. Con el propósito de mejorar este aspecto, se evaluó un prototipo de máquina picadora de forraje y residuos de cosecha para la elaboración de abono, con el objetivo de diagnosticar su rendimiento y determinar su capacidad de trabajo. Para la investigación se empleó en cuatro diferentes tipos de material vegetativo: para forrajes, atarraya de maíz, king grass, y para la preparación de abonos utilizando raquis de plátano y restos de poda de árboles con diámetros menores a 22 mm. Además, se realizó un análisis de los costos de los materiales empleados para la construcción del prototipo en comparación con los costos y características de máquinas comerciales. Los resultados mostraron que el prototipo funciona eficientemente en el picado de especies forrajeras, con un corte homogéneo y un porcentaje mayor al 75% de material vegetativo con un tamaño menor a 2.5 cm. En cuanto al comportamiento de la máquina para el proceso de abono, se dedujo que depende de la humedad y el tamaño de corte, siendo la muestra de restos de podas de árboles la que tuvo mayor consumo de combustible debido a su diámetro y dureza estructural, mientras que la muestra de atarraya de maíz tuvo el menor consumo. En cuanto al análisis de costos, se determinó que el uso de materiales reciclados y la potencia de la máquina resultaron en costos bajos en comparación con características similares en máquinas comerciales del mercado local. En conclusión, el prototipo de la máquina picadora cumple eficientemente su función y será de gran ayuda para la obtención de forrajes y el manejo de residuos para la producción de abonos.

Palabras claves: Maquinaria agrícola, prototipo de máquina picadora, manejo forrajes y residuos de cosecha.

2.1. Abstract.

Family agriculture is of great importance in the rural economy of Ecuador; however, it has been carried out traditionally by most farmers, very secluded from machinery. Machines and equipment are essential in agricultural fields since they permit an increase in production area, reduce the time of work in agricultural activities, help in the management of crop residues, and prepare feed for livestock. To do this, the prototype was used on four different types of vegetative material: for fodder, corn rake, king grass, and for the preparation of fertilizers using banana stems and tree pruning waste with diameters smaller than 22 mm. Furthermore, an analysis was made of the costs of the materials used to build the prototype compared to the costs and characteristics of commercial machines. Amongst the results, it was observed that the prototype works efficiently in chopping forage species, where the cut was homogeneous, with much of the vegetative material (75%) being less than 2.5 cm in size. Regarding the behavior of the machine for fertilizer production, considering the function with banana stems, it can be deduced that it depends on the moisture and size of the cut, while for the pruning waste, the majority was 5 cm with 60% content. On the issue of gasoline consumption, the pruning waste sample had a greater predominance of fuel consumption due to its diameter and structural hardness, while the corn rake sample had the lowest consumption. In terms of the cost analysis, the machine, by using recycled materials and for the power of the machine, resulted in lower costs compared to similar commercial machines found in local markets. In conclusion, the prototype chopper machine complies its main function for which it was created and will be useful in obtaining forage and managing waste for fertilizer production.

Keywords: Agricultural machinery, chopper machine prototype, forage management and crop residues.

3. Introducción

En algunos países latinoamericanos la mecanización agrícola es gran importancia económica, como en Nicaragua y Paraguay, directamente generan un 20% al producto interno bruto (PIB), lo cual refleja el desarrollo potencial agrícola (Elverdin *et al.*, 2018). Por otro lado, Cortés *et al.*, (2009) mencionan que “la mecanización agrícola es un instrumento importante en la agricultura porque permite acelerar e incrementar la productividad de los campos”. En el Ecuador, la agricultura contribuye con el 17% al PIB, siendo uno de los sectores económicos más importantes en la población rural, pese a ello se evidencia un ineficiente crecimiento y desarrollo de la mecanización agrícola (Reina, 2019).

La producción agrícola genera grandes cosechas y diversidad de productos, pero a la vez se ha podido evidenciar que los residuos de cosecha y restos vegetales derivados de su producción no son manejados adecuadamente, es decir, la mayoría de agricultores rosan o talan, amontonan y queman todos los restos vegetales, generando así, solo la extracción de los nutrientes y que no se devuelva nada al suelo, además la práctica de quema produce esterilidad de suelos, elimina microorganismos eficientes, produce contaminación ambiental (Bahr *et al.*, 2015)

Guijarro & Paguay (2011) mencionan que en el sector ganadero es importante tener una buena fuente de alimentación, tanto para la producción de leche, como para la producción de carne. Debido al crecimiento de ciudades y al aumento de minifundios, se ha reducido notoriamente el área productiva para pastoreo, por lo que, en algunos casos, sobre pasa la carga animal por unidad de superficie, lo que implica suelos degradados por sobrepastoreo, reflejándose en la baja productividad de pastos. No obstante, una alternativa es buscar fuentes alimenticias adicionales a la pastura natural, lo que se conoce como cultivos forrajeros, o como pastos de corte tal como maralfalfa (*Pennisetum violaceum*), king grass (*Pennisetum purpureum x P. typhoides*), el maíz forrajero (*Zea mays*), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), entre otros, y hasta algunos desechos de cultivos que también son aprovechados para la alimentación del ganado. Por lo que implica no solo centrarse en la obtención de la materia prima, sino en contar también con maquinaria necesaria y precisa para realizar esta actividad.

Según Sácido *et al.* (2019) la realidad de la mayoría de pequeños y medianos productores agrícolas ganaderos es que no tienen gran conocimiento en el uso de maquinaria agrícola y de los avances tecnológicos de las misma, especialmente para los pequeños productores del país, esto

puede ser por la situación económica de pequeños productores, falta de interés en invertir y/o incrementar los costos de producción, carencia de recursos financiero, nula asesoría técnica que les permita entender e informarse que se puede maximizar la producción y aprovechar los recursos agropecuarios en su totalidad, de esta forma se ha podido evidenciar diversos problemas en los campos productivos. El mismo autor resalta que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el 2016 estableció que se llevan a cabo proyectos tecnológicos para los pequeños productores uno de ellos es el PITPPA (Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola) que servirá únicamente para producción agrícola, mientras para el enfoque ganadero no se establecen proyectos nacionales para medianos y pequeños productores de leche y carne. Además, para implementar una herramienta mecanizada al campo agrícola se debe realizar un diagnóstico socioeconómico del campesino, y establecer un programa de manejo para ello.

Por todo lo señalado, la presente investigación se concentra en evaluar un prototipo de máquina picadora de residuos vegetales, que ha sido fabricada con el propósito de aplicar en el campo agrícola ganadera, mejoramiento de suelo, con la obtención de forraje picado, en este caso maíz forrajero para el consumo del ganado, y con el picado de residuos de restos vegetales como el caso del raquis de plátano y restos de podas de árbol para la elaboración de abonos. Al ser un prototipo de fabricación estándar se procedió a obtener datos característicos de la máquina y de rendimiento y consumo de combustible, tamaño de corte, además se realizó un análisis de costo y comparación con máquinas picadoras comerciales con la fabricada.

4. Marco teórico

4.1. Principios básicos de la mecanización agrícola

A través de la historia de la agricultura y de la humanidad, el hombre ha fabricado diversidad de herramientas manuales, algunas de ellas acopladas a animales, de las cuales se ha valido para facilitar las labores agrícolas y disminuir esfuerzos, buscando economía energética, eficiencia y productividad. Hoy en día, estas técnicas aún existen, sin embargo, han sido evolutivas en diferentes maneras de aplicación, es decir con el desarrollo de la tecnología van siendo desplazadas los animales que antes se usaban para arar campos por máquinas de mayor potencia y capacidad de operación (Cortés *et al.*, 2009).

El principal objetivo de la mecanización agrícola moderna consiste en reemplazar la energía humana y equipos de tracción animal por máquinas accionadas por un motor, este puede ser de combustión interna o bien de consumo de algún tipo de energía alternativa renovable. Principalmente, la maquinaria agrícola está compuesta por un tractor y otros equipos autopropulsados como cosechadoras, pulverizadores o aplicadores de fertilizante, pero también por un sinnúmero de equipos de arrastre (sembradoras, roturadores, henificadores, y por equipos de máquinas livianas utilizadas para almacenamiento y acondicionamiento de cosechas y postcosecha (Elverdin *et al.*, 2018).

4.2. Importancia de la mecanización

Cortés *et al.* (2009) explican que las características más relevantes de la mecanización se reflejan en la agricultura por el incremento de la productividad del trabajo (rendimiento por unidad de superficie), y para hacer que el trabajo resulte físicamente más hacedero y menos fatigante a los agricultores.

Según Pérez *et al.* (2017) mencionan que los principales beneficios de la mecanización para los agricultores son la oportunidad de las operaciones de campo, alta eficiencia, productividad y reducción del esfuerzo físico por trabajos pesados. Es decir que el campesino reduce sus horas de trabajo con maquinaria y le permite aumentar o generar más producción y de igual manera aumentar su economía.

Por su lado Cortés *et al.* (2009) contextualizan de la gran importancia que el Ecuador adquiera maquinaria y equipos agrícolas para desarrollar y mejorar los recursos de producción, sin embargo,

la adquisición de maquinaria, en la mayoría de los casos, se ha venido realizando sin considerar aspectos técnicos básicos, lo que ha incidido negativamente en la eficiencia de trabajo y sacar el máximo rendimiento por el costo de la maquinaria. Previo a la compra de cualquier equipo o herramienta tecnológica se debe establecer un estudio socioeconómico sobre las necesidades de la explotación y de la persona que lo va adquirir, así se puede determinar que la máquina es útil para el tipo de trabajo que lo va utilizar, de esta manera se establece un manejo adecuado de la agricultura mecanizada.

4.3. Prototipo de una máquina

De acuerdo a Sarraipa & Jiménez (2019), señalan que “un prototipo se diseña y se construye con el objetivo de mejorar la producción y por ende comercialización o transferencia al mercado”. Por otro lado, también mencionan que estos mismos equipos o máquinas pueden ser mejoradas o modificadas de otra manera, a criterio y personalización del tipo de trabajo requerido, es así que los prototipos pueden servir como punto de partida para el desarrollo de futuros modelos.

Por otra parte Juárez *et al.* (2014) consideran a los prototipos como la práctica de construir, desarrollar, modificar o reparar algo sin la ayuda de expertos o profesionales, lo que conlleva a un ahorro de dinero, adquisición de habilidades y conocimientos específicos, lo único que cambiaría son el tipo de materiales a utilizar y las modificaciones personalizadas.

4.4. Máquinas picadoras

Las máquinas picadoras o trituradoras son aquellas que cumplen la función de cortar o triturar, elementos que están de mayor tamaño a pequeños diámetros de vegetación, desechos agrícolas entre otros usos. Las ventajas que les podemos acreditar, ayudan a la creación de abonos para una mejora de suelos y cultivos, a reducir la compactación de suelos y además la elaboración de forraje para ganado (Juárez *et al.*, 2014)

4.5. Clasificación de maquinarias picadoras

Guijarro & Paguay (2011), afirman que las máquinas picadoras son de gran ayuda, ya que facilita a los agricultores trabajar directamente sobre el cultivo de una forma rápida y segura. Se puede dividir en dos tipos: máquinas picadoras estacionarias, por lo general son fijas y que en su totalidad solo pican material cosechado, y las máquinas picadoras de campo, que se utilizan para

picar material verde y se desplazan, ya sea autopropulsada, o arrastrada y acoplada por medio de la toma de fuerza.

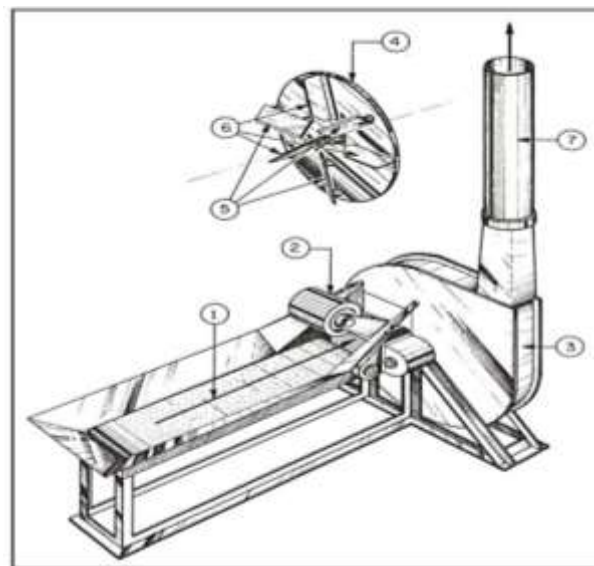
A continuación, se presenta ejemplos de tipos de picadoras según su funcionamiento:

4.5.1. Máquinas picadoras sopladoras estacionarias

Es una máquina que se caracteriza por picar material seco cosechado, son llamadas máquinas sopladoras ya que tienen en la porta cuchillas unas paletas, las cuales hacen que el material picado sea empujado por la fuerza de giro hacia el tubo de conducción que lleva a las instalaciones de alimentación del animal, son de mayor uso para picar material henificado para conservación del forraje (Guijarro & Paguay, 2011). Como se muestra en la Figura 1 se puede observar los elementos de la máquina: Una banda transportadora para llevar la cosecha hacia la unidad de alimentación; la carcasa que sirve prácticamente como una caja sopladora. Llega a ser de tal forma una bomba centrífuga, la cual ayuda a expulsar el material picado hacia su salida; tiene un volante o también llamado la porta cuchillas el cual está compuesto con unas paletas que ayudan el empuje del material picado; está compuesto por tres cuchillas móviles; un tubo para llevar el material picado al lugar indicado; posición inclinada de la cuchilla; y ajuste de la cuchilla.

Figura 1.

Máquinas picadoras-sopladoras estacionarias.



Nota: La figura presenta los componentes de la máquina: 1 banda transportadora; 2 carcasa; 3 volante; 4 cuchillas móviles; 5 tubo; 6 posición de cuchillas; 7 ajustes. Tomado de Manuales para educación agropecuaria, por Berlin J, 2010.

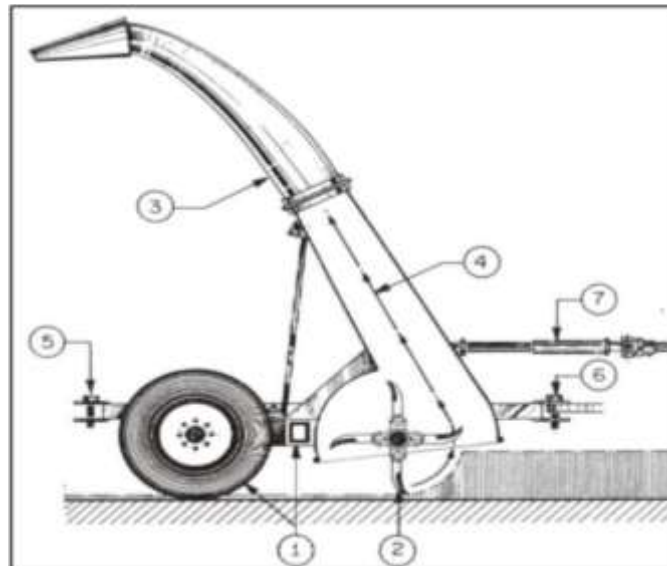
4.5.2. Máquinas picadoras sopladoras de campo

Por lo general estas máquinas son utilizadas únicamente para obtener material de pasto de tamaño bien pequeño (Nogales & Andrade, 2017).

Las máquinas picadoras de campo se pueden dividir en: máquinas de picado directo las mismas que cortan la hierba en pie, al mismo instante la cortan y es expulsada por un solo mecanismo, y máquinas de picado indirecto, las cuales se puede cambiar el mecanismo de cortes por un recogedor de cultivos, esta se caracteriza por ser una máquina más versátil. Como se visualiza en la Figura 2, los componentes de la máquina.

Figura 2.

Máquinas picadoras sopladoras de acción simple.



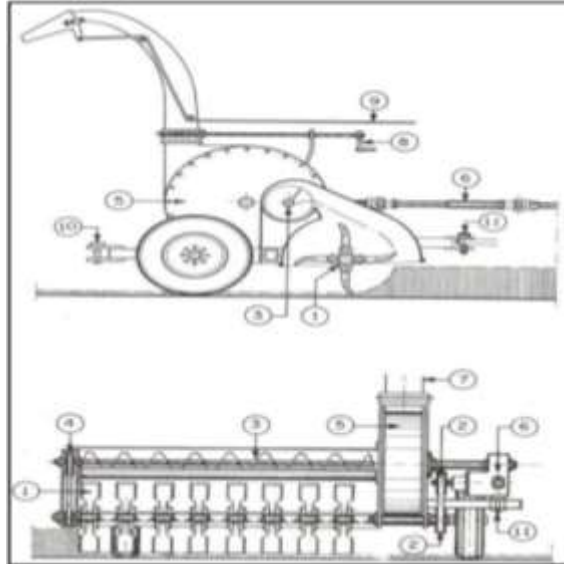
Nota: La figura presente las partes de la máquina sopladora 1 chasis; 2 operatividad; 3 tubo; 4 flujo de material; 5 acoplador; 6 enganche; 7 eje de fuerza. Tomado de Manuales para educación agropecuaria, por Berlin J, 2010.

4.5.3. Máquinas picadoras-sopladoras de acción doble

Las máquinas picadoras sopladoras de acción doble se caracterizan por el corte de la vegetación y este es llevado por el tubo llamado conductor de gusano hacia la picadora-sopladora donde se realiza el picado. Componentes de la máquina ver figura 3.

Figura 3.

Máquinas picadoras-sopladoras de acción doble.



Nota: La figura visualiza las partes de la máquina de acción doble: 1 rotor; 2 mando del rotor; 3 dirección; 4 mando de la dirección; 5 cabezal; 6 mando del cabezal; 7 tubo de dirección; 8 giro del tubo; 9 ajuste de la salida; 10 agujero del remolque; 11 enganche al tractor. Tomado de Manuales para educación agropecuaria, por Berlin J, 2010.

4.6. Componentes de una máquina picadora

4.6.1. Chumacera

La chumacera es un dispositivo que ayuda al soporte del eje en un movimiento rotatorio, está compuesto de una parte móvil y una parte fija. Estos componentes suelen ser de plástico, aluminio, acero, acero inoxidable y otros materiales industriales. Pueden estar compuestas de un solo cuerpo, o en varios cuerpos así lo determinó Mutton (1983). En la figura 4 se observa una chumacera.

Figura 4.

Chumacera.



Nota: La figura presenta un componente primordial el cual es Chumacera de piso. Tomado de Mutton 1983.

Existen dos formas principales de escoger el tipo chumacera, las cuales se realizan mediante tablas normalizadas y mediante la fórmula siguiente:

$$L=L_R (C/F_R)^{3.33}$$

Donde:

C = Capacidad aparente

L_R= Vida adecuada para la capacidad aparente

L= Vida útil aparente

F_R= Carga radial de la aplicada

4.6.2. Banda o correas

Son accesorio que se utilizan para transmitir movimiento de un sitio a otro mediante dos ejes paralelos, estas bandas o correas son creadas con materiales flexibles, que beneficie el uso y manejo al momento de colocarlas, así lo expresan Nogales & Andrade (2017). Existen diferentes tipos de bandas o correas: correas planas; correas trapezoides o en V; y correa con múltiples poleas y escalonadas.

4.6.3. Estructura o chasis

Según Mott (2006) manifiesta que, el chasis por lo general está compuesto por perfiles estructurales, tiene como objetivo soportar las diferentes cargas a las que se somete en el

funcionamiento estático y dinámico, es la base de soporte de todos los componentes de un equipo o máquina.

- Las barras de forma plana son frecuentemente utilizadas para la fabricación de estructuras, las barras planas son utilizadas en la industria, ya que soportan cargas en el eje longitudinal.
- Los diferentes tipos de perfiles son utilizados para la fabricación de estructura esquelética, los cuales están diseñados para soportar cargas de tensión, presión y flexión, sobre la estructura fabricada.
- Los tubos soportan cargas combinadas, de torsión, tensión y presión, sobre su propio eje.
- Este tipo de perfiles estructurales permiten una construcción rápida, fuerte y dan a la estructura una presentación agradable.

4.6.4. Motor

De acuerdo a Pérez & Gardey (2019) los motores son componentes que hacen uso de una fuente de energía para generar movimiento, los motores se encargan de producir energía mecánica a partir de combustibles fósiles, electricidad u otros recursos, el cual permiten la realización de trabajos o actividades.

A continuación, se presenta los tipos de moteres que pueden ser empleados a diferentes maquinas o equipos.

4.6.4.1. Motores gasolina

Según la página web ABC-Motor (2020) expresa que, los motores de gasolina también conocidos como motores a cuatro tiempos, son aquellos que funcionan con una base termodinámica que se encarga de convertir la energía química de la ignición, provocada por la mezcla del aire y el combustible, en energía mecánica.

Sin embargo, la eficiencia media de un buen motor Otto diseñado para usarse con gasolina es de alrededor del 20 al 25%, lo que significa que solo una cuarta parte de la energía calorífica liberada durante la combustión se convierte en energía mecánica. Las pérdidas por fricción y refrigeración son las principales razones por las que la eficiencia del motor no es mayor. Los motores modernos están diseñados para minimizar estas pérdidas mediante el uso de materiales de baja fricción y sistemas de refrigeración más eficientes. Además, los diseños de motores más

recientes también utilizan técnicas avanzadas de inyección de combustible y sistemas de encendido para optimizar el proceso de combustión y mejorar la eficiencia del motor. (Escobar Tapia, 2010)

4.6.4.2. Motores a Diesel

Según Cahueñas Montenegro *et al.* (2018) expresan, un motor térmico que tiene combustión interna alternativa que se produce por la autoignición del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la alta relación de compresión que posee, según el principio del ciclo diésel. Se diferencia del motor de gasolina en utilizar como combustible gasóleo/gasoil o aceites pesados derivados del petróleo.

Por su parte Escobar Tapia (2010) expresa que, “la eficiencia de los motores diésel, que en general depende de los mismos factores que los motores Otto, es mayor que en cualquier motor de gasolina, llegando a superar el 40%”. A los motores diésel eran considerados motores lentos con velocidades de cigüeñal, no obstante, algunos tipos de motores diésel pueden alcanzar los 2 000 rpm, son por lo general más pesados que los motores Otto, pero esta desventaja se compensa con una mayor eficiencia y el hecho de que utilizan combustibles más baratos.

4.6.4.3. Motores eléctricos

Por su parte Burbano (2018) define que, los motores eléctricos se basan en la repeler con violencia que ejerce los polos magnéticos de un imán, debido a que los imanes tienen la propiedad de atraer y ser atraídos, y cuando se colocan uno dentro del campo magnético de otro este se ve sometido a fuerzas de atracción o repulsión, de manera que se cumple que polos iguales se repelen y polos distintos se atraen, en otras palabras, la energía eléctrica ese convierte en energía mecánica de tal forma pueda usarse un motor.

4.6.5. Torque o par de motor

El torque se crea cuando un motor de combustión convencional gira alrededor de un eje. Ten en cuenta que no tiene por qué dar lugar a un movimiento, pero cuando lo hace, se denomina “trabajo”. Cuanto más alto es el torque, mayor es la capacidad del motor para realizar el trabajo (Castillo *et al.*, 2017).

4.6.5.1. Medición del torque

Castillo *et al.* (2017) determino que se puede hacer la medición de dos maneras:

- **Medir el torque con la llave de torsión:** Al tratarse de una fuerza de giro capaz de generar rotación, el torque puede ser medido:

$$T(\text{torque}) = FxL$$

Donde **F** es la fuerza y **L** la longitud de la palanca.

- **Calcular el torque a partir de los caballos de fuerza:** el torque del motor a partir de los caballos de fuerza (HP) se calcula multiplicando los caballos de fuerza por una cifra constante (5.252) y dividiendo el producto por la velocidad del motor (expresada en revoluciones por minuto o RPM).

$$T = F_b * r$$

Donde:

T = torque del motor (Nm)

F_b = Fuerza sobre la biela (N)

r = Radio de la manivela del cigüeñal (m)

En el sistema internacional, recordad que la unidad de fuerza es 1 kg m / s², que recibía el apodo de Newton. Por lo tanto, la unidad de torque no es más que 1 N m = 1 kg m² / s².

4.6.6. Rendimiento del motor

Ríos (2020) manifiesta lo siguiente, el rendimiento del motor es la relación entre la distancia recorrida y la cantidad de litros de combustible consumidos para este recorrido, dándole un sentido más técnico de la palabra “rendimiento”, es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada. El mismo autor determina que si habla de los funcionamientos de un motor de dos tiempos o de un motor de cuatro tiempos, el rendimiento del mismo es una métrica fundamental para entender cómo actúan, de la misma manera, el rendimiento de un motor eléctrico nunca va a ser igual que el rendimiento de un motor de combustión. En el caso del motor eléctrico, el rendimiento se entiende como la capacidad del motor de convertir la energía eléctrica en energía mecánica.

4.6.6.1. Medición del rendimiento de un motor

Ríos (2020) expresa que hay dos maneras de medir el rendimiento de un motor, de forma directa y de forma indirecta, en la medición directa se calcula mediante la potencia de entrada y la potencia de salida desde el eje del motor. Sin embargo, en la medida indirecta del rendimiento del motor, entran en juego las pérdidas del motor

- Las pérdidas eléctricas aparecen en forma de calor y se incrementan rápidamente con la carga del motor.
- Las pérdidas magnéticas se producen debido a la corriente que se genera en las bobinas del motor con su funcionamiento.
- Las pérdidas mecánicas se producen cuando los rodamientos del coche entran en fricción y por el funcionamiento de los elementos rotativos del motor, como el ventilador.
- Las pérdidas adicionales están relacionadas con la carga del motor. Entran en juego varios elementos derivados del funcionamiento del motor en su conjunto.

4.6.6.2. Rendimiento horario de una máquina

Según Félix Castro (1990) para medir el rendimiento horario de una máquina o que establezca un motor se debe tener en cuenta las características de la máquina y de la obra, este método es empírico y se basa únicamente en la experiencia por lo cual se debe ser cuidadosos con la información obtenida por este medio, pues si bien son datos reales, no significa que sean confiables, pues el operador no toma en cuenta todos los factores que intervienen en el rendimiento.

4.6.6.3. Método general para medir el rendimiento de una máquina

El rendimiento depende básicamente de:

- a) Capacidad volumétrica de la máquina.

$$CV = (m^3/ciclo)$$

- b) Tiempo del ciclo.

$$T = t_f + t_v$$

Donde:

t_f = Tiempo fijo. Que es aquel que no cambia para un mismo tipo de máquina y trabajo (duración pequeña) maniobras, carga y descarga.

t_v = Tiempo variable. Es aquel que depende de la distancia a recorrer y de la velocidad.

- c) Número de ciclos por hora.

$$NC = 60(min/hr) = ciclos/hora$$

$$T(min/ciclo)$$

- d) Rendimiento teórico.

$$RT = CV (m^3/ciclo) * NC (ciclo/hr) = m^3/hr$$

e) Resumen de eficiencias.

$$RE = \text{Producto de factores/Factor de abundamiento}$$

4.7. Manejo de pastos y forrajes

Rosero (2011) manifiesta que los pastos son plantas herbáceas que crecen en el suelo y son consumidos por los animales en el pastoreo. Las leguminosas son plantas que crecen de forma vertical y tienen semillas en sus vainas, y son una fuente importante de proteínas en la alimentación animal.

El forraje se denomina, al material vegetativo cosechado con el cual que se alimenta a los animales, puede ser usado fresco o conservado, están constituidos por pasturas, arbustos, ensilaje, raíces forrajeras, cereales, concentrados, sales minerales, etc. Además, son plantas utilizadas para la alimentación de animales de granja, como vacas, ovejas, cabras, caballos y cerdos. Estas plantas son ricas en nutrientes, como proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, y son importantes para mantener una buena salud y producción en los animales. (Rosero, 2011).

4.7.1. Importancia de los pastos y forrajes en la ganadería

León *et al.* (2018) comentan, los pastos y forrajes son reconocidos desde el momento en que el hombre domesticó a los animales, cronológicamente los pastos se originan en la era Terciaria (70 millones de años) y su evolución ha estado asociada al pastoreo de animales. Es importante que los agricultores escojan el tipo de forraje adecuado para sus animales, dependiendo de su edad, peso, etapa de producción y necesidades nutricionales específicas. Además, los forrajes deben ser almacenados y manejados adecuadamente para evitar la pérdida de nutrientes y la contaminación por microorganismos. Por otro lado, señala que los pastizales se desarrollan en áreas en las cuales los cultivos están limitados por humedad, fertilidad, pH o por ser muy distantes a los centros urbanos.

En el Ecuador la superficie de pastos es mayor que la de cualquier otro cultivo. La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2014) del Ecuador, la superficie total de la cobertura vegetal asciende a 12'201.254 hectáreas; de las cuales los cultivos permanentes representan el 11,61 %, cultivos transitorios y barbecho el 7,18 %, descanso el 0,77%, pastos cultivados el 18,52 %, pastos naturales 6,79 %, páramos 4,09 %, montes y bosques 47,20 %.

León *et al.* (2018) comenta, el sector pecuario que se desarrolla en los pastizales del Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y leche, y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. A pesar de ser un importante contribuyente al producto interno bruto, el sector pecuario tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aun cuando nuestro país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año.

4.7.2. Tipo de pastos y forrajes

Rosero (2011) menciona, que existen diferentes tipos de forrajes, incluyendo pastos, leguminosas, heno, silo y ensilaje, se realiza la siguiente clasificación de pastos y forrajes:

- a) **Gramíneas**, son los forrajes más importantes y numerosos utilizados en la alimentación del ganado debido a su gran aumento de lecha en las vacas calidad en materia verde, mejoramiento de fertilidad en los suelos , por lo general siempre están presentes en casi todo el año, dentro de ella tenemos: el gramalote (*Axonopus scoparius*); micay (*Axonopus micay*); pangola (*Digitaria decumbens*); janeiro (*Eriocloa polystachya*); gordura (*Milinis minutiflora*); Guinea o Saboya (*Panicum maximum*); elefante (*Pennisetum purpureum*); guatemala(*Tripsacum laxum*); dalis (*Brachiaria ruziziensis*, *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola*).
- b) **Leguminosas**, ocupan el segundo lugar como especies forrajeras detrás de las gramíneas, constituidas por hierbas, enredaderas, arbustos, Árboles, además son especies vegetales, entre ella tenemos: maní forrajero (*Arachis pintoii*); guandú (*Cajanus indicus*); centrosema (*Centrosema pubescens*); pega pega (*Desmodium sp*)) Leucaena (*Leucaena glauca*); kudzu (*Pueraria lobata*); matarratón (*Gliricidia sepium*)
- c) **Raíces forrajeras**, son especies cultivada bajo tierra de forma que si son mezcladas adecuadamente generan valor nutricional al ganado, entre las que mayormente sobresalen son: camote (*Ipomoea batatas*); yuca (*Manihot esculenta*); zanahoria (*Daucus carota*).
- d) **Cereales**, son especies que debido a su estructura suelen ser leñosas, indispensable en la alimentación de cualquier tipo de ganado por sus nutriente y componentes aditivos,

son una familia de plantas herbáceas y ejemplo de ellas son: maíz (*Zea mays*); sorgo (*Sorghum*); y arroz (*Oryza sativa*).

- e) **Otros forrajes** son restos de cosechas ya sea de una siembra o una bananera, suelen ser usadas mayormente como compost y mezcladas al suelo para su beneficio entre ellas están: nacedero (*Trichanthera gigantea*); desperdicios de cosechas; y sales minerales.

4.7.3. Producción de pastos en el Ecuador

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2021) en el año 2020 la superficie plantada de pastos cultivados a nivel nacional fue de 2.1 millones de hectáreas, presentando un crecimiento del 3.4% respecto al año anterior, el pasto Saboya representa el 40.9% del total nacional. En la Costa se registra la mayor cantidad de superficie plantada con una participación del 54.4%, seguidamente pastos mixtos con un 25.4%, otros pastos el 20%, el gramalote contiene el 7.2% y finalmente el pasto miel ocupa el 6.5%, estos son datos a nivel nacional acerca de producción de pastos, como se evidencia en la región costa se presenta mayormente el cultivo.

La región Sierra concentra la mayor cantidad de cabezas de ganado con un 49.1% del total nacional, seguida por la Costa con el 41.2%, y la Amazonía con el 9.6%. a producción de leche en la región Sierra es de 4.8 millones de litros, que representa el 77.2% de la producción total, seguido de la Costa con el 17.9% y la Amazonía con el 4.8%. El promedio de litros de leche por vaca producida, se destaca la región Sierra con un rendimiento de 7.7 litros/vaca, debido a la gran cantidad de ganado lechero presente y a los pastos cultivados y naturales que sirven para su alimentación. La Amazonía ocupa el segundo lugar con 5.4 litros/vaca y la Costa en el tercer lugar con 3.8 litros/vaca (ESPAC, 2021).

4.7.4. Elaboración de ensilaje para ganado

Consiste en la conservación de forrajes es la de disponer de un aporte nutritivo que asegure la producción del ganado durante períodos de escasez de acuerdo Wagner *et al.*, (2013). Los pasos para elaborar son: a) el forraje a ensilar debe tener un alto valor nutritivo, b) el forraje no debe estar contaminado con suelo, c) el forraje deberá ser triturado en trozos no mayores a 2 cm para facilitar la compactación y reducir la cantidad de aire retenido en el forraje, d) depositar el forraje en el silo en capas y compactar de inmediato (capas de 20 cm, e) luego de compactado el material, esparcir una capa de sal (un 0.5 % de urea disuelto en melaza o en agua como

enriquecedor proteico energético) en toda la superficie del silo, con la finalidad de evitar la proliferación de hongos y bacterias. En el uso de subproductos de cosechas es recomendable usar 0.5% de urea y 2% melaza tomando en cuenta el costo por toneladas. Para la preparación del ensilaje, f) antes de sellar el silo, para impedir la penetración de aire y de agua, se debe expulsar el máximo de aire del interior del silo, g) cubrir el silo con una lona cubierta de tierra u otro material que la proteja, h) el ensilado y el sellado del silo se debe realizar en el tiempo más breve posible, i) y finalmente, durante el uso del silo para alimentar los animales, el área de ataque del silo debe ser reducido para que la superficie expuesta al aire sea pequeña. Esta operación debe ser rápida y se debe sellar el silo después de cada uso. El mismo autor recomienda que esta práctica se puede hacer para diferentes tipos de silo como son: silos verticales y horizontales, de anillo, trinchera, cajón, tanques, bolsas de hilos (sacos) y fundas.

4.7.5. Residuos o rastrojos de cosechas en la alimentación del ganado

Los residuos de cosecha, también conocidos como rastrojos o residuos agrícolas desempeñan un papel importante en las actividades agropecuarias. Manteniendo un rol como alimento animal, el mismo es ampliamente difundido a nivel nacional e internacional, sobre todo en los sistemas mixtos, que combinan actividades agrícolas con las ganaderas. Su contribución para mejorar y conservar los suelos agrícolas ha sido evidenciada en diferentes partes del mundo (Reyes *et al.*, 2013). Por otra parte, señala que conforme aumenta la cantidad de granos producida para satisfacer la demanda alimenticia de la población, así mismo aumenta la disponibilidad de estos residuos conforme aumenta la cantidad de granos producida para satisfacer la demanda alimenticia de la población, aumenta la disponibilidad de estos residuos.

4.8. Abono verde y compostaje

4.8.1. Abono verde

Según García (2012) define, a los abonos verdes como el uso de determinadas plantas, tanto individualmente como mezcladas, generalmente de crecimiento rápido, que preceden a los cultivos comerciales, con el fin de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, las mismas que contribuye a las propiedades físicas del suelo mejorando la estructura por la acción mecánica de sus raíces, dejando el suelo aireado, ligero y fácil de trabajar.

4.8.2. Compostaje

El compostaje es un proceso biológico el cual ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno), debe contar con la adecuada humedad y temperatura, también se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas, proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. (Román *et al.*, 2013).

4.8.3. Producción de abono orgánico en el Ecuador

La Asociación de Productores de Abono y el Gobierno Local han entrado en acuerdos para solucionar problemas de residuos orgánicos, como es el caso del Cantón Puyo genera 22.56 t de desecho orgánico diario, al año son 8.122,28 t. Principalmente se preocupa en la plaza de trabajo que dan apertura a familias, y además buscan convencer al agricultor mejorar sus siembras o producción con una competitividad de alto rendimiento a través de esta innovación denominado insumo (abono orgánico) y con certificado de calidad se podrá crear un mercado selectivo de productos orgánicos que en nuestro medio no existe, ya que a nivel nacional y ahora internacional los productos no tradicionales están siendo apetecidos y comercializados por sus bondades nutritivas y medicinales. (EquatorInitiative.org, 2013)

En la Provincia de Loja la Universidad Nacional de Loja (UNL) ha desarrollado un abono orgánico denominado RhizoSur, este es un producto que permite concentrar el nitrógeno del suelo y eleva el nivel de producción del grano de fréjol, para evitar enfermedades por plagas. a denominación de este producto se deriva de la bacteria *Rhizobium* extraída de la raíz de las plantas, donde se concentra el mayor nivel de nitrógeno, mientras que Sur por ser desarrollada y aplicada esta investigación en esta región. El estudio se hizo entre el 2012 y 2014, con muestras de plantas de fréjol y suelo de diversos territorios de la provincia de Loja, su propósito de investigación es que el agricultor mejore la producción de especies leguminosas, de tal manera genere más ingresos económicos (Arias, 2015)

4.8.4. Elaboración de abono orgánico

Los pasos para una buena elaboración de abono orgánico tipo composta según Estrada, (2010) son los siguientes: a) escoger los residuos u materia verde que se va utilizar, cascara de plátano, fruta, hojas, hierbas secas, café entre otros desechos orgánicos, b) Juntar todos los materiales y residuos disponibles cerca del lugar seleccionado para la compostera, si se requiere

desmenuzarlos hay que cortarlos con machete, c) Se hace la primera capa con 15 cm de altura y 3.0 metros de largo con residuos de cosechas y otras plantas, d) La segunda capa con cualquier clase de estiércol animal de 10 cm. de espesor y sobre este una capa de tierra, ceniza y cal de 5 cm. de espesor, e) Se repite esta secuencia de capas hasta donde alcancen los materiales, o hasta que el montón alcance 1.20 metros de altura, f) se riega el montón en forma uniforme, proporcionando suficiente húmeda, g) Hacer respiraderos en el montón por medio de un hoyo al centro, y en los laterales, o bien usar cañas de bambú perforadas, para permitir que salga el exceso de calor, h) Se cubre la compostera con hojas secas o sacos y se deja reposar por tres semanas, i) a las tres semanas se le da vuelta al montón, hasta dejar una mezcla homogénea, se cubre nuevamente con hojas secas, o sacos, j) y finalmente, se voltea nuevamente la mezcla a las 4 semanas, se vuelve a cubrir y hasta los 3.5 meses se cosecha el compost.

Sin embargo, Estrada (2010) recomienda que, la temperatura no debe superar el 70 °C, caso contrario se debe enfriar de manera paulatina volteando la mezcla y agregando agua, la humedad se debe encontrar en rangos de 50 – 60% en relación con el peso de la mezcla, es decir si los tamaños de la vegetación usada son grandes se demora en descomponer, mientras que si son tamaños pequeños se descompones con mayor rapidez.

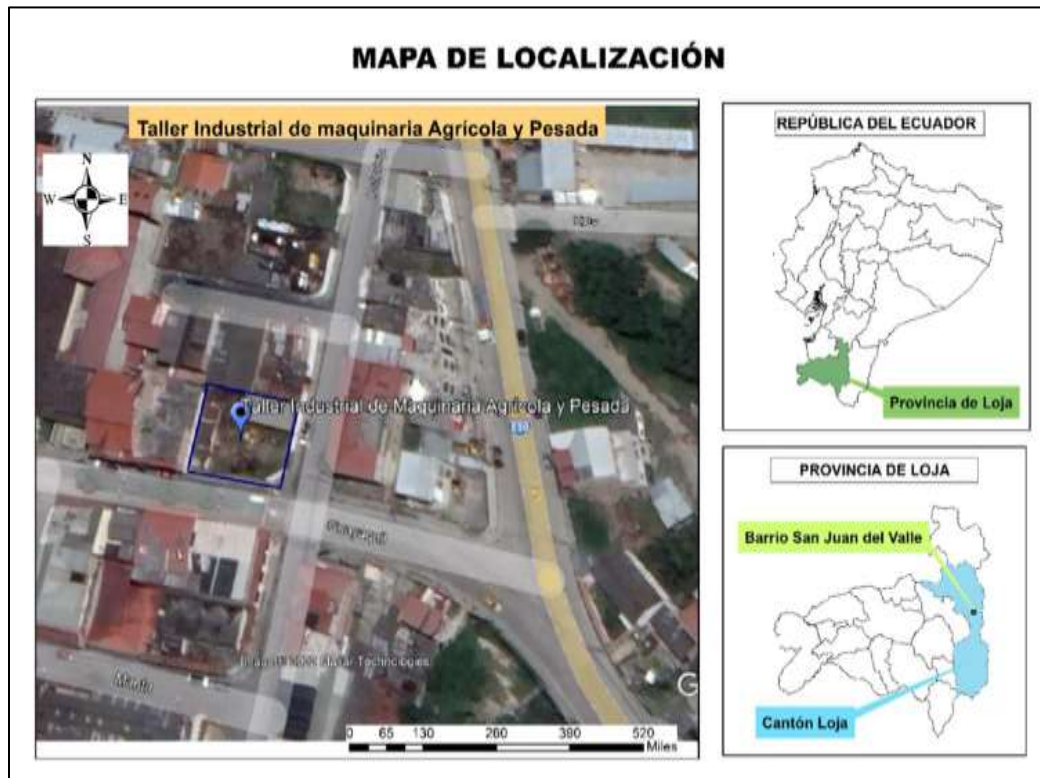
5. Metodología

5.1. Ubicación del proyecto

El presente trabajo se realizó en un Taller Industrial de Maquinaria Agrícola y Pesada de “Segundo Samaniego” donde se construyó el prototipo, como parte en colaboración para realizar pruebas técnicas y evaluación de la máquina. El taller se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Loja, en la parroquia El Valle, coordenadas geográficas 3° 58' 53.52" S y 79° 12' 02.58" O (figura 5), elevación de 2050 m.s.n.m., con temperatura media anual 17° C.

Figura 5.

Ubicación del Taller Industrial de Maquinaria Agrícola y Pesada de “Segundo Samaniego”.



5.2. Diseño de Investigación

El estudio se basó en un diseño de investigación experimental, para la evaluación de la máquina prototipo, en el que se determinó los parámetros característicos de rendimiento del trabajo que la máquina puede realizar, donde se consideró la cantidad de materia vegetal que tritura en un determinado tiempo, el consumo energético para cada tipo de materia verde residual triturada

ensayada, y al final, se aportó en la elaboración de la ficha técnica la descripción y funcionamiento del prototipo picador (Sampieri-Mendoza, 2018)

El tipo de investigación es descriptiva experimental, por lo que se realizó la identificación de las partes que componen la máquina y su funcionamiento, para ello se empezó una indagación de datos que expliquen cada variable visible, es decir las dimensiones de componentes y características de la parte motriz, y a su vez se describe como ha sido la evolución durante la aplicación de los restos vegetales y el comportamiento que va estableciendo el prototipo a lo largo del tiempo de ejecución. La parte experimental se basa en las pruebas de ensayo que se realizó a la máquina para determinar el comportamiento y rendimiento ante diversos tipos de materiales vegetales que pudiera llegar a triturar (Sampieri-Mendoza, 2018).

El estudio considera como población el picado de diferentes fuentes de forrajes y residuos de podas arbóreas, no a mayor a 20mm, que la máquina pueda desempeñar su trabajo correctamente. Para ello, se establece las variables a medir para determinar el rendimiento de la máquina, en las cuales se realizan ensayos en las siguientes muestras:

- a) Atarraya de maíz forrajero, subdivido en tres ensayos por cada submuestra, dando un total de 28 kg.
- b) Pasto de corte de King grass, subdivido en tres ensayos por cada submuestra, dando un total de 27 kg.
- c) Restos de podas de árboles, en esta ocasión Alisos (*Alnus acuminata*; Kunt) y guaba (*Inga edulis*; Mart.) con diámetros de 20mm, 25 kg en total.
- d) Residuo de cosechas agrícola, específicamente para este estudio raquis de plátano, 54 kg en total.

Para el procesamiento de datos se utilizó registros de evaluación en hojas de cálculo, gráficos, procesadores de textos y software con enfoqué estadísticos basados en promedios, para ello se utilizó el análisis Anova, además la utilización de instrumentos de medida con los cuales se realizó la evaluación del prototipo. Indirectamente se consideró como fuentes secundarias de consulta los manuales de funcionamiento de otras máquinas comerciales, para realizar comparaciones de los elementos que los componen, con el fin de definir su correcto funcionamiento y cotejo para análisis de costos (Bardi-Gonzales, 2021).

5.3. Listado de materiales

- Balanza de mano
- Balanza gramera
- Flexómetro
- Cronometro
- Cámara digital
- Calibrador (pie de rey)
- Libreta de campo
- Tamices
- Costales
- Computadora

5.4. Metodología para primer objetivo.

“Diagnosticar el rendimiento de un prototipo de máquina picadora para la elaboración de forraje”

Con el propósito de cumplir con este objetivo, se plantearon las siguientes actividades:

5.4.1. Generalidades del prototipo de la máquina picadora.

Para conocer sobre las generalidades de uso del prototipo, en primer lugar, se indagó sobre el propósito para cual fue elaborada, para ello se consultó mediante entrevistas con el personal técnico que la fabricó, obteniendo que el propósito de la fabricación del prototipo fue concebido para aplicación en la producción de forraje para animales (ganado lechero) y/o la preparación de material picado para abono orgánico. En segundo, para observar si es adecuado el principio de funcionamiento destinado de la máquina, en el presente estudio consideró dos actividades experimentales operativas a realizar: picar material verde (atarraya de maíz y king gras) para el forraje y desechos agrícola (raquis de plátano y restos de podas de árbol) para el abono orgánico.


5.4.2. Descripción de las partes de la máquina picadora.

En un principio la máquina se encontraba ya ensamblada y lista para su funcionamiento, sin ninguna prueba alguna. Por ello, fue el interés para el presente estudio realizar una descripción de cada uno de los componentes que lo conforman previo a la realización de los ensayos. Para la descripción, se basó en la observación y medición de los elementos que la están formado, con lo que se procedió a desmontaje de la máquina y describir cada uno de sus principales sistemas

mecánicos, para luego realizar las mediciones con precisión, esto con la ayuda de un calibrador vernier (pie de rey) y un flexómetro, en la tabla 1 se muestra las descripciones e imágenes de los sistemas de la máquina, con las características de los elementos utilizados para el corte, y la imagen de los sistemas.

Tabla 1.

Sistema mecánico del prototipo

Sistema	Descripción	Figura
Sistema de entrada (tolva)	Angulo de flexión 60°	
Sistema de corte	Rotor (ϕ 15 cm y L 25 cm) dos cuchillas y una contra cuchilla.	
Sistema de salida	Tolva de salida con ángulo regulador de 45° a 180°	
Sistema motriz	Motor a combustible 16 Hp Sistema polea con doble correa	

Nota: Sistemas integrados al prototipo estudiado.

Para el resto de diagnóstico se concatena con el procedimiento del segundo objetivo, el cual se describe a continuación.

5.5. Metodología segundo Objetivo

“Determinar la productividad y capacidad de trabajo de un prototipo de máquina picadora en su aplicación para maíz forrajero y residuos de cosechas”.

Para determinar la productividad y capacidad del trabajo del prototipo, se basó en el funcionamiento y operatividad del prototipo, para lo cual se realizaron cinco ensayos de cada muestra de material vegetativo, en diferentes días y horarios, los mismos que se describen a continuación:

5.5.1. Procedimiento para el proceso de picado.

Con la balanza se pesó 28,3 kg de atarraya de maíz forrajero, 54,6 kg de residuo orgánicos específicamente raquis de plátano, 27,6 kg de king grass y como material final el resto de poda

de árboles se pesó 25,6 kg. Seguidamente previo a la colocación del material vegetal, se procedió al encendido de la máquina, dejando pasar 3 minutos de calentamiento previo a su funcionamiento. Aquí se recogieron los datos de medidas de tiempo de inicio, volumen de combustible inicial. Se va alimentando de apoco las atarrayas y los residuos en la tolva de entrada de forraje para su picado, previamente se adecuó la zona de recepción del material picado, para que no exista pérdidas. Y finalmente se almacenó en sacos el material triturado y se registra el dato del peso final del material picado.

5.5.2. Proceso de tamizado

Para el tamizado se elaboró mallas con diferentes diámetros: 1 cm, 2,5 cm, 5 cm y mayores a 5 cm. Seguidamente se pesó 1 kg de cada material picado (atarraya de maíz forrajero, king grass, raquis de plátano y resto de podas de árbol) para este procedimiento se utilizó la balanza de mano con precisión. Continuo a ello una vez pesado el 1 kg, se procedió a zarandear primeramente con el tamiz de diámetro 5cm, luego se repite el mismo mecanismo con los tamices de diámetros 2.5 cm y 1 cm. Una vez clasificado el tamizado se procedió a pesar la cantidad por cada tamiz, cuanto kg es retenido y cuanto pasa por las rejillas. Y finalmente se pesó cada contenido de material tamizada y la suma de esto debe ser el kg total que se usó en la muestra.

Para este proceso se realizaron cinco repeticiones diferente con la cantidad de 1 kg para cada material para obtener mayor confiabilidad estadística en los datos.

5.5.3. Determinación de gasto de gasolina.

Previo al inicio de cada ensayo, se midió la altura del tanque de gasolina del motor con una varilla en centímetros desde su base hasta el tope del tanque, es decir su tapa, el tanque de gasolina del motor tiene capacidad de 6.5 litros. Al finalizar cada ensayo, se midió la altura descendida de combustible en el tanque del motor, definiendo el gasto efectuado en (mm).

5.5.4. Determinación del tiempo de picado.

Ya con el material pesado (kg) de la muestra vegetal, previo a la colocación del material en la tolva se alisto el cronometro de mano, y de manera simultánea se dio la alerta de arranque del ensayo, para lo cual se pulsa el cronometro de inicio y se introduce el material a picar. Posteriormente, se observó que todo el material pesado haya atravesado por el rotor, se paraliza el cronómetro y se toma el tiempo que tardó en pasar toda la muestra vegetal por el rotor picador hasta su salida, procediendo a registrar el tiempo en la libreta de campo.

Este proceso se realizó para las cuatro muestras vegetales utilizadas en los ensayos investigativos, que posteriormente sirvieron como propósitos analíticos dentro del consumo de gasolina y rendimiento de la máquina.

5.5.5. Comparación de costos.

Para comparar los costos y características similares al prototipo fabricado, se visitaron tiendas de maquinaria agrícola locales y se investigaron portales web de venta de maquinaria agrícola, como Mercado Libre Ecuador, SUKAMPO y CASAMOTO Agrícola. Luego se elaboró una tabla con los materiales utilizados en la fabricación del prototipo en estudio, se calculó el costo de la mano de obra y se obtuvo el costo total del prototipo. Además, se comparó el prototipo de picadora de forraje con una máquina picadora comercial en términos de características de rendimiento, potencia, costo total y elementos de fabricación utilizados en el prototipo. El propósito era evaluar la viabilidad y la rentabilidad del prototipo de picadora de forraje en comparación con una máquina comercial similar.

Los datos se registraron en hojas de cálculo para su respectivo proceso y análisis de resultados.

6. Resultados

Los resultados establecidos en la presente investigación tienen una correlación directa entre el primer objetivo y el segundo objetivo, lo que indica que el desarrollo de una actividad puede derivar los resultados de la otra y depender una de otra.

6.1. Resultados para el primer objetivo




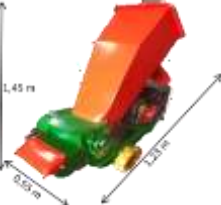


“Diagnosticar el rendimiento de un prototipo de máquina picadora para la elaboración de forraje”






6.1.1. Principio de Funcionamiento del prototipo

El prototipo picador cumple la función de triturar residuos vegetales, el principio de funcionamiento se basa en las cuchillas que se encuentran en el rotor mismas que son las encargadas de picar el material verde, esto debido a que entra en acción las dos cuchillas y la contra cuchilla realizando una acción succionadora del material que se da por la velocidad del eje rotor. Para ello se coloca el material verde en la tolva, que cuenta con un grado de inclinación de 60°, haciendo que facilite el descenso del material, ya que por efecto de la gravedad se dirige hacia el centro rotor de triturado, no obstante, la colocación del material se debe realizar de una manera pausada y constante, para evitar el efecto embudo o apretamiento y de la misma manera fluya su corte. Por otro lado, hay que tener precaución en la salida de material picado que no se amontone muy cerca, esto debido a que puede ocurrir el detenimiento de la máquina por la apretazón del material, lo que provocaría una paralización muy brusca del funcionamiento de la máquina; también se debe precautelar el ángulo de difracción de salida para que no salga muy dispersa o se pueda abrumar en los extremos de la salida.

Los resultados de la descripción de cada uno de los mecanismos que conforman la máquina se muestran en la Tabla 2, se observa los las dimensiones específicas y parámetros característicos de cada uno de los elementos, también se incluye la figura para tener un panorama más claro de los elementos.

Tabla 2.*Ficha técnica del prototipo picador*

Descripción	Características	Figura
Propósito de producción	Agrícola/ganadera, pica forrajes verdes, rastrojos de cosecha, residuos de frutas, para composta, forrajes u otros usos.	
Movilidad	Semi móvil, diámetro de ruedas, 21 cm	
Chasis	Rieles de acero: 0.12 cm de espesor Ancho: 4 cm Alto: 12 cm Longitud: 100 cm	
Medidas de la máquina	Largo: 123 cm Ancho: 55 cm Alto: 145 cm	
Peso aproximado total de la máquina	100 – 110 kg	
Medida de la tolva	Lado: 35 cm Ancho: 30 cm Profundidad: 102 cm Ángulo de inclinación: 60 ° Volumen de recepción:	
Salida de corte (chumacera)	Una sola salida Ancho: 28,5 cm alto: 16 cm Angulo deflector: Ajustable 90°	

Equipo rotor triturador	Diámetro: 25 cm Largo: 25 cm 2 cuchillas: 5,5 x 25 cm contra cuchilla 3,3x 25 cm	
Relación de transmisión (i)	Polea motriz (D1) : 8,89 cm Polea conducida (D2) doble: 15,24 cm $i = D2/D1 = 1,71$; $i > 1$, disminución de velocidad. Longitud de correa: 218 cm	
Parte Motriz (motor).	Velocidad de giro motor: 3600 rpm Velocidad del rotor de corte: 2100 rpm Potencia: 16 HP Tanque de almacenamiento: 6.5 L	
Rendimiento de corte	Forraje: 2 – 2.9 t.h ⁻¹ Residuos de cosechas y orgánicos: 1 – 1.5 t.h ⁻¹	
Rendimiento de consumo de gasolina	Forraje: 3- 9 l t ⁻¹ Residuos de cosechas y orgánicos: 11.7- 13.7 l t ⁻¹	

Nota: La parte motriz, las revoluciones por minuto están determinadas por el fabricante del motor.

Los resultados obtenidos en la ficha técnica fueron utilizados para la elaboración del manual de manejo del prototipo picador.

6.2. Resultados para el segundo objetivo

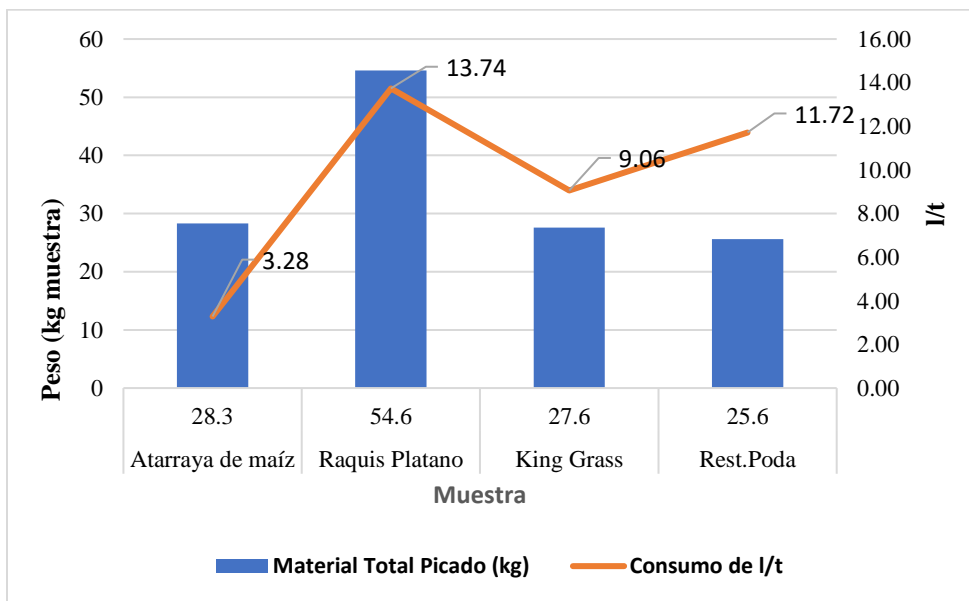
“Determinar la productividad y capacidad de trabajo de un prototipo de máquina picadora en su aplicación para maíz forrajero y residuos de cosechas”.

6.2.1. Gasto de gasolina

La Figura 6 muestra los resultados del consumo de gasolina en litros por tonelada en cada material utilizado para las pruebas de picado del prototipo.

Figura 6.

Gasto de gasolina del prototipo calculado para una tonelada.



En el análisis de la figura 6, se puede observar la línea de consumo de gasolina en litros por tonelada ($l\ t^{-1}$) para cada muestra vegetal estudiada, la misma está determinada de acuerdo a los kilogramos usados para el picado. Se observa en el caso del raquis del plátano tiene mayor contenido de (kg), el mismo que sirve de relación para verificar la hipótesis, que mayor volumen de picado mayor consumo en litro por tonelada ($l\ t^{-1}$), es así, a que el consumo más bajo que se muestra en la imagen es la atarraya de maíz. Sin embargo, los datos varían de acuerdo al material usado para el picado, reflejando la similitud de contenido de masa, los datos de la king grass y la atarraya de maíz presentan un acercamiento en los datos en los pesos utilizados para el ensayo, pero su gasto de gasolina es diferente, debido a que la king grass, por su estructura vegetal y nivel de maduración, es más resistente al momento de corte y por ello el rotor picador genera mayor esfuerzo, lo que lleva a un consumo de combustible por el mayor tiempo en el proceso.

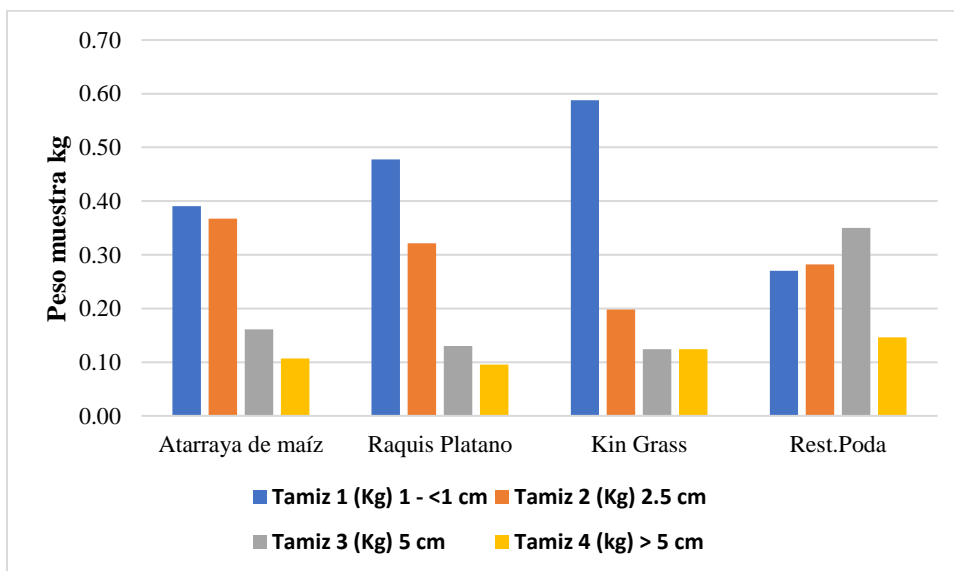
Por otro lado, el resto de poda de árboles, tiene menor kg de picado, pero su gasto de consumo también es mayor al de la atarraya de maíz y la king grass, debido a que su estructura vegetal es de mayor resistencia y dureza al momento de picar, además el diámetro del material utilizado y nivel de maduración en las pruebas es otro factor que se toma en cuenta en el picado, por motivo que, si se desea picar diámetros superiores a 22 mm, el consumo de gasolina estará en aumento por el uso de la máxima potencia de motor. Las pérdidas de consumo de gasolina que existen durante la espera entre el calentamiento y el momento de los ensayos son insignificantes, puesto a que no muestra descenso en el consumo de combustible.

6.2.2. Homogeneidad del material picado ante el tamizado

La Figura 7 muestra la homogeneidad del tamizado para cada material picado y el diámetro de tamices que se han utilizado para las pruebas y la obtención de datos estadísticos. En la gráfica de tamizado por material, se observa que las partículas picadas en la atarraya de maíz reflejan una mayor homogeneidad en el corte, obteniendo el 75% del material picado de partículas menores al 2.5 cm, los mismos que fueron obtenidos con el tamiz número #1 y el tamiz #2, con el resto de los tamices presenta una homogeneidad de acuerdo al diámetro de sus mallas, en un 25 %, lo que pudiera significar que la máquina cumple funciones para forraje ganadería y preparación de forrajes como silos Gregoret & Gallardo, (2003).

Figura 7.

Homogeneidad del tamizado del material vegetal.



En la Figura 8 se observa una submuestra de atarraya de maíz clasificada con diámetros propuestos como son los tamices de 1cm, 2,5cm, 5cm y mayores a 5cm.

Figura 8.

Muestra clasificada por tamices en atarraya de maíz.



Por otro lado, en el triturado del raquis de plátano se observó una mayor homogeneidad con los diámetros de la malla para el tamizado de partículas con el tamiz #1, con apertura de diámetro igual o menores a 1 cm en un 47%, seguidamente por el tamiz #2 con diámetro 2.5 cm (32%), el tamiz #3 presenta un 13% refleja una diferencia mínima de datos comparados con el tamiz #4 (9%), lo que puede corroborar la diferencia en la Tabla 3. Aquí se tubo dificultad en el momento de tamizar, debido al alto contenido de humedad que posee el raquis, lo cual se lo pudiera aprovechar para dar en fresco al ganado, o también para dar humedad a la compostera generando agua y nutrientes con alto contenido de potasio (Almiña & Devé, 2013).

En la Figura 9 se observa el picado general en húmedo y el mismo picado en seco, el contenido de materia en seco es tomada una semana después del picado en húmedo para realizar el tamizado por los diferentes diámetros esta muestra corresponde al raquis de plátano.

Figura 9

Picado en húmedo y secado en material raquis de plátano.



El king grass, presenta mayor variabilidad del material triturado, de acuerdo la gráfica el tamiz #1 presenta mayor contenido de partículas de tamaño menores o igual a 1 cm (47%), por otro lado el tamiz #2 presenta el 31% de contenido, en los datos promedios del contenido de material en el tamiz #3 con el diámetro 5cm (13%) y, el tamiz #4 con diámetros mayores a 5 cm (9%) como lo muestra en la Tabla 3, el king gras es considerado un pasto para forraje, pero depende mucho el estado de madurez para su respectivo uso y que tenga mayor homogeneidad de partículas menores o iguales a 4,5 cm (Bragachini *et al.*, 2008). En la Figura 10 se refleja la clasificacion de tamizado del material de king gras donde el contenido con mayor predominancia es el tamiz #1.

Figura 10.

Clasificación por tamiz en la muestra de king grass.



Para los ensayos realizados del resto de poda de árboles, en el tamiz #3 se evidencia un mayor contenido de material vegetal homogéneo correspondiente a un porcentaje del 33%,

seguidamente el tamiz número #2 lleva un porcentaje del 27%, el mismo que se asimila a los datos de contenido del tamiz #1 (26%), y el tamiz #4 presento un bajo contenido del 14% como se visualiza en la Tabla 3. Por lo tanto, indica que el tamaño de partículas predominantes es mayor a 5cm, y el tamaño de las partículas menos representativas son las de 1cm, además el diámetro máximo utilizado en las ramas de restos de podas arbóreas para el ensayo se estableció en un rango máximo de 20 mm a 22 mm, pudiéndose entender que la máquina cumple su cometido en la parte de picado para la obtención de abono orgánico y para mejoramiento de suelos. La Figura 11 muestra el contenido del tamizado (tamiz #3 y #4) los cuales son representativos dentro de la investigación del prototipo forrajero.

Figura 11.

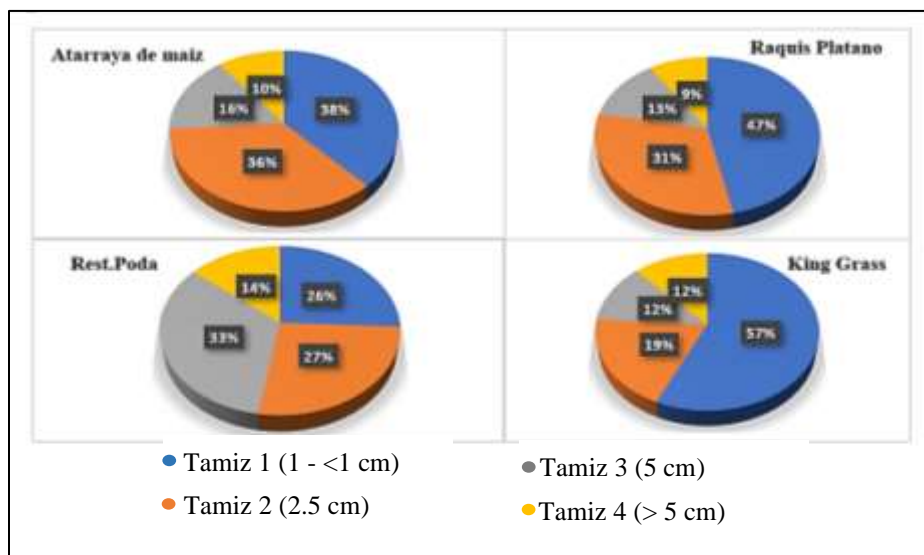
Tamizado de resto de poda de árboles (tamiz #3 y #4).



Para una mejor visualización de los resultados obtenidos en el proceso de tamizado para cada material vegetativo ensayado, se presentan en la figura 12 lo correspondiente a porcentajes de acuerdo a cada tamiz. Como se observa que el mayor contenido porcentual de la atarraya de maíz, raquis de plátano y el king gras se establecen en el tamiz #1 y el tamiz #2 los mismo que sirven como tamaños adecuados para ensilaje y forraje, a diferencia de la muestra de resto de podas de árboles su mayor contenido porcentual se encuentra en el tamiz #3 cumpliendo la función de tener un adecuado tamaño para abono orgánico y mejoramiento de suelo, y los que menores contenido de porcentaje representa es el tamiz #4 para las cuatro muestras utilizadas en la investigación del prototipo picador cumple la función recalcada de abono orgánico.

Figura 12.

Contenido tamizado representación en porcentaje (%).



Nota: esta tabla se utilizó como referencia el promedio de los ensayos presentados en porcentajes.

Pero en términos generales, el prototipo picador tiene un rendimiento eficiente dentro de la producción de forrajes y para la producción de abonos, siendo así que en el análisis de varianza de un factor realizando a la cantidad promedio de material tamizado, no muestra significancia, por lo que el material cumple los procesos de trabajo, la Tabla 3 refleja el promedio general para cada contenido de cada muestra, esto se presenta en kg.

Tabla 3.

Resumen de análisis de varianza para la cantidad de material tamizado por cada muestra.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Atarraya de maíz	4	1,026	0,257	0,020
Raquis de plátano	4	1,024	0,256	0,031
King Grass	4	1,034	0,259	0,049
Resto de poda de arboles	4	1,048	0,262	0,007

Nota: Valores totales, basados en análisis de varianza de un factor (análisis Anova)

Se puede observar que la atarraya de maíz el promedio manifiesta 0,257, lo que indica que no habrá alguna alteración dentro del rendimiento al igual que el raquis de plátano con 0,256, seguidamente la king grass con promedio de 0,259 y finalmente el resto de las podas de árboles que varía su promedio a 0,262, todo esto hace referencia a los promedios que son utilizados para

determinar si el tamaño de corte posteriormente sufrirá algún cambio o se mantendrá uniforme. Para determinar estos datos estadísticos se determinó los valores de las cantidades de los tamices por cada muestra realizada.

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza de acuerdo a los resultados de los contenidos tamizados por muestra, el valor de F es menor al valor crítico de F, lo que indica que las medias son iguales, por lo que se acepta la hipótesis nula por el valor de la probabilidad es de 0,99, lo que indica que los contenidos de kg de cada tamiz de cada muestra están dentro de un marco similar. La misma tabla muestra la significancia estadística con relación a los contenidos presentes en cada número de tamices, es decir que la máquina tiene una homogeneidad de corte, además estos diámetros cumplen con los rangos requeridos para alimento de ganado lechero, para ensilaje y en caso del resto de podas de árbol cumple rangos de corte para abono orgánico.

Tabla 4.

Análisis de varianza del resultado de muestras tamizadas por material vegetativo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	*F	Probabilidad	*Valor crítico para F
Entre grupos	8,9E-05	3	2,96E-05	0,001	0,999	3,490
Dentro de grupos	0,32	12	0,025			
Total	0,3268928	15				

Nota: *F y *Valor crítico para F

6.2.3. Rendimiento de la máquina

En la Tabla 5 se muestra la cantidad de kilogramos de material vegetal picado en una hora para determinar el rendimiento del prototipo picador de forraje y abono, obteniendo así, que la atarraya de maíz tiene un mejor rendimiento, es decir que, 2,91 toneladas se puede cortar en una hora de trabajo, seguidamente viene la muestra king grass contienen un rendimiento de 2,03 t h⁻¹, el raquis de plátano con 1,55 t h⁻¹ y finalmente el resto de las podas de árboles 1,11 t h⁻¹, es decir para picar 2,9 t se necesita un tiempo calculado de una hora en el caso del material usado (atarraya de maíz) por lo cual se hace el mismo procesó para el resto, puede ser por la estructura de la planta de maíz y King Gras son más herbáceas, mientras que el raquis de plátano son más fibrosos y con un contenido de humedad más alto, que dificultaba un poco el proceso de picado, mientras que para

podas, el material era más seco y grueso, lo que demandaba de mayor tiempo, y por ende tuvo el menor rendimiento de trabajo.

Tabla 5.

Rendimiento del prototipo picador t.h⁻¹

Rendimiento de la máquina			
Material	Total, Picado (t)	Tiempo de corte (s)	t.h⁻¹
Atarraya de maíz	0.0283	35	2.91
Raquis Plátano	0.0546	127	1.55
King Grass	0.0276	49	2.03
Resto podas de arboles	0.0256	83	1.11

Nota: *segundos que tarda el picado(s), * tonelada picada en una hora (t.h⁻¹)

6.2.4. Análisis de costos de fabricación del prototipo y comparación con otras máquinas de características similares.

Para este apartado era de importancia establecer y detallar en si cual es el valor real de la máquina terminada, debido a que en el proceso de fabricación en el taller solo se tenía algunos costos que fueron adquiridos, pero no se tenía un valor real de elementos que utilizaban de reciclaje como por ejemplo algunas planchas de acero, rieles, etc. Para ello y tener un valor más real se procedió a realizar el análisis de costo total, para lo cual se detalla cada uno de los materiales que se utilizaron en la fabricación de la máquina picadora de forraje y abono orgánico, para lo cual se han considerado los costos unitarios de materiales y costos de mano de obra empleados en la fabricación, lo que más adelante permitirá comparar con maquinaria de fabricación en serie que se encuentran en el mercado local, con características y funciones similares al prototipo. En la Tabla 6 se muestra los costos en el mercado comercial de los materiales empleados para la construcción del prototipo picador.

Tabla 6.

Costos de materiales para la construcción del prototipo.

Materiales				
Descripción	cantidad	unidad	Precio Unitario	Precio Total
Motor 4 tiempos, potencia 16HP	1	u	\$450.00	\$450.00
3 cuchillas 25 cm x 5cm	3	u	\$75.00	\$225.00
plancha de acero negro 6mm ISO 304	1.66	m2	\$200.00	\$332.85

plancha de acero negro 10mm ISO 304/316	0.22	m2	\$210.00	\$46.20
Ruedas para carretilla solida	2	u	\$15.00	\$30.00
Tubo de acero inoxidable 1 pulg/1cm	1.55	m	\$3.39	\$5.25
Batería DACAR DB5L 12 V	1	u	\$22.40	\$22.40
Cilindro rotor	1	u	\$25.00	\$25.00
Riel reciclado (chasis)	2.9	m	\$120.00	\$348.00
Chumacera de piso de dos huecos KDF	2	u	\$17.00	\$34.00
Pernos Allen cabeza cilíndrica	25	u	\$0.10	\$2.50
Banda clásica en “V”	2	u	\$7.36	\$14.72
Total				\$1,535.92

Nota: Valores de precios comerciales al mercado con fecha agosto 2022, pueden variar de acuerdo al material, resistencia del mismo y casa comercial.

Como se observa en la Tabla 6, se describe cada uno de los componentes que conforman la máquina, el mismo se considera simplemente el material empleado por metro y metro cuadrado que se ha utilizado para el diseño y fabricación de la máquina picadora, es así como para la construcción de la máquina en su mayor parte se ha utilizado material de acero reciclado de antigua maquinaria pesada que estaba disponible en el taller, para lo cual se procedió a asignar un precio de acuerdo al costo actual del mercado, para la construcción del chasis se utilizó también material de un riel para trenes reciclado, la calidad del material es más costosa, por lo que si se pudiera adquirir o reemplazar por uno más material más económico se podría utilizar una viga de acero IPE de 4 pulgadas, de esta manera también se puede reducir el costo a la fabricación al prototipo picador, sin perder las características de resistencia de la estructura y la eficiencia de la máquina al trabajo. El resto de los materiales que se incluyeron, fueron comprados y se considera el valor comercial a la fecha de compra.

Dentro de las partes innovadoras de la máquina cuenta con un motor de alta potencia (16 HP) de cuatro tiempos, si es cierto que dentro de los rubros de costo total es uno de los más altos, el mismo ha sido considerado para el picado de restos de podas de árboles con diámetros de hasta 22 mm, también para realizar el picado de desecho de cosechas, en este estudio el raquis de plátano hasta 80 mm de diámetro, lo que hace que la máquina tenga el doble propósito de que sea utilizada en planta para preparación de abonos y para la preparación de forrajes, debido a que funciona correctamente porque realiza un picado homogéneo e ideal de pastos de cortes y atarraya de maíz. En el caso que se desee abaratar el costo en la fabricación de la máquina, se puede reemplazar por un motor de 5HP, este sería suficiente para el picado de forrajes, como que es lo más común que se encuentra en el mercado local.

Por otro lado, el motor incorpora un sistema de doble encendido, de manera tradicional con un cuerda o empuñadura de arranque y con encendido eléctrico con un switch y llave de arranque, para este se implementa una batería para que el encendido de la misma sea automático. Se ha considerado este sistema porque a muchas personas se dificulta el proceso de encendido de manera tradicional, siendo en ocasiones dificultoso y tedioso, con el arranque eléctrico la máquina busca facilitar el arranque para su operatividad.

La Tabla 7 muestra información referente al análisis del rubro, costos de mano de obra por hora de trabajo, para los cual se consideró el personal técnico que contribuyeron en el diseño y fabricación y a las horas de trabajo que utilizaron para la construcción de la máquina. Como se puede observar en la descripción se utilizaron dos personas, el ingeniero encargado del diseño de la máquina y el tornero, mismo quien realizo la actividad como soldador, quien ejecutó el proceso de la construcción, dando la forma y estructura resistente a la máquina. Para dar un valor real, los salarios fueron tomados de la página web oficial del Ministerio del trabajo para el 2022, el mismo que otorga el sueldo ponderado para un trabajador para estas actividades industriales, este salario promedio se lo redujo a un salario por horas y se lo multiplicó para las horas trabajadas, obteniendo como resultado \$ 1 154,64.

Esto debido a que, en los procesos de fabricación artesanal, por lo general, no es muy a menudo que lo consideran, como fue el caso del taller.

Tabla 7.

Costo de mano de obra por hora utilizada en la fabricación.

Descripción	Costo mano de obra			Total
	U	Hora	*costo/hora	
Ingeniero-Diseñador	1	64	\$ 6.01	\$ 384.64
Tornero - Soldador	1	200	\$ 3.85	\$ 770.00
Total				\$ 1,154.64

*Valor del salario del trabajador por hora en Ecuador.

En la Tabla 8 se presenta el cuadro resumen del costo total de la fabricación del prototipo picador, para lo cual se considera costos de materiales y el costo de mano de obra y además se consideró un imprevisto del 5%, por materiales o elementos no considerados. Para posible desarrollo de la fabricación de máquinas en serie, en caso de que se desee abaratar los costos, se

puede hacer un reajuste en la tabla de materiales para la construcción. Por ejemplo en la potencia del motor 16 HP se pudiera suplantar por un motor de menor potencia 5HP, siempre y cuando el destino de la máquina se simplemente para el picado solo en forraje, otro rubro que podría disminuir el costo, está en la estructura metálica considerada para el chasis, específicamente los rieles para trenes empleados, pese a ser reciclables, tienen un alto valor, lo que se lo podría suplantar con Vigas IPE 4 pulgadas, serán de menor resistencia y abaratan costo por metro utilizado, por otra parte los espesores de las planchas de acero naval pueden ser reducida, por lo que el costo será menor o se le puede cambiar de material o una plancha de acero más económica, además todos estos cambios, también ayudaría a ligerear el peso de la máquina, que es importante para su traslado y transporte.

Tabla 8.

Costo total del prototipo picador.

Costo total	
Descripción	Total/Costo
Costo de materiales de la máquina picadora	\$1,535.92
Costo de mano de obra	\$1,154.64
Subtotal	\$2,690.56
Imprevisto 5%	\$134.53
Total	\$2,825.09

*El costo total es la suma del imprevisto del 5% y el subtotal.

Un punto relevante fue de analizar el costo obtenido del prototipo frente a los costos comerciales de modelos de máquinas que tengan características similares o próximas, reconocidas en el medio y que se presentan en la localidad, para ello, en la Tabla 9 se detallan las características de dos modelos de máquinas picadoras de forraje, con sus costos comerciales y la del prototipo en estudio. Como se observa los costos de las dos máquinas picadoras tienen una gran diferencia, éstas varían de acuerdo a sus características, se puede observar también que la estructura es metálica, pero no incluyen el motor, se encuentra simplemente el espacio y la recomendación de la potencia para implementar un motor. Por otra parte, cada prototipo picador especifica que potencia de motor debe ser implementado a pesar de la similitud de trabajo que se pretende realizar, las diferencias se encuentran en la potencia y sus implementos de rotor, la máquina Picadora de Forraje J130p se debe implementar un motor de 5Hp y su rotor contiene dos cuchillas y una contra

cuchilla de 30 cm, a diferencia del prototipo Picador Jf con una potencia 16Hp contiene tres cuchillas y una contra cuchilla de 40 cm., Lo que significaría, que aparte al valor detallado se debe asignar el costo adicional por lo que elevará mucho más, entonces comparando con el precio de la máquina prototipo, aunque se encuentra en los \$2 825 09, su fabricación, resulta más económica que cualquiera que esté disponible en el mercado, para su comercialización se debería incrementar el valor de ganancia al valor comercial.

Tabla 9.

Comparación de costos con máquinas comerciales.

Tabla de comparación de costos máquinas comerciales		
Descripción	Costo	Características
Picadora De Forraje J130p; 5 Hp 110/220	\$ 1 989,00	Máquina integrada de dos cuchillas y una contra cuchilla, diseñado de forma simple que se ajusta a motores eléctricos y a gasolina, construido para picado de caña de azúcar y forraje.
Picadora Jf 40P; para Motor Gasolina De 16 Hp Vanguard	\$ 4 279,00	Picadora con 3 cuchillas integrada en el rotor, sencillo funcionamiento para producción de alimentos de ganado contiene acople para motor a eléctrico o a gasolina.
Prototipo de máquina picador en estudio	\$2,825.09	Picadora integrada con dos cuchillas y una contra cuchilla, acoplada un motor de gasolina 16 hp, destinada para picado de forrajes, resto de podas de árboles y residuos de cosechas.

Nota: Las máquinas comerciales no incluyen el precio del motor, lo que aumentan considerablemente, (ver Anexo 2). Los costos, son valores promedios extraídos de dos casas comerciales de la localidad y de la web.

7. Discusión

El presente proyecto consistió en la puesta en marcha o trabajo de un prototipo ya fabricado, debido a la originalidad del prototipo estudiado, dificultó encontrar estudios similares para el proceso de comparación con otros trabajos relacionados a la producción de prototipos, ya que la mayoría se basan en la elaboración de diseños y no en la puesta en marcha en campo. Dentro de los resultados obtenidos, en cuanto al gasto de gasolina el mismo viene relacionado con el peso y el tipo de material a picar, es decir la estructura vegetal de la atarraya no es similar a la de King Grass, debido a que la atarraya de maíz para forraje se la cosecha en fresco. De acuerdo Canals *et al.*, (2019) la atarraya de maíz alcanza su punto de madurez a partir de los 140 días, desde la siembra, sin embargo, es usado para ensilaje a partir de los 80 días desde la siembra por su gran porcentaje de agua que contiene y los valores nutritivos que posee en el punto de maduración para los animales bovinos. A diferencia de la King Grass se estima que el punto óptimo de madurez desde su siembra es a partir de los 60-70 días, debido que en esa etapa se encuentra las proteínas más relevantes y dispuestas para que el ganado consuma así lo menciona Arcentales, (2020). El mismo autor menciona que para ambos casos de especie forrajera si se pasa el estado de madurez para picado forrajero es considerado materia seca, la misma que debe ser devuelta al suelo en composición de materia orgánica, porque en ese estado de madurez ya bajan los valores nutricionales para los animales

Otro aspecto a considerar es el diámetro y la madurez del tallo y la hoja, se evidenció que el maíz es poco más ancho y más joven, para lo cual en este experimento se obtuvo que para picar 1 t de atarraya de maíz se necesitan 3,28 l de gasolina. Mientras que la King Grass con diámetros pequeños (2 cm) y su estructura vegetal con mayor madurez, por lo tanto, de mayor resistencia, implicó que para una tonelada de materia vegetal a picar se necesita 9 l de gasolina. Por otra parte, en la muestra picadas de raquis de plátano, estas debido a que tienen mayor contenido de agua en su estructura vegetal y a sus diámetros que bordean los 7 cm a 8 cm de ancho, implicó un poco mayor consumo de gasolina, es así que para 1 t de picado se requiere 13,7 l de gasolina, viendo un consumo mucho más considerable. El resto de poda de árboles debido que son ramas con diámetro de 1 cm a 2 cm y su estructura vegetal era de mayor resistencia y aparte de eso era materia seca se necesitó más gasolina al momento de picar, es decir 1 t de material vegetal se necesitan 11,72 l de gasolina para picar.

La máquina Picadora de Pasto y Molino Forrajero TRF-300 - Gasolina / Eléctrica mantiene un rendimiento de $0,7 \text{ t h}^{-1}$ hasta $1,4 \text{ t h}^{-1}$ y un consumo energético de gasolina de $1,5 \text{ l h}^{-1}$ para cortar y triturar forrajes, moler semillas y cáscaras de cereales, maíz desgranado, caña de azúcar, ramas de yuca, hierbas. Otra máquina Picadora de Pasto y de productos industriales ES-450 con rendimiento $1,4 \text{ t h}^{-1}$ hasta $3,6 \text{ t h}^{-1}$ y establece un consumo de gasolina $1,5 \text{ l h}^{-1}$, para ensiladora alto rendimiento cortar hierbas, sorgo, caña de azúcar entre otros para los ganados. Es de suma importancia tener presente que la máquina de investigación tiene un doble propósito.

Los diámetros de tamices para determinar un adecuado forraje para ganado lechero están en los rangos de 1 cm a 2 cm de acuerdo Bragachini *et al.* (2008) esto es porque les permite mezclar bien con la saliva de las vacas al momento de masticar, esta saliva genera un ácido ruminal que si es mezclado con diámetros mayores a 2 cm no tendrían el mayor concentración de nutrientes al ingerirlo, además si consumen el picado adecuado de forraje ayudara al mejoramiento de calidad de leche y carne, por otro lado en caso de que la atarraya de maíz se desee utilizar de abono se deberá recolectar el contenidos mayores a 5 cm de diámetro, esto es únicamente para las muestras de atarraya de maíz y la king grass, este mismo autor recomienda que un corte uniforme para pastos y forraje es de 1.5 cm, además recalca que la humedad debe estar en 20% esto también aplica para ensilaje. El diámetro de picado del raquis de plátano es usado para compostaje debido a su mayor contenido se encuentran en diámetros menor a 5 cm, de esta forma serán mezclados con mayor facilidad al momento de realizar un compostaje (Almiña & Devé, 2013). El picado del resto de poda con diámetros de 5 cm y $> 5 \text{ cm}$ según la FAO (2013) son utilizados para materia orgánica es decir se pueden mezclar con otras sustancias y materiales para realizar compost, o se lo puede aplicar al suelo para dificultar la compactación y mejorar la aireación del suelo, la FAO (2013) recomienda que los diámetros adecuados para crear una capa orgánica y no exista una compactación considerable se establece un rango de $>5 \text{ cm}$ y $<30 \text{ cm}$, además estos pueden ser integrados al suelo y removidos como materia orgánica.

El costo de la máquina englobando todo los parámetros es de \$2 825 09, aunque parece ser alta, por las características y potencia que tiene resulta económica, ya que se la puede aprovechar para diferentes trabajos, mientras que los costos para elaborar una máquina picadora comercial, están reflejando de acuerdo al precio en el mercado comercial de cada elemento, estas máquinas bordean desde \$1 800 a \$4 800, máquinas pequeñas y exclusivas a solo un tipo de trabajo, es decir

solo para forrajes, y otras máquinas más robustas y potentes, que son para un trabajo más industrial de mediana a gran escala como es el caso de la máquina picadora y trituradora de forraje de Tapia Chiriboga (2022) la cual esta estimada en \$2 253. Es decir, si se desea abaratar costo para la máquina en investigación, se podrá utilizar materiales reciclables como es el caso los rieles reciclables, su estructura es resistente a deterioros, pero su precio es mayor a diferencia del costo de una Viga IPE con diámetros de 4 pulgadas que en el mercado están con menor costo, por otra parte, el motor se puede reducir la potencia y el precio a un motor a gasolina motor a gasolina 5 HP SG160. SDS POWER MI-SDS-37657 su precio de mercado es de \$140.9 dólares, motor eléctrico Weg 5 Hp 1720 Rpm 220/440 (101752) \$470 en caso que se desea implementar un motor eléctrico.

El prototipo picador en relación al rendimiento por corte presenta mayor productividad, haciendo comparación con una máquina específica para picado de material orgánico (Picadora de desechos orgánicos JR-2) con características similares al prototipo de investigación esta tiene una producción de 0.3 a 0.5 t h⁻¹, a diferencia de la máquina evaluada supera los 0.5 t h⁻¹. Sin embargo, el rendimiento para forraje es eficiente haciendo comparación con la máquina Picadora Jf 40P su producción esta de 2 a 3.5 t h⁻¹ de acuerdo a la tienda de maquinaria web SUKAMPO.

Dentro del marco investigativo se encontraron estudios basados en diseños de maquinaria forrajeras y picadoras por ejemplo “diseño y construcción de una máquina trituradora de hojas secas de guayusa con capacidad de 6.5 quintales por hora (qq h⁻¹)” elaborada por Ramos & Vega (2015), estos autores dentro de su proyecto de titulación realizaron el diseño estructural recopilaron información acerca de los rubros que utilizaron, y establecieron un costo de la máquina evaluado \$5 474,46, el propósito de esta máquina es triturar hoja de guayusa para cubrir la necesidad de cierta empresa que requiere la materia prima, la evaluación es realizada únicamente para dicho material, a diferencia de la máquina picadora de forraje y residuos orgánicos cubre un doble propósito de trabajo que es forraje y residuos orgánicos.

En su trabajo de titulación, Nogales & Andrade (2017) llevaron a cabo un proyecto titulado "Diseño y construcción de una máquina picadora de hierba y caña para alimentar el ganado vacuno en el sector Porvenir de la parroquia Gualea", ubicado en la ciudad de Quito. Esta máquina cuenta con un motor eléctrico integrado de 3 HP, 3 cuchillas y una contra cuchilla, el enfoque principal de su investigación se centra en el diseño y la fabricación de la máquina, con un costo total de

\$1 323. Sin embargo, no se demostró que se haya realizado una evaluación para determinar la capacidad de trabajo de la máquina. A pesar de esto, lograron obtener un rendimiento de la máquina de 0.5 t h^{-1} . Además, afirmaron que 3 HP de potencia son suficientes para picar caña de azúcar. Por otro lado, en nuestra investigación realizamos una evaluación utilizando cuatro muestras, dos de forraje y dos de residuos orgánicos, los rendimientos obtenidos para el forraje oscilaron entre 2 y $2,9 \text{ t h}^{-1}$, mientras que para los residuos orgánicos fueron de 1 a $1,5 \text{ t h}^{-1}$. Además, llevamos a cabo una evaluación del consumo de gasolina. Es evidente que existen diferencias en el costo de fabricación de la máquina picadora, que desciende a \$2 825.09, debido al uso de materiales diferentes y la contratación de mano de obra profesional. También se observa una diferencia en la potencia y la capacidad de trabajo entre ambas máquinas.

Sin embargo, Tapia (2022) diseñó una máquina picadora de forraje y trituradora de granos para elaborar alimento de bovinos. Según su trabajo de titulación, el costo de esta máquina es de \$2 253.03 y se realizaron pruebas con cuatro tipos de muestras: balón de oro (*parodia leninghausii*), cuba 22 (*Pennisetum purpureum*), maralfalfa (*Pennisetum sp*) y maíz (*Zea mays*). Sin embargo, la máquina solo está diseñada para forraje y tiene un motor eléctrico de 7.5 HP, un volante con tres cuchillas y una contra cuchilla y un rendimiento de trabajo de 0.8 t h^{-1} . Además, solo se evaluó manualmente el corte por zonas de las cuchillas con el tallo de las muestras, sin fabricar ni montar la máquina completa. Por el contrario, la máquina estudiada tiene un motor de 16HP, mayor potencia en el corte, tamaños de corte recomendados para ganado y un costo coherente con los materiales de construcción.

8. Conclusiones

Las conclusiones más relevantes obtenidas del presente estudio son las siguientes:

Se ha realizado el diagnóstico y definición de las características de la máquina, las cuales incluyen el rendimiento por corte en toneladas por hora ($t h^{-1}$) y el consumo de combustible en litros por hora ($l h^{-1}$). Este análisis ha permitido determinar el propósito del prototipo de máquina picadora, la cual muestra una gran capacidad de trabajo frente a diversos tipos de material vegetativo para el picado, además se ha observado que presenta características destacadas en todas las muestras, como uniformidad de corte y un correcto funcionamiento en lo que respecta al procesamiento de forraje y abono orgánico.

Las partes de funcionamiento de la picadora permitió determinar el rendimiento del equipo para corte, obteniendo un tamaño de partículas uniforme para cada tipo de material vegetal usado en los ensayos, así mismo se pudo determinar el tiempo de ejecución y la cantidad de material procesado en determinado tiempo, como se indica en lo siguiente: atarraya de maíz $2.91 t h^{-1}$, king grass $2.03 t h^{-1}$, raquis de plátano $1.55 t h^{-1}$, y restos de podas de árboles $1.11 t h^{-1}$.

En lo que concierne a los diámetros de tamices en la atarraya de maíz y el King grass la mayor cantidad tiene un diámetro menor a 5 cm que son aptos para alimentar ganado. por otro lado, la atarraya de maíz con diámetros mayores a 5 cm como aporte de material verde (abono orgánico) para los suelos. En el raquis de plátano el mayor contenido de partículas se establece menor a 1 cm, lo que implica que se puede realizar composta. Para el resto de poda de árboles el mayor contenido de material contrario en diámetro de 5 cm, lo que establece como residuos orgánicos los mismos que se pueden emplear para los suelos generando una capa protectora contra la compactación.

Los valores obtenidos en el consumo de gasolina están determinados de acuerdo al tipo de material vegetal empleando en los ensayos, es así que en la atarraya de maíz ($3.28 l h^{-1}$) y king grass ($9.08 l h^{-1}$) hubo un menor consumo por t procesado, mientras que, para el residuo de podas de árbol ($11.7 l h^{-1}$) y raquis de plátano ($13.7 l h^{-1}$) materiales más resistentes al corte, se evidencio un mayor consumo. Con el tipo de material vegetativo estudiado se puede establecer que el prototipo de la máquina para el cual fue fabricado cumple las funciones de producción de forraje y abono orgánico.

El uso de parámetros para determinar el rendimiento de la máquina resulto factible en capacidad de trabajo, obteniendo altos valores de procesar toneladas por tiempo procesado, principalmente en el picado de muestras para forrajes.

El análisis de costos de fabricación de la máquina picadora revela que, considerando sus características de material construido y la potencia implementada, resulta una opción económica en comparación con las maquinarias disponibles en el mercado local y tiendas online. Estas máquinas de menor potencia y materiales menos resistentes no cuentan con el doble propósito que ofrece el prototipo en cuestión, por lo tanto, la máquina picadora destaca no solo por su rendimiento, sino también por su costo favorable y su capacidad para cumplir con múltiples funciones.

De acuerdo a descripción y detalle de las características de la máquina picadora se pudo obtener como resultado adicional un manual de instrucción y seguridad para el correcto manejo y operatividad del prototipo, el mismo que servirá de ayuda para el personal que ejecute el trabajo.

9. Recomendaciones

Del estudio realizado en el presente trabajo se procede a recomendar lo siguiente:

Se debe realizar más pruebas exclusivas para la producción de forrajes o para el picado de abonos, en lo que se debe considerar el porcentaje de secado de la materia prima la misma que debe estar en un rango mayor al 75%.

Se debe realizar más ensayos para determinar la mayor cantidad de materia verde en los diámetros adecuados para el alimento de ganado, en el cual se debe ajustar o regular las revoluciones del triturador para el corte ideal. Al igual para la producción de ensilaje ser más homogéneo para su correcto procesamiento.

Realizar más prueba de podas de árboles con diferentes tipos de especies vegetativas y con diámetros, que a lo mejor superen ligeramente a los 2.2 cm.

Para el uso de raquis de plátano para abono se debe realizar el picado menos de 5 cm para acelerar su descomposición, en cambio para usar los restos de raquis como cobertura vegetal o acolchado el picado debe ser mayor de 5 cm, para ayudar con la aireación y reducción de compactación, por lo cual se recomienda realizar estudios para determinar la velocidad de giro adecuada del rotor para tener un picado de acuerdo a las necesidades que sea su propósito, por otro lado el raquis debido a su alta cantidad de humedad dificulta el manejo, por lo cual es importante considerar un proceso de secado previo al triturado.

Para la construcción en serie de la máquina, y dependiendo la actividad a desarrollar, se puede bajar los costos considerando el cambio del motor con potencia de 16 HP con uno de menor potencia, por otro lado, están los rieles para su estructura se recomienda cambiar por una viga IPE con diámetro de 4 pulg.

Dentro del área de mecanización agrícola debe darse facilidad de conocimiento a los agricultores acerca de máquinas o herramientas que minimicen el tiempo del agricultor y aumenten la capacidad de producir, esto se podría darse no solo mediante folletos o manuales de máquina expresando las actividades y utilidades que se pueden realizar, sino una capacitación y manejo in situ.

10. Bibliografía

ABC-Motor. (2020, abril 4). *Te explicamos qué tipos de motores existen y cuáles son sus características*. abc.

Almiña, M., & Devé, G. (2013). *Manual de Compostaje*.

Arcentales Torres, E. (2020). “*Composición química del ensilaje del pasto king grass (Pennisetum hybridum) con diferentes edades de corte e inclusión de rechazo de piña (Ananas comosus)*”. *Mocache, Los Ríos, Ecuador*.

Arias, L. (2015). revistalideres.ec. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/abono-organico-agricultura-loja-ecuador.html>

Bahr, É., Chamba, D., Fierro Jaramillo, N., Makeschin, F., & Witt, A. (2015). *Modeling of soil nutrient balances, flows and stocks revealed effects of management on soil fertility in south Ecuadorian smallholder farming systems* [El modelado de los balances, flujos y existencias de nutrientes del suelo reveló los efectos del manejo en la fertilidad del suelo en los sistemas agrícolas de pequeños agricultores del sur de Ecuador]. doi:10.1007/s10705-014-9662-5

Bardi, A., & Gonzales, B. (septiembre de 2021). *Propuesta de un diseño de prototipo de máquina automatizada que limpie los desechos sólidos en las playas de Chipipe de la provincia Santa*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Berlin, J. (2010). *Manuales para educación agropecuaria: cultivos básicos*.

Bragachini, M., Cattani, P., Gallardo, M., & Peiretti, J. (2008). *Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional*. Manfredi, Córdoba Argentina: INTA E.E.A. Manfredi.

Burbano Ortiz, J. F. (2018). *Reparación de una bicicleta eléctrica*. Universidad San FRANCISCO de Quito.

Cahueñas Montenegro, K. A., Chaves Fernández, M. J., & Torres Carrera, A. S. (2018). *Estudio de compresión de un motor diésel y gasolina en función del amperaje*. Universidad Internacional del Ecuador.

Canals, R., Peralta, J., & Zubiri, E. (9 de septiembre de 2019). *Herbario de la Universidad Pública de Navarra*. Obtenido de https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/creditos_p.htm

Castillo, J., Rojas, V., & Martínez, J. (2017). *Determinación del torque y potencia de un motor de combustión interna a gasolina mediante el uso de bujía con sensor de presión adaptado y aplicación de un modelo matemático*. *Revista Politécnica*, 39(1).

Cortés, E., Álvarez, F., & González, H. (2009). *La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo*. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 151-160.

El Oficial. (8 de febrero de 2019). *Salarios promedios del Ecuador*.

Elverdin, P., Piñeiro, V., & Robles, M. (2018). *La mecanización agrícola en América Latina*. Intl Food Policy Res Inst.

EquatorInitiative.org. (2013). *Asociación de Productores de Abonos Orgánicos*.

Escobar Tapia. (2010). *Motor a combustión interna*. 147.

ESPAC (Ed.). (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2014*. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2014/>

ESPAC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020*.

Estrada Navarro, E. (2010). *Manual Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost*. ICTA-CIAL.

FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago, Chile: FAO.

Félix Castro, J. C. (1990). *Procedimiento constructivo y maquinaria utilizada en la elaboración de carpetas de concreto asfáltico* [Universidad de Sonora]. <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=3271>

García, A. (2012). *Los abonos verdes* (p. 8).

Gregoret, R., & Gallardo, M. (2003). *Ensilajes: ¿por qué es importante el tamaño de picado?*

Guijarro, I., & Paguay, X. (2011). *“Diseño y construcción de una máquina picadora de bagazo de caña de azúcar”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Juárez, J. C., Molina, J., Cornejo, D., & Canales, I. (2014). *Prototipo de una máquina para la fabricación de piezas con geometrías en dos dimensiones*. CULCyT, 54(1).

León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador* (1.a ed.). Universitaria Abya-Yala.

Loor Sácido, O. A., Cevallos Mera, J., & Shkiliova, L. (2019). *Diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí, Ecuador*. 28(1), 1-8.

Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4.a ed.). PEARSON EDUCACIÓN.

Mutton, B. (1983). *Mecanismos de halar para embarcaciones pesqueras pequeñas*. Food & Agriculture Org.

Nogales, J. W. N., & Andrade, J. I. (2017). *Diseño y construcción de una máquina picadora de hierba y caña para alimentar el ganado vacuno en el sector el porvenir perteneciente a la Parroquia Gualea*. Universidad Politécnica Salesiana.

Pérez, J. S., Herrera Suárez, M., Vivas Vivas, R. J., & García, G. (2017). *La mecanización agrícola: Campo de acción de la ingeniería agronómica*. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, 59-60.

Pérez, J., & Gardey, A. (2019). *Definición de motor*.

Ramos Peña, F., & Vega Fiallos, K. (2015). *Diseño y construcción de una máquina trituradora de hojas secas de guayusa con capacidad de 6.5 quintales por hora*. Escuela Politécnica Nacional.

Reina Castro, J. L. (2019, octubre 4). *Déficit de tractores agrícolas en el Ecuador*. Engormix.

Reyes Muro, L., Camacho-Villa, T. C., & y Guevara-Hernández, Francisco. (2013). *Rastrojos: Manejo, uso y mercado en el centro y sur de México*.

Ríos, Z. (2020, octubre 6). *Rendimiento de un motor: Qué es y cómo se mide* / Estaciones de Servicio Zoilo Ríos. <https://www.zoilorios.com/noticias/rendimiento-de-un-motor-que-es-y-como-se-mide>

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina*. FAO.

Rosero, J. (2011, diciembre 20). *Pastos y Forrajes en Alimentación del Ganado* [Revista].

Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Sarraipa, A., & Jiménez, H. (2019). *Metodología de Evaluación de Prototipo Innovador*.

Soto Ramírez, F. (2016). *Medición automatizada de la eficiencia por medio de sistemas de resaje*. Pachuca Hidalgo, México, CIATEQ Campus Sahagún.

Tapia Chiriboga, A. (septiembre de 2022). *Diseño de una máquina picadora de forraje y trituradora de granos empleada para la elaboración de alimento de bovinos*. Quito, Ecuador.

Wagner, B., Asencio, V., & Caridad, J. (2013). *Como preparar un buen ensilaje*. INDIAF.

11. Anexos

Anexo 1.

Manual de manejo de la máquina picadora para forraje.



PRESENTACIÓN

El prototipo de máquina picadora fue fabricada con un enfoque agrícola donde la misma permita facilitar el trabajo y aumento en producción, esta máquina realiza con gran eficiencia los servicios de triturado de forraje y residuos de cosecha gruesa, los mismos que se pueden utilizar, tanto para la alimentación del ganado, como en la producción de abonos o en la cobertura de materia verde vegetal en el campo, todo esto con fines de conservación de la fertilidad de suelo, es decir cumple una doble actividad de trabajo.

La máquina tiene la versatilidad de poder ser estacionaria o semimóvil, esto debido a que cuenta con un sistema de ruedas y un jalador para facilitar su transporte, lo que hace que sea una máquina móvil y se la pueda utilizar en campo abierto, con el aporte de materia orgánica, o trabajar en lugares cerrados para la preparación de forrajes.

Está equipado con un motor a gasolina de 16 hp y un sistema de corte de rotor que consta de tres cuchillas en acero inoxidable, que permitirá el trabajo efectivo del triturado, el tamaño del tolva es grande y con un ángulo de inclinación ideal para que el material se movilizce por efecto de la gravedad y evitar el atascamiento; por otro lado el sistema de salida es corto con un ángulo de regulación de 45° a 180°, lo que permitirá un control en la distancia donde se requiere incorporar el material triturado.

Este manual de instrucciones contiene información necesaria para el manejo, mantenimiento y seguridad con el fin de obtener el mejor desempeño en el equipo. El propietario o los encargados de operar y dar mantenimiento debe leer con atención el contenido y tener claro su funcionamiento, y evitar así posibles daños y o accidentes que puede ocasionar por el mal manejo de la máquina.

ÍNDICE

1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
1.1.	Descripción general del Prototipo	4
1.2.	Dimensiones para transporte y almacenamiento	4
2.	SEGURIDAD DE LA MÁQUINA.....	5
2.1.	Importante.....	5
2.2.	Responsabilidad del propietario y operarios	5
2.3.	Precauciones	6
3.	COMPONENTES Y CONTROL DEL PROTOTIPO.....	7
3.1.	Tolva.....	7
3.2.	Rotor.....	7
3.3.	Chasis.....	7
3.4.	Tolva salida.....	8
3.5.	Componentes del motor ILGA G420F	8
4.	CONTROLES DEL MOTOR	10
4.1.	Válvula de combustible	10
4.2.	Palanca de acelerador	10
4.3.	Interruptor del motor	10
4.4.	Palanca de estrangulamiento	11
4.5.	Empuñadura de arranque	12
5.	RECOMENDACIONES PREVIAS PARA LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA.....	13
5.1.	Sobre el área de trabajo	13
6.	CHEQUEO PREVIO A LA OPERACIÓN.....	15
6.1.	Reposteo del tanque de combustible del motor y aceite.....	15
6.2.	Chequeo de la parte externa.....	16
6.3.	Revisión parte interna.....	17
7.	PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.....	19
7.1.	Para el encendido.....	19
7.2.	Proceso de picado	21
7.3.	Para el apagado.....	22
8.	RECOMENDACIONES Y MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO	23

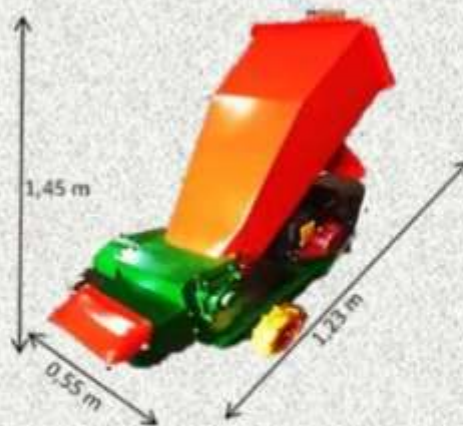
1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1. Descripción general del Prototipo

Sistema	Descripción	Figura
Sistema de entrada (tolva)	Angulo de flexión 60°	
Sistema de corte	Rotor (ϕ 15 cm y L. 25 cm) dos cuchillas y una contra cuchilla.	
Sistema de salida	Tolva de salida con ángulo regulador de 45° a 180°	
Sistema motriz	Motor a combustible 16 Hp	
	Sistema polea con doble correa	

1.2. Dimensiones para transporte y almacenamiento

- Altura 1,45 m, ancho 0,55 m, longitud 1,23 m.
- Peso de la máquina 115 Kg



2. SEGURIDAD DE LA MÁQUINA



2.1. Importante

Los accidentes con máquinas agrícolas se pueden prevenir de manera que se cumpla todas las instrucciones de los manuales. Los aspectos de seguridad y peligro deben ser atentamente observados durante el uso de la máquina para la prevención de accidentes. Ante cualquier duda en el manejo se debe consultar el manual, sobre todo antes de empezar el trabajo o realizar un mantenimiento.



2.2. Responsabilidad del propietario y operarios

- Leer detenidamente el manual de manejo de la máquina picadora, además manipular con cuidado el encendido y revisión del motor integrado.
- Comprender el funcionamiento de la máquina picadora y el uso del motor, no permita que nadie más opere la máquina sin preparación previa.
- Mantener el área de trabajo limpia y sin obstáculos que puedan dificultar el trabajo.
- Ubicar la máquina en un sitio adecuado, el trabajo de la máquina puede generar desperdicios y resto de material polvoriento, el mismo que puede afectar el desempeño de otras máquinas y cuestiones de salud.
- Mantener a los niños y animales fuera del área de trabajo.
- Utilice equipos de protección individual, la máquina produce sonidos y vibraciones fuerte.
- Utilice ropas y calzados adecuados, evitar ropa demasiadas sueltas.
- La máquina siempre debe ser trabajada en espacios abiertos, por motivos que el motor genera gases tóxicos que perjudican a la salud humana.
- Trabajar con la potencia adecuada para el material a picar.
- Tener claro de como detener la máquina rápidamente en caso de emergencia.

2.3.Precauciones



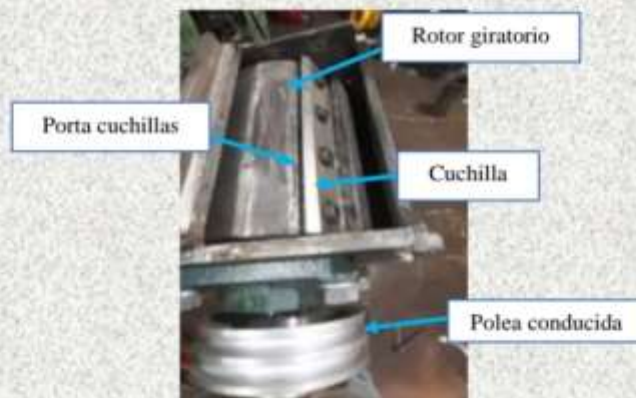
- Reposar la máquina en un área ventilada,
- No tocar ninguna parte del motor después de usar, debido que motor.
- No jugar con el motor ni con la máquina picadora
- No meter las manos al rotor triturador, ni al sistema de poleas y bandas cuando este encendido.
- No trabajar bajo efectos del alcohol, medicina o sustancias psicotrópica
- Utilización de ropa adecuada e implementos de seguridad apropiados al trabajo.

3. COMPONENTES Y CONTROL DEL PROTOTIPO

3.1.Tolva



3.2.Rotor



3.3.Chasis

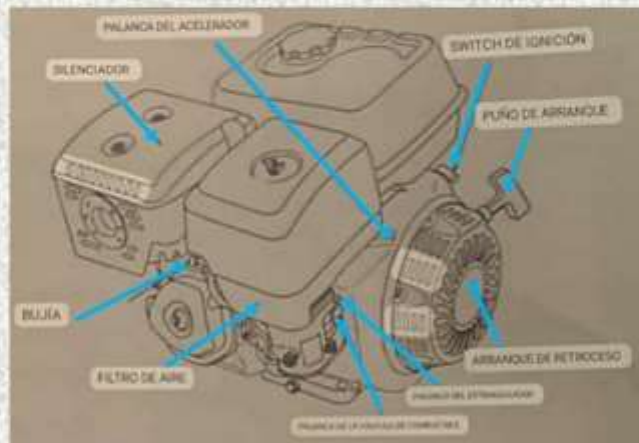


3.4. Tolva salida

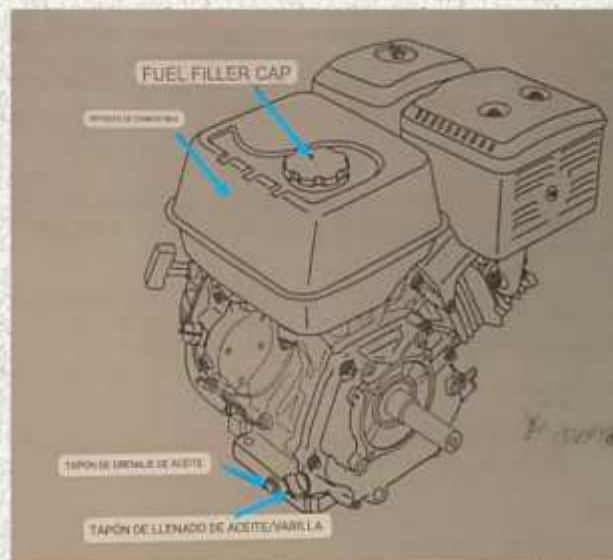


3.5. Componentes del motor ILGA G420F

Las siguientes figuras son tomadas del manual de operación del motor integrado a la máquina picadora, permite conocer su funcionalidad posteriormente.



- Otros componentes del motor



4. CONTROLES DEL MOTOR

4.1.Válvula de combustible

Abre y cierra el paso del combustible entre el tanque de combustible y el carburador. la palanca debe estar en **ON** para que el motor funcione, cuando el motor no esté en uso la válvula debe estar en apagado para inundar el carburador.



4.2.Palanca de acelerador

La palanca controla la velocidad del motor, para moverla en direcciones se determina: izquierda rápido(liebre) y derecha lento (tortuga)



4.3. Interruptor del motor

Este interruptor activa y desactiva el sistema de encendido, debe estar en posición **ON** para que funcione, caso contrario, si se gira el interruptor el motor se detiene.



4.4. Palanca de estrangulamiento

Abre y cierra la válvula del carburador, la posición **OFF** permite la mezcla de combustible para arrancar un motor frío, la posición **ON** proporciona la mezcla de combustible correcta para la operación después del arranque y para reiniciar un motor caliente.



4.5. Empuñadura de arranque

Es el sistema de arranque con una cuerda, esta se jala con fuerza para el movimiento de accionar el arranque al motor, siempre y cuando se haya abierto las válvulas mencionadas en los puntos anteriormente.



5. RECOMENDACIONES PREVIAS PARA LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA.

5.1. Sobre el área de trabajo

El prototipo picador debido a que es semimóvil se lo puede transportar a cualquier sitio y ubicar para la realización del trabajo de picado, luego de la revisión previa para su funcionamiento.

- Para caída libre se lo coloca en cualquier sitio, siempre que se observe que tenga estabilidad y firmeza donde el picado vaya ser almacenado.



- Para ensilaje el prototipo debe encontrarse estable, proceder a colocar sacos sujetos a la máquina para que puedan llenarse o sujetar el costal de los lados para que se pueda llenar y almacenar el picado de forraje o abono, con la precaución de que no se llene completo ni haya taponamiento en la tolva de salida.



Área de almacenamiento
ensilado directo

- Para el aporte de materia orgánica directa en campo abierto, se puede transportar la máquina al predio y realizar el picado de material de podas de árboles y apuntar hacia los sitios donde se requiera aplicar, ajustando el ángulo de reflexión en la tolva de salida:

6. CHEQUEO PREVIO A LA OPERACIÓN.

Revisar todos los elementos de la máquina estén ajustados y ubicados en la posición correcta.

6.1.Reposteo del tanque de combustible del motor y aceite

Primordial la revisión del contenido de gasolina del tanque de combustible del motor y el estado del filtro de gasolina, para que se ejecute el funcionamiento normal de la máquina picadora de forraje y abono orgánico.

- Revisar el nivel de gasolina y aceite.
- Verificar el tanque de combustible que se encuentre en su máximo llenado o estimando una cantidad acorde al trabajo que se va a ejecutar.
- Considerar que la gasolina sea de buena calidad, se encuentre en buenas condiciones.
- Al momento del reposteo tener precaución de que no ingresen impurezas y que no vaya a existir derrames alrededor de la máquina.



- En la revisión, la tapa del tanque de combustible del motor debe estar bien sellada, asegúrese que este correctamente colocada.



6.2. Chequeo de la parte externa

De manera paulatina realice la revisión de la parte externa de la máquina picadora en su totalidad.

- Verifique que no se encuentre fisuras ni óxidos en su estructura metálica que perjudique al funcionamiento normal de la máquina, además revise que sus pernos se encuentren correctamente colocados.



- Revisión de la tensión de las bandas que unen las poleas y verificación que su cubierta protectora este colocada correctamente, además verifique la rodadura de llantas para el transporte.




6.3.Revisión parte interna

- Primordial que, en las partes internas del prototipo, no se encuentre restos de material picado adheridos a la máquina o que obstaculicen el paso.
- Verificación dentro de la tolva no se encuentren restos de material vegetal que impida la entrada del mismo, y el mal funcionamiento de la máquina.



- Revisar la parte interna de la salida del material picado verificar que no se encuentren grumos o restos adheridos a los extremos que impidan el funcionamiento normal de la máquina.



Verificar que la tapa reguladora se encuentre funcional.

Verifique que no restos acumulados

- Importante revisar de vez en cuando el estado de las cuchillas, que se encuentren afiladas y en buenas condiciones.

7. PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.

7.1. Para el encendido

- Control válvula de combustible y estrangulamiento, para realizar el encendido deben encontrarse en posición **ON** de esta forma permite el paso de la gasolina al motor.



- La palanca aceleradora debe encontrarse en posición lento (**slow**) o en el símbolo de la tortuga esto permitirá el arranque normal y conforme se va utilizar la máquina colocar en posición rápido (**Speed**) o símbolo de liebre.



- Introduzca la llave del motor y gire en **ON** (encendido), esto permitirá continuar con el proceso de arranque.



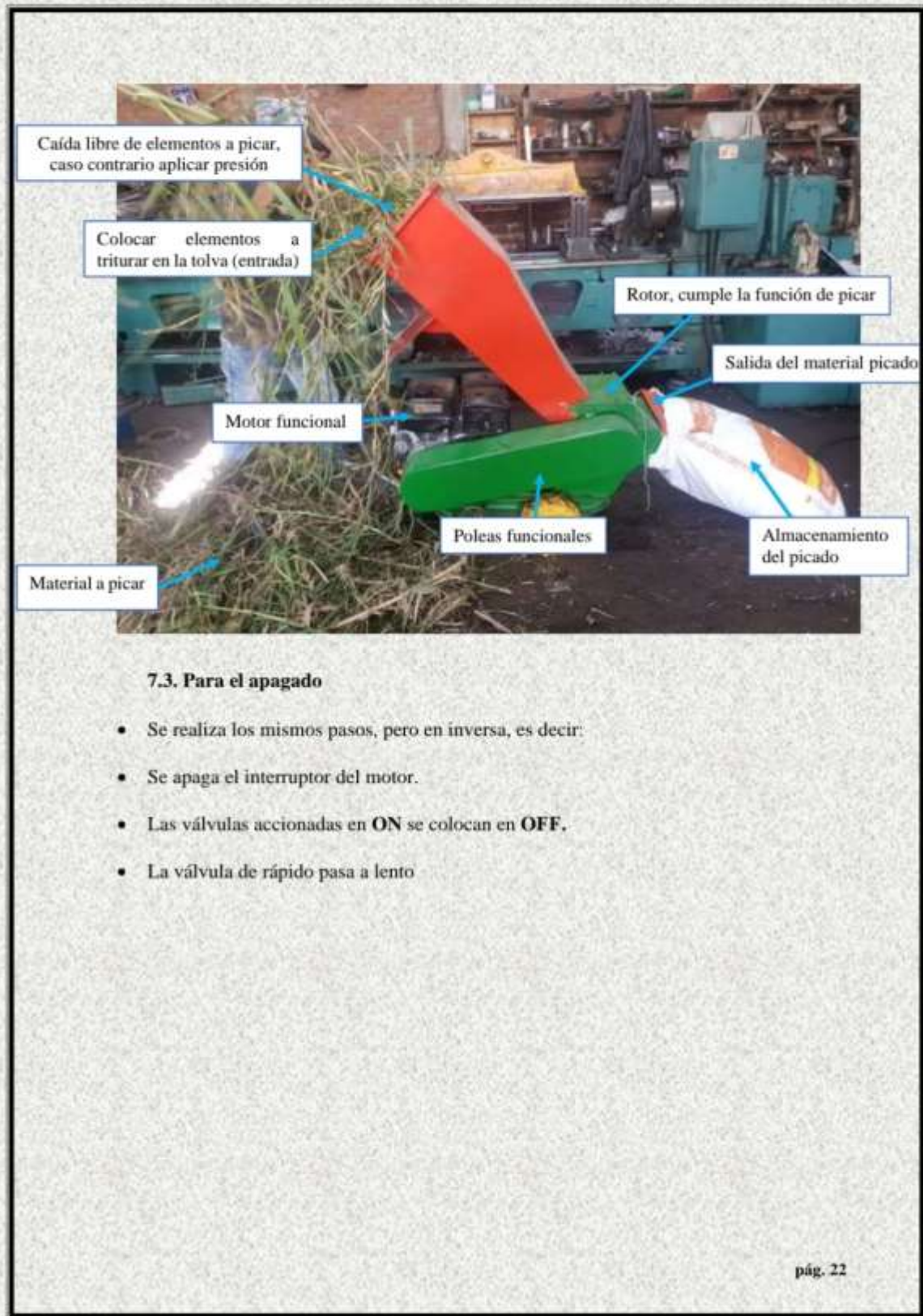
- Al final de todos los pasos anteriores para el arranque, se debe halar la empuñadura con fuerza para accionar el encendido del motor.



7.2. Proceso de picado

Una vez que la máquina se encuentre estable y haya realizado su calentamiento recomendable (3 min) proceder a las siguientes acciones.

- Verificar el funcionamiento pleno de la máquina, además escuche con detenimiento si no se presenta alteraciones en el ruido.
- Colocar en la tolva con precaución por manojos el material a triturar o picar.
- En la salida del material colocar un costal para almacenar el forraje y abono, caso contrario dejarlo en salida libre o en el lugar que se va ubicar.
- Ir llenando de a poco, evitando los taponamientos o se presenten obstáculos.
- Al finalizar verifique que todo el material haya pasado y proceder al apagado de la máquina.






8. RECOMENDACIONES Y MANTENIMIENTO DEL PROTOTIPO

- Realizar el cambio de aceite semi sintético (10W/30 SAE) cada 6 meses para garantizar la vida útil del motor o cuando lo requiera.
- Es recomendable afilar las cuchillas del roto por lo menos una vez al año para no perder dimensiones de tamaño de corte.
- Las bandas del motor deben cambiarse una vez al año, o en caso de que presente ruidos, vibraciones y dificultades al arrancar se deberá realizar un cambio de bandas.
- La lubricación de la chumacera y los ejes rotatorios deben ser constante, una vez al mes o cada tres meses depende del uso
- Si durante el trabajo presenta problemas con el picado o la máquina, accionar el botón de emergencia.
- En caso de presentar alguna avería debe llevarse al taller para una revisión completa.

Anexo 2.

Precios de máquinas Picadoras

Tabla de costos de máquinas picadoras		
Figura	Descripcion	Precio
	Picadora De Forraje J130p 3 Hp 110/220	U\$S 1.789
	Picadora De Forraje J130p 5 Hp 110/220	USS 1.989
	Picadora De Precisión Jf 40 Maxum P/motor Elec 10 Hp Trif	U\$S 5.231



Picadora Jf 40p P/motor
Eléctrico De 75 Hp Weg 3600
220/440

U\$S 7.455



Picadora De Preckon Jt
40 Maxoum P/motor Gasolina
16 Hp

USS 4.739

Nota: Los costos visualizados son reflejados en la página web mercado libre, CASAMOTO y SUKAMPO.

En la presente tabla se puede visualizar los costos de maquinarias picadoras, con el propósito de hacer comparación con una máquina comercial en términos de precios.

Anexo 3.

Registro de ensayos

REGISTRO DE ENSAYOS								
Rep.	Hora	Fecha	Material	Entrada Kg	Salida Kg	Gasolina (inicial) cm	Gasolina (final) cm	Tiempo (seg)
1	10h00	10/06/2022	Atarraya	15.1	14.9	8	7.9	20
2	10h15	11/06/2022	Atarraya	13.6	13.4	7.9	7.8	15
1	09h50	21/06/2022	Raquis Plátano	28.3	28.1	7.8	6.9	71
2	10h05	21/06/2022	Raquis Plátano	26.8	26.5	6.9	6.3	56
1	15h25	01/07/2022	King grass	13.1	13	6.3	6.1	20
2	15h40	01/07/2022	King grass	11.4	11.3	6.1	5.9	17
3	15h50	01/07/2022	King grass	3.3	3.3	5.9	5.8	12
1	16h15	01/07/2022	Rest de poda.	13.2	12.8	5.8	5.5	83

Nota: Modelo de registro que se llevó a cabo para realizar los ensayos del prototipo picador.

Anexo 4.

Registro de tamizado

REGISTRO DE TAMIZADO				
Tamiz 1 (Kg) 1 - <1 cm	Tamiz 2 (Kg) 2.5 cm	Tamiz 3 (Kg) 5 cm	Tamiz (kg) > 5 cm	Total
Tamizado de atarraya de maíz (muestra 3,1 kg)				
0.37	0.37	0.19	0.10	1.03
0.41	0.36	0.15	0.12	1.04
0.38	0.36	0.17	0.10	1.01
0.38	0.40	0.15	0.09	1.02
0.41	0.35	0.15	0.12	1.03
0.39	0.37	0.16	0.11	1.03
5.13				
Tamizado Raquis de plátano				
0.50	0.34	0.14	0.08	1.05
0.46	0.33	0.13	0.10	1.02
0.47	0.29	0.14	0.11	1.01
0.49	0.34	0.13	0.09	1.05
0.47	0.31	0.11	0.10	0.99
0.48	0.32	0.13	0.10	1.02
5.12				
Tamizado King grass (muestra 1,1 kg)				
0.68	0.18	0.14	0.06	1.06
0.51	0.23	0.12	0.20	1.06
0.63	0.21	0.1	0.08	1.02
0.55	0.18	0.12	0.16	1.01
0.57	0.19	0.14	0.12	1.02
0.588	0.198	0.124	0.124	1.03
5.17				
Tamizado resto de poda (muestra 1,06 kg)				
0.3	0.3	0.3	0.2	1.1
0.3	0.3	0.4	0.1	1.0
0.3	0.3	0.4	0.1	1.0
0.3	0.3	0.3	0.2	1.0
0.3	0.3	0.3	0.2	1.1
0.3	0.3	0.4	0.1	1.0
5.22				
Prom.				

Anexo 5.

Tabla de porcentajes de tamizado por kg tamizado

Contenido de tamizado (%)				
Tamiz #	Atrarraya de maíz	Raquis Plátano	King Grass	Rest.Poda
Tamiz 1	38	47	57	26
Tamiz 2	36	31	19	27
Tamiz 3	16	13	12	33
Tamiz 4	10	9	12	14

	Atrarraya de maíz	Raquis Plátano	King grass	Rest.Poda
Tamiz 1 (Kg) 1 - <1 cm	0.39	0.48	0.59	0.27
Tamiz 2 (Kg) 2.5 cm	0.37	0.32	0.20	0.28
Tamiz 3 (Kg) 5 cm	0.16	0.13	0.12	0.35
Tamiz 4 (kg) > 5 cm	0.11	0.10	0.12	0.15
Total (kg)	1.03	1.02	1.03	1.05

En la tabla se presenta los porcentajes del tamaño de corte presentando una homogeneidad en lo que es para forraje y abono, basado en los kg tomados como muestra para la realización de los ensayos.

Anexo 6.

Rendimiento de la máquina en otras unidades de medida

Rendimiento de la máquina en otras unidades					
Material	Material Total Picado (kg)	Tiemp. Prom. Cort (s)	Kg/h	Lb/H	qq/h
Atarraya de maíz	28.3	35	2910.86	6403.89	64.04
Raquis de Plátano	54.6	127	1547.72	3404.98	34.05
King Grass	27.6	49	2027.76	4461.06	44.61
Resto de poda de arboles	12.8	83	555.18	1221.40	12.21

Anexo 7.

Fotografías de campo



1. Proceso de tamizado de las muestras



2. Almacenado de picado



3. Clasificación y medición del tamaño de las partículas del picado de las muestras



4. Revisión del tanque de gasolina



5. Picado de la muestra restos de podas de arboles



6. Picado de raquis de plátano



7.Desmonte de la máquina



8.Arranque de la máquina

Anexo 8:

Certificación de traducción Abstract



Loja, 12 de junio 2023

Magister

JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE
LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

C E R T I F I C O:

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado: **Evaluación del funcionamiento de un prototipo de máquina picadora para la obtención de elementos triturados de forraje y residuos de cosecha.**, de autoría de Lider Augusto Alvarado Pardo, C.I. 1150478871, de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico y autorizo hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M.Ed.

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE
LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**