



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**SEDE IBARRA**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES**

**“ECAA”**

**INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA MECANIZADA DE LABRANZA SECUNDARIA  
PARA LA REHABILITACIÓN DE POTREROS ESTABLECIDOS EN SUELOS  
FRANCO ARCILLOSOS DE SAN PABLITO DE AGUALONGO”

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

LÍNEA 1: DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

SUBLÍNEA 1.2: TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS

**AUTOR:** ALCIDES CASTILLO

**ASESOR:** Dr. VICENTE ARTEAGA CADENA Msc.

**IBARRA, ENERO - 2018**



Dr. Vicente Arteaga Cadena Mgs.

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f.)  .....

Dr. Vicente Arteaga Cadena Mgs.

C.C.: 040034764-7



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f):  .....

Dr. Vicente Arteaga Cadena Mgs. (Asesor)

C.C.: 040034764-7

(f):  .....

Mgs. Diego Manuel León Tapia (Lector)

C.C.: 171166889-5

(f):  .....

Mgs. Diego Javier Jáuregui Sierra (Lector)

C.C.:172028207-6



## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, Alcides Castillo Castillo, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u generoso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, enero 12 del 2018

f): ..... *ESTIBLIDOE/AL* .....

Alcides Castillo Castillo

C.C.: 1717277576



## AUTORÍA.

Yo, Alcides Castillo Castillo, portador de la cédula de ciudadanía N°1717277576, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): ..... *Gestibcine/ac* .....

Alcides Castillo Castillo

C.C.: 1717277576



## RESUMEN

En esta investigación orientada al diseño y construcción de un prototipo de herramienta para labranza secundaria y destinada a la rehabilitación de potreros ya establecidos en la Comunidad de San Pablito de Agualongo, de manera que roture el suelo con cortes lineales a distancias entre 75 y 35 centímetros, a profundidades de 10 centímetros, de la manera como señala el objetivo central: diseñar una herramienta mecanizada de labranza secundaria que rehabilite potreros sin inversión de la capa arable ni destrucción del manto radicular vegetal, resiembra e incorpore fertilizantes al suelo, mediante el acople de mecanismos y accesorios que cumplan estas funciones para el mejoramiento productivo forrajero en suelos arcillo-arenosos; para lo cual, se desarrollaron tres fases bien definidas: **a.** El modelado del chasis y los accesorios para la roturación del suelo, la tolva para el depósito de semillas y fertilizantes. **b.** El ensamblaje de las piezas y accesorios que funcionen y ejecuten labores indispensables para la rehabilitar potreros, y **c.** Validación del prototipo mediante un ensayo de campo: DBCA con tres tratamientos, incluido el testigo y tres repeticiones: Los resultados logrados de conformidad con el objetivo propuesto, concluyéndose que la herramienta es eficiente para el fin que fue diseñada.

Palabras claves: Diseño artesanal, herramienta mecanizada, rehabilitación de potreros, labranza secundaria.



## ABSTRACT.

In this research aimed at the design and construction of a prototype tool for secondary tillage and intended for the rehabilitation of paddocks already established in the Community of San Pablito de Agualongo, so as to break the soil with linear cuts at distances between 75 and 35 centimeters , at depths of 10 centimeters, in the manner indicated by the central objective: to design a mechanized tool for secondary tillage that rehabilitates paddocks without inversion of the arable layer or destruction of the plant root mantle, replant and incorporate fertilizers into the soil, by coupling mechanisms and accessories that fulfill these functions for the productive improvement forage in clay-sandy soils; for which, three well-defined phases were developed: a. The modeling of the chassis and the accessories for the plowing of the soil, the hopper for the deposit of seeds and fertilizers. b. The assembly of the parts and accessories that work and perform essential tasks for the rehabilitation of paddocks, and c. Validation of the prototype through a field trial: DBCA with three treatments, including the control and three replications: The results achieved in accordance with the proposed objective, concluding that the tool is efficient for the purpose it was designed.

.

Keywords: Craft design, mechanized tool, paddock rehabilitation, secondary tillage.



## DEDICATORIA.

El presente trabajo se lo dedico a dios y a mis padres Manuel Castillo Sánchez y Eusebia Castillo Cobacango, al constante apoyo y esfuerzo por alcanzar el bienestar y progreso de la familia, con cariño y amor, ya que han sido el pilar fundamental en mi vida en especial por mi superación académica.

A mi hermano Wilmer Castillo y a mi hija Maritza por ser mi compañía, mi apoyo y mi fuerza para seguir adelante.

A mi hermana Pamela Paz descansa falleció cuando yo estaba en el cuarto nivel de la ECAA

A todas las personas que me brindaron su apoyo y amistad



## AGRADECIMIENTO.

Primero le doy las gracias a Dios por haberme dado vida y salud para seguir y culminar mi carrera, a mi familia por su apoyo incondicional, a quienes fueron mis docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra y a todos quienes de una u otra forma han contribuido para la conclusión de este trabajo de titulación.

Al Dr. Vicente Arteaga Cadena, por su apoyo profesional, compromiso y amistad brindada para la realización de este trabajo de titulación.

Mgs. Diego Manuel León Tapia, por su apoyo profesional, y ser un guía para terminar mi carrera profesional.

Mgs. Diego Javier Jáuregui Sierra, por su apoyo, aportes y total colaboración para poder terminar mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	II
AUTORÍA.....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.3. OBJETIVOS .....	20
1.3.1. Objetivo General .....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Hipótesis .....	21
1.5. Variables .....	21
1.5.1. Independientes (Factores en Estudio) .....	21
1.5.2. Dependientes .....	21
CAPÍTULO II.....	22
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1. Antecedentes relacionados con esta investigación .....	22
2.2. Ecosistemas de pastos y forrajes.....	23
2.3. La práctica de rehabilitación de potreros más habituales .....	24
2.4. Potreros .....	26
2.4.1. Técnicas de intersembrado de pasturas .....	27
2.4.2. Ventajas de la Intersiembrado aplicada a las Pasturas .....	27
2.4.3. Mecanización de la Intersiembrado.....	29

2.5.	Comportamiento de los animales que cosechan el pasto .....	30
2.5.1.	Dinámica ecológica y materia orgánica en el suelo .....	31
2.5.2.	Papel del humus en el suelo .....	33
2.5.3.	El crecimiento de las plantas forrajeras.....	34
2.5.3.1.	Las raíces .....	35
2.5.3.2.	Las hojas .....	35
2.5.3.3.	Los tallos .....	36
2.5.4.	La multiplicación de las plantas forrajeras.....	36
2.6.	Las Gramíneas .....	37
2.6.1.	Rye Grass Perenne .....	37
2.6.1.1.	Rye Grass Híbrido .....	39
2.6.1.2.	Rye Grass de Rotación Corta y Rye Grass Anual .....	39
2.6.2.	Pasto Ovillo o Azul Orchard .....	40
2.7.	Leguminosas .....	40
2.7.1.	<i>Trifolium pratense</i> .....	41
CAPÍTULO III .....		42
3.	MATERIALES Y METODOLOGÍA .....	42
3.1.	Materiales y Equipos .....	42
3.2.	Enfoque, modalidad y tipo de investigación.....	42
3.2.1.	Enfoque .....	42
3.2.2.	Tipo de investigación .....	43
3.3.	Ubicación de la Investigación.....	43
3.3.1.	El suelo.....	44
3.3.2.	Altitud.....	44
3.3.3.	Modalidad.....	44
3.3.4.	Manejo de la investigación.....	44
3.4.	Diseño Experimental.....	46
3.4.1.	Tratamientos.....	46
3.4.2.	Repeticiones .....	47
3.4.3.	Unidad experimental .....	47
3.4.4.	Esquema del ADEVA .....	48
3.4.5.	Pruebas de significancia .....	48
3.4.6.	Variables e Indicadores .....	48
3.5.	Determinación de la cantidad de materia verde y porcentaje de materia seca. 48	
CAPÍTULO IV .....		50

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1. Diseño y construcción de una herramienta prototipo para labranza secundaria 50	
4.2. Determinación de materia verde y seca en el ensayo de campo .....	52
4.3. Determinación de materia seca (MS) en % .....	57
4.5. IMPACTOS .....	59
CAPÍTULO V .....	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
<b>REFERENCIAS</b> .....	69
<b>ANEXOS</b> .....	71
ANEXO. Medidas de parcela y el ensayo en el campo .....	71
ANEXO. Instalación de riego en la parcela del ensayo en el campo .....	76
ANEXO. Germinación y desarrollo de pasto en la parcela del ensayo .....	78
ANEXO. Elaboración del instrumento para hacer el primer corte y sacar muestras de cada parcela.....	80
ANEXO. El primer y el segundo corte y pesar para sacar muestras de cada parcela ...	81
ANEXO. El primer y el segundo ensayo para sacar materia seca.....	84
ANEXO. Corte total de materia verde de todos los lotes .....	89
ANEXO. Tipos de pastos y mezcla .....	91
ANEXO. Socialización con la herramienta del diseño de proyecto .....	93
ANEXO. Equipos y herramienta utilizados del diseño de proyecto .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Análisis de varianza para materia verde primer corte .....	52
Tabla 2. Prueba de tukey al 5% para materia verde primer corte.....	53
Tabla 3. Análisis de Varianza para Materia Verde Segundo Corte.....	54
Tabla 4. Prueba de Tukey al 5% para Materia Verde Segundo Corte.....	55
Tabla 5. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (ms) .....	57
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para Materia Seca.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Producción de materia verde en kg/ tratamiento del primer corte. ....	53
Figura 2: Producción de materia verde en kg/ tratamiento del segundo corte. ....	55
Figura 3: Resultados de la comparación entre la producción de mv. en kg. entre primer y segundo cortes. ....	56
Figura 4: Producción de materia seca en % (g/100).....	58
Figura 5: Pregunta 1 .....	61
Figura 6: Pregunta 2 .....	62
Figura 7: Pregunta 3 .....	62
Figura 8: Pregunta 4 .....	63
Figura 9: Pregunta 5 .....	63
Figura 10: Pregunta 6 .....	64
Figura 11: Pregunta 7 .....	64
Figura 12: Pregunta 8 .....	65
Figura 13: Pregunta 9 .....	65

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1: Montaje de la tolva y sus accesorios en el chasis .....	50
Fotografía 2: Montaje de la tolva y sus accesorios en el chasis .....	51
Fotografía 3: Poniendo la semilla de pasto lista para el ensayo en el campo.....	71
Fotografía 4: Divisiones de las parcelas para el ensayo de 445m <sup>2</sup> cada uno total 9.....	71
Fotografía 5: Pasado el subsolador por las parcelas .....	72
Fotografía 6: Pasado el subsolador a 0.75 cm las parcelas T1 y se ve el testigo (t).....	72
Fotografía 7: Pasado el subsolador a 0.35 cm las parcelas T2 .....	73
Fotografía 8: Evidencia de la caída de la semilla de pasto en la abertura del subsulado	73
Fotografía 9: Evidencia del corte a 0.75cm del subsolador.....	74
Fotografía 10: Evidencia de corte a 0.35 cm del subsulado lineales.....	74
Fotografía 11: Evidencia de la caída de la semilla de pasto y la profundida del subsulado a 0,10cm .....	75
Fotografía 12: Evidencia de la anchura del corte del subsolador a 0.3cm .....	75
Fotografía 13: Evidencia de algunos arreglos en las parcelas de algunas chambas viradas .....	76
Fotografía 14: Evidencia de algunos arreglos e instalación del agua de riego.....	76
Fotografía 15: Evidencia de instalación de manguera nueva .....	77
Fotografía 16: Evidencia de instalación de manguera nueva y sus accesorio. ....	77
Fotografía 17: Evidencia de instalación de aspesor e instaldo el riego. ....	78
Fotografía 18: Evidencia del inicio de la germinación del pasto en el campo.....	78
Fotografía 19: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo.....	79
Fotografía 20: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo a los 60 días despues de la siembra .....	79
Fotografía 21: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo cubriendo o serrando lo subsulado .....	80
Fotografía 22: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo cubriendo o serrando lo subsulado .....	80
Fotografía 23: Instrumento terminado 1m x 1m para cortar las muestras de las parcelas .....	81
Fotografía 24: Instrumento 1m x 1m para cortar las muestras de las parcelas.....	81
Fotografía 25: Cortado un muestreo luego pesar 12 muestras en cada parcela.....	82
Fotografía 26: Cortado muestras en diferentes parcelas.....	82

Fotografía 27: Cortado 12 muestras luego para pesar en cada parcela .....	83
Fotografía 28: Pesando muestras de diferente parcela .....	83
Fotografía 29: 12 muestras de una parcela. ....	84
Fotografía 30: Materiales y los 9 muestras para obtener materia seca. ....	84
Fotografía 31: Cortando lo pastos en pequeños trozos de 9 lotes de 100gr para obtener materia seca. ....	85
Fotografía 32: Pesando 100gr para obtener materia seca de las 9 muestras durante 48 horas. ....	85
Fotografía 33: Sacando y pesando las muestras ya obtenidas los pesos no varian .....	86
Fotografía 34: Sacando y pesando las 9 muestras. ....	86
Fotografía 35: Evidencia de la obtención de la materia seca de los 9 lotes del ensayo. ....	87
Fotografía 36: Evidencia del segundo corte a los 45 días de los 9 lotes. ....	87
Fotografía 37: Evidencia del segundo corte de materia verde las 12 muestras por lote del ensayo. ....	88
Fotografía 38: Evidencia del segundo ensayo de laboratorio semi secado 21 horas....	88
Fotografía 39: Evidencia del segundo ensayo de laboratorio obteniendo la M.C. de los 9 lotes.....	89
Fotografía 40: Evidencia del corte total del terreno del ensayo .....	89
Fotografía 41: Corte del primer ensayo y de todos los lotes .....	90
Fotografía 42: Recolección de toda materia verde, después del corte a los 15 días el rebrote.....	90
Fotografía 43: Semillas de pasto y trebol rojo.....	91
Fotografía 44: Semillas de pasto y trebol rojo.....	92
Fotografía 45: Mezcla de todas las semillas y humus .....	92
Fotografía 46: Socialización sobre la maquinaria con los Comuneros .....	93
Fotografía 47: Las preguntas que me estan haciendo sobre esta herramienta del subsolador .....	93
Fotografía 48: Tipo de soldadora utilizado durante la elaboración del subsolador.....	94
Fotografía 49: Dobladora de toles parte frontal y posterior. ....	94
Fotografía 50: Cortadora de tol .....	95
Fotografía 51: Herramientas utilizadas en el proyecto de Titulación.....	95
Fotografía 52: Equipos utilizados para el laboratorio para obtener materia seca.....	96
Fotografía 53: Equipos para realizar los informes de Titulación. ....	96

## CAPÍTULO I.

### 1. INTRODUCCIÓN.

#### 1.1. Planteamiento del problema.

En la serranía ecuatoriana se encuentran establecidas ganaderías lecheras y de ceba que demandan de la presencia forrajera para su alimentación primaria, la productividad y mantenimiento en general. Al tratarse de animales herbívoros, su principal ingrediente alimenticio, más económico y sustentable, sin lugar a dudas, constituyen los pastos ya sean naturales o de formación artificial (De Hann, C., 2015).

El pastoreo constante y por varios años consecutivos, trae como consecuencia el asentamiento del suelo y la despoblación de pastos productivos, disminuye el desarrollo foliar y macollamiento progresivo, a cambio se establecen malezas o vegetales depredadores, tal es el caso del pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*), cardos (*Cirsium quercetorum*), diente de león (*Taraxacum officinalis*), bermudas (*Cynidon dactylon*), pacta (*Rumex crispus*), achicoria (*Chichorium intibus*), incluso plantas arbustivas como chilca (*Baccharis latifolia*) entre otras.

La preocupación de los ganaderos que hacen uso de suelos alto andinos es el deterioro de sus potreros a través del pasar del tiempo, manifestándose con reducción de la densidad y cobertura de las plantas forrajeras, tanto como la disminución de la producción de las mismas, incluso llegándose en algunos casos a la presencia de manchas sin vegetación, invasión de especies arbustivas y otras malezas que son de poco o nulo valor forrajero para la producción bovina, tanto lechera como de ceba.

La rapidez con la que los potreros se deterioran después de su establecimiento en el sector de San Pablito de Agualongo, cantón Pedro Moncayo, depende de varios factores tales

como el tipo de suelos, si son arcillosos o pesados, del clima y de manera especial del manejo que se les da a estos potreros, tal es el caso del tradicional sobrepastoreo, sobre todo si los suelos están húmedos, la escasa cobertura vegetal y el mantillo que contribuyen a la compactación, incluso con el solo impacto de las gotas de lluvia; el pisoteo intensivo y frecuente del ganado, más aún si los suelos están mojados, con mayor facilidad se da la remoción de la cubierta vegetal a través del sobrepastoreo; de igual manera afectan las sequías prolongadas, razón por la cual se buscan implementar medidas alternativas de manejo para tratar de prolongar la vida útil de los potreros ya establecidos, para este propósito se recurre a labores sumamente costosas y de impactos negativos en la estructura y textura edafológicas, tal es el caso de las labores de arada o barbecho en dirección de la pendiente, rastras repetitivas, malas prácticas agronómicas que contribuyen a las erosiones tanto eólicas como hídricas de los suelos.

Los suelos compactados no retienen agua lluvia, más bien son sujetos de escorrentías superficiales, razón por la cual dificultan el crecimiento normal de las raíces de las plantas forrajeras, impiden el intercambio de oxígeno, hacen muy difícil, sino imposible, el rebrote de las semillas, ya que no llegan a germinar las que de una u otra manera se contactan con estos suelos, de manera especial reducen el vigor de las plantas y por ende la producción de las forrajeras ya establecidas.

El problema central que se lo planteó para el desarrollo de esta investigación, consistió en la concepción surgida a partir de la disminución de la producción forrajera por unidades de superficies de suelos de la comunidad San Pablito de Agualongo, cantón Pedro Moncayo, las mismas que fueron debidamente preparadas, con costosos procedimientos mecanizados, sembradas con mezclas de semillas forrajeras mejoradas, fertilizaciones técnicamente recomendadas; sin embargo, posteriores usufructos de estos pastizales a través del pastoreo de bovinos lecheros, bajo sistemas de rotación diaria o semanal, con cercas eléctricas y hasta bajo la modalidad de sogueo, produciéndose un sobrepastoreo dañino para plantas y compactación de los suelos de estos potreros así manejados. Al poco tiempo, esto es al año o a dos años, los potreros disminuyeron las producciones de forrajes y, por ende, también las producciones de leche y caída de la condición corporal de los animales, razón por la cual se impone la necesidad de encontrar

alternativas de rehabilitación de estos potreros, sin viraje total del suelo y nuevas siembras de semillas forrajeras, actividades que de por sí son demasiado onerosas para el pequeño y mediano ganadero.

Frente al arado total o barbecho con reversión de la capa arable y mezcla de suelo y subsuelo, con la acostumbrada destrucción del manto vegetal para la renovación y siembra de nuevas forrajeras, una alternativa para este tipo de suelos es el aflojamiento a través de subsolados sin que dejen expuestas capas de plantas forrajeras y suelo, tampoco que haya destrucción radicular; para cuyo propósito se diseñó una herramienta mecánica de tracción motorizada y con capacidad para realizar cortes verticales a profundidades de hasta 10 centímetros, con fisuramientos laterales de suelo, con trazados lineales o surcos de tierra mullida de 2 a 3 centímetros de ancho, separados unos de otros, según regulaciones, por 75 centímetros y con variación de 35 centímetros (Peña, P. M., 2014), de manera que se logre aflojar la capa arable del suelo, aireación y filtración de agua para las raíces de forrajeras presentes, resiembras con mezclas de semillas forrajeras compuestas por: *Lolium perenne* (15 kg), *Dactylis glomerata* (10 kg) y *Trifolium pratense* (8 kg) para un total de mezcla de 33 Kg de semillas por hectárea, así como aplicaciones de materia orgánica en forma de humus u otro tipo de fertilizante, en cantidades de 50 kilogramos por hectárea, condiciones todas éstas para un buen desarrollo vegetativo de las forrajeras integrantes de los potreros.

En síntesis, este estudio buscó establecer un proceso mecánico biológico para la rehabilitación de potreros viejos que ya fueron establecidos, con el criterio de labranza secundaria, para cuyo efecto se adecuaron mecanismos y accesorios de tracción motorizada, que permitieron efectuar y regular la profundización del corte lineal y fisuramiento de la capa arable del suelo, resiembras y abonadura orgánica, así como otro tipo de fertilización, conservación de plantas y raíces existentes, mejoramiento de la aireación del sistema suelo-plantas en potreros ya establecidos en la Comunidad de San Pablito de Agualongo.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN.

La producción de la ganadería, tanto lechera como de ceba, en la serranía ecuatoriana se sustenta fundamentalmente en la alimentación forrajera, cosa igual sucede en la comunidad de San Pablito de Agualongo, donde la mayoría de las familias de clase media y baja tiene como principal sustento de vida la producción lechera, seguida de la agricultura a menor escala, tomándose en cuenta que se trata de productores minifundistas, con predios de 5-10 hectáreas, para 10 a 20 unidades bovinas (MAGAP, 2016).

Una necesidad prioritaria que ha esperado la toma de iniciativas de solución son los potreros que se compactan con el pastoreo continuo, disminución de la producción forrajera y bajas en la producción ganadera bovina de escala menor. Para nada es rentable renovaciones periódicas de potreros con aradas totales, preparaciones mecanizadas, tiempos de espera hasta que se vuelvan a establecer los potreros rehabilitados de esta manera, con la certeza de que, en tres años máximo, ya están compactados los suelos y los potreros despoblados de las mezclas forrajeras objeto de cultivos recientes, invadidos por malezas incluso plantas arbustivas.

La presentación de alternativas de solución, viables para los campesinos ganaderos de la comunidad en referencia, que sean ejecutables, sin inversiones costosas y que habiliten en corto tiempo la productividad de estos potreros ya establecidos y desmejorados por la compactación, como consecuencia del pastoreo intensivo y manejo inadecuado de los potreros ya formados. De tal manera que, a través de prácticas de labranza secundaria, a partir de diseños, adecuaciones de mecanismos y accesorios para un prototipo de tracción motorizada, el ajuste de las rejas, cuchillas, timones y otros accesorios técnicamente adecuados, se ejecuten trabajos de rehabilitación de potreros a partir de las capas de subsuelo para mejor aireación, filtraciones de agua, se renueven los crecimientos vegetales de las forrajeras integrantes de estas áreas destinadas a pastoreo.

Una vez realizadas las enmiendas antes referidas, se resembrarán semillas de mezclas forrajeras tales como rye grass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*), en cada una de las líneas de corte de suelo y subsuelo, así como las aplicaciones de materia orgánica en forma de humus. De igual manera se hará un seguimiento hasta la fase de potrero artificial, para la evaluación de este conjunto de actividades de rehabilitación de potreros.

Los beneficiarios de esta investigación, serán los productores lecheros de la comunidad en referencia, así como todos quienes encuentren en esta investigación una alternativa de solución a la falta de producción forrajera como consecuencia de compactaciones de potreros sometidos a pastoreos intensivos.

### **1.3. OBJETIVOS:**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

Diseñar una herramienta mecanizada de labranza secundaria que rehabilite potreros sin inversión de la capa arable ni destrucción del manto radicular vegetal, que resiembre e incorpore fertilizantes al suelo, mediante el acople de mecanismos y accesorios que cumplan estas funciones para el mejoramiento productivo forrajero en suelos franco-arcilloso.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Implementar una herramienta mecanizada a través del diseño y acoples mecánicos para labranza secundaria que permita la aireación, resiembra y fertilización de potreros ya establecidos.
2. Determinar el uso práctico de la herramienta diseñada mediante evaluaciones de indicadores productivos como: materia verde y materia seca producida por hectárea de forraje para la validación de su uso agrícola.

3. Organizar a los ganaderos minifundistas de la comunidad San Pablito de Agualongo para compartirles los resultados de la investigación con el fin de que cuenten con una alternativa práctica aplicable en sus predios ganaderos.

#### 1.4. Hipótesis.

El prototipo de herramienta mecanizada diseñado para la realización de labranza secundaria, aflojamiento de suelos, resiembras forrajeras y aplicación de fertilizantes en potreros ya establecidos, en la comunidad de San Pablito de Agualongo, mejora significativamente la producción forrajera de los mismos.

#### 1.5. Variables:

##### 1.5.1. Independientes (Factores en Estudio).

- a. Profundidad de corte de cada surco: 10 centímetros
- b. Distancia entre cortes de surco a surco: 75 y 35 centímetros.

Respecto a estas variables profundidad de 10 cm y distancia entre cortes, se tomó como referencia la teoría dada por Peña, P. M. (2014), quien recomienda preparar los suelos para siembra de pastos a 10 centímetros de profundidad. Para casos de resiembras de praderas ya establecidas, considera que es bueno distancias entre hileras de 30- 35 a 75 centímetros.

##### 1.5.2. Dependientes:

Variables	Unidades de Medida
• Materia verde	kg/ha
• Materia seca	kg/ha

## CAPÍTULO II.

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

#### 2.1. Antecedentes relacionados con esta investigación.

Los ganaderos de la serranía ecuatoriana conocen que los factores que determinan la producción, sea de carne como de leche, entre los más importantes se encuentran la producción y el manejo de pastizales, como fuentes primarias de alimentación; además, un factor complementario dado por la capacidad genética de los animales. Tanto ganaderos como los entendidos en pastizales se enfrentan constantemente al dilema de compaginar la población animal a la variable producción de forrajes.

Las condiciones de suelos y climas constituyen los determinantes de la producción de pastos y forrajes, factores que afectan también a los rendimientos y de manera directa, por cierto, que son las condiciones económicas las que permiten decidir dónde, cómo y cuándo se deben producir la mayoría de pastos y forrajes.

Cada uno de los ganaderos debe considerar la producción de pastizales desde el punto de vista de su adaptación a las características de sus fincas, puesto que ellos tienen limitaciones en sus recursos, humanos, económicos y de suelos, en especial si éstos son de extensiones limitadas y sometidos a producciones intensivas, muchas veces con sobrecargas animales sin importar las variaciones climáticas que con frecuencia se dan en estos últimos años como efectos de las actividades antrópicas que recaen sobre la naturaleza en general.

Es evidente que cualquiera que sea la ubicación de la ganadería lechera en la serranía ecuatoriana, el pastoreo es la fuente de alimentación más económica para estos animales,

tanto más que suministran un insustituible equilibrio nutritivo, en relación directa con la mezcla forrajera, la edad de las plantas y la palatabilidad de las mismas. Lo dicho se sintetiza mejor a criterios de Cocimano, M., Lange, A. y Menvielle, E. (2012), quienes proponen dos premisas fundamentales, la disposición de pasturas adecuadas para los fines productivos, y que las pasturas sean de alta calidad nutritiva, en proporción al complemento integral dado por la mezcla forrajera.

## 2.2. Ecosistemas de pastos y forrajes.

Si se parte de la realidad que se vive en la serranía ecuatoriana y en la ganadería de minifundio principalmente, esto es la masa animal en suelos de diferentes categorías agroproductivas, sometidos a condiciones climatológicas que, a la postre, regulan la producción de pastos y forrajes con una enorme heterogeneidad de factores que inciden, directa e indirectamente en las especies forrajeras; de tal manera que, como señala Paretas, J. (2011), se da una combinación de factores que integran el complejo suelo-planta-animal-hombre, ya que en él inciden e interactúan todos los elementos que afectan la producción, tal es el caso de la utilización y permanencia de las forrajeras, de manera que se diferencia de otros ecosistemas ya sea por el tipo de suelo, ya por el clima y, tanto más por los insumos que se destinan a los cultivos o a los animales, sumándose finalmente la incidencia dada por el manejo que se les da para su explotación, protagonizada esta última acción por el ganadero como integrante del complejo sistema en referencia.

De manera coincidentemente, De Hann, C. (2015) y Paretas, J. (2011), señalan en síntesis que los bajos rendimientos y vida útil de los pastos andinos se debe a seis factores fundamentales: ecosistema pastos y forrajes, relación del cuadrinomio suelo-planta-animal-hombre, de manera especial el sistema de manejo determina la productividad y persistencia de los pastos y forrajes, de suerte que el deterioro de los suelos, plantas forrajeras y masa ganadera se lo puede solucionar con un sistema de manejo técnicamente concebido y practicado día a día, evitando el sobrepastoreo tradicional por ejemplo.

### 2.3. La práctica de rehabilitación de potreros más habituales.

Para Peña, P. M. (2014), entre las prácticas más habituales y que tiene como finalidad rehabilitar suelos destinados a pastoreo, se encuentran: las labores ordinarias que tiene la finalidad de darle al suelo las características ideales para servir de sustento para las semillas, facilitar su germinación y los posteriores crecimientos, ya sea de primera instancia como de rebrote y macollado; entre estas labores que se las practica con el arado son: la roturación, el cruce, recuce, el mullido final o rastrado, incluso se habla de la escarificación, todas estas labores se las ejecuta entre a 8 o 10 centímetros de profundidad, dependiendo del tipo de suelo, la mezcla forrajera y el destino de la misma.

La misma fuente (Op. cit.), conforma de su experiencia personal y las prácticas más habituales en cuanto a manejo y preparación de suelos destinados a producir pastos, es recomendable prácticas de subsolado profundo, hasta 20 y 25 centímetros, con la finalidad de renovar la capa arable, aflojar subsuelo, aumentar la aeración y circulación de agua en los suelos así tratados.

Ibarra, F. A., Martín R. M. y Ramírez. F. Felipe (2011), respecto a las rehabilitaciones de los suelos para cultivos forrajeros hacen las siguientes consideraciones:

- a. Las labores de preparación del suelo tienen la finalidad de ajustar un ambiente ideal para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas forrajeras, de manera que haya condiciones de buena circulación de aire y agua entre las partículas de suelo.
- b. Permitir condiciones de estabilidad y desarrollo de la micro biota del suelo, ya los microorganismos tales como bacterias de vida libre o simbióticas, hongos micorrízicos que se apoyan en las raíces de las plantas, todos buscan la solubilización y el incremento de la absorción de nutrientes, aumentando la fertilidad de los suelos y estimulando permanentemente el crecimiento de los

vegetales forrajeros, así como otros que se encargan de proteger a las plantas del ataque de patógenos.

- c. En conclusión, en suelos degradados estructuralmente, se da una reducción de los espacios porosos entre los agregados, suelos compactados no permiten la circulación ni almacenamiento de aire y agua, reduciendo el crecimiento radicular y la microfauna de dichos suelos también se disminuye y/o desaparece.

Frente a las argumentaciones anteriores, las industrias de maquinaria agrícola como la Jhondeer, Massyferguson, Ford, Caterpillar, entre otras (MAGAP, 2016) han generado una serie de herramientas para descompactar a los suelos que han perdido su dinámica edafológica y biótica a la vez, para ello han diseñado subsoladoras, arados de discos, cinceles en hileras; herramientas de tracción motorizada potente y que rompe capas de suelo y subsuelo a profundidades de hasta 25 y 30 centímetros, con distancias entre surcos de 60 a 80 centímetros, sin embargo destruyen todo el manto edáfico desde la profundidad hacia la superficie, removiendo todo para tener que iniciar con el mullimiento a través de aradas, cruces y recruces (Ibarra, F. A., et. al. 2011 y Molina, O. 2014).

#### 2.3.1. Herramientas disponibles.

Entre las herramientas que permiten prepara el suelo para los cultivos se encuentran las denominadas de labranza primaria, esto es que roturan el suelo antes de la siembra, por tanto, se realizan con herramientas pesadas que causan mucha presión en el suelo y que causan mucho consumo de fuerza de tracción, entre las que se encuentran arados de vertedera, de discos, rastras de discos, cinceles y subsoladores (Arnold, G.W. and Dudzinski, M.L., 2015).

Thomson, N.A. and Barnes, M.L., (2015), consideran que labranza secundaria comprende todas aquellas operaciones que se realizan en el suelo después de las araduras, antes de la siembra para preparar la cama de semillas, así como después de la siembra para el control de malezas y adecuar al suelo para efectuar sistemas de riegos por surcos.

Por lo dicho y de conformidad con el criterio de Oskam, C. (2015), hay herramientas que roturan e invierten el perfil del suelo, en cuyo grupo se encuentran: el arado, la rastra simple y compuesta de discos, llamada también a esta última tándem, además la rastra excéntrica u offset; todas estas herramientas constan de un armazón o bastidor metálico sobre el que se monta los componentes operativos, llevan además los cuerpos que constituyen la parte operativa en sí, constan de ejes horizontales sobre los que se acoplan los discos separados por piezas destinadas para este fin. Los discos que tienen diferentes diámetros y concavidades, los que son adecuados para penetrar, virar el suelo.

De conformidad con Thomson, N.A. and Barnes, M.L., (2015), tradicionalmente se acostumbra a renovar los potreros ya compactados a través del uso de arado de discos, con un viraje total de la capa superficial del suelo, es el barbecho de los suelos, condición que desmejora capa arable y subsuelo, provoca muerte de microorganismos por exposición aérea y acción de rayos solares.

Arnold, G.W. and Dudzinski, M.L. (2015), determinan que entre otras alternativas para prácticas de mejoramiento en potreros se cuenta con varias herramientas, entre las que se encuentra la grada de púas, la misma que es recomendable para el mullido y cultivo del suelo, el saque de rizomas y tallos de vegetales rastreros, así como para recolectar residuos de cosecha. Se trata de un implemento tradicional, armado en un chasis metálico en forma de triángulo equilátero, lleva acopladas argollas de tiro en sus vértices, toboganes para el transporte y aperos adecuados para el trabajo en número variable y dimensiones cambiantes, lleva además barras cilíndricas de acero inoxidable, así como puntas fijadas al chasis mediante tornillos o remaches.

#### **2.4. Potreros.**

De hecho, que existen varias definiciones de un potrero, sin embargo, la más adecuada para los fines de esta investigación es la que White, R. (2015), manifiesta como una unidad de terreno en la que se encuentran colecciones de gramíneas, leguminosas y malas hierbas, todas en conjunto sirven de alimento básico para las unidades bovinas destinadas a la producción lechera o de carne según los propósitos del o los ganaderos.

Generalmente, lo dicen Herbel, C. H. and Nelson, A. B. (2014), en las ganaderías de la pradera andina es el potrero el que provee la alimentación básica a la ganadería, forma en la cual la producción de leche o de carne bovina, son dependientes del valor nutritivo que éste posea. Es evidente que, si se pretende sustentar la producción bovina exclusivamente con alimentos balanceados o sustitutos forrajeros comprados, la ganadería es antieconómica.

Es fundamental y trascendente, como expresa Molina, O. (2014), el conocimiento de los diferentes factores que caracterizan a los potreros andinos, de manera especial desde un enfoque económico. Ciertamente que, si se quieren comprender las cualidades de las diferentes plantas que se pueden encontrar en un potero, de manera exclusiva en las unidades ganaderas de la zona andina ecuatoriana, es necesario precisar conceptos básicos referentes al crecimiento y el valor nutritivo de las plantas forrajeras propias de esta zona.

#### **2.4.1. Técnicas de intersiembra de pasturas.**

Respecto a este tema, Arnold, G.W. and Dudzinski, M.L. (2015) afirman que el término de intersiembra hace referencia a la aplicación de labores mínimas en el caso de pasturas, en tanto que, de conformidad con el informe de campo dado por John Deere (1990), citado por Litardo, M. F, et al. (2008), se conoce que la rehabilitación de praderas es definida como el mejoramiento de una pradera de pastoreo, condición que comprende la aplicación de cal, fertilizante y la siembra de las semillas de forrajes que se desee, por cierto que la rehabilitación aumenta la cantidad y calidad de los forrajes.

#### **2.4.2. Ventajas de la Intersiembra aplicada a las Pasturas.**

Thomson, N.A. and Barnes, M.L., (2015), afirma que las principales ventajas logradas con la interseembra en el caso de las pasturas son las siguientes:

1. Son alternativas a desarrollarse para el caso de suelos donde las condiciones físicas, mecánicas y/ químicas no permiten una labranza convencional con arado de rejas, por ejemplo.
2. Permite el mejoramiento cuali-cuantitativo de las praderas naturales y degradadas, lográndose un balance en el valor nutritivo de las mismas.
3. Es una manera de evitar la pérdida de humedad de los suelos, porque los mismos sufren una roturación mínima y la superficie queda cubierta de vegetación.
4. Es una alternativa para disminuir las posibilidades de erosión hídrica en suelos con pendiente.
5. Permiten esta práctica el incrementar de la fertilidad del suelo al sembrarse leguminosas inoculadas, que tienen la propiedad de fijar nitrógeno libre del aire.
6. Se logra regular el contenido de humedad, en relación con el contenido de humedad que las siembras tradicionales, debido que el terreno queda, consolidado por el arraigo de la vegetación.
7. Un detalle importante es el logro del aprovechamiento aproximadamente seis meses al no perderse el piso del potrero por concepto del viraje de la capa arable convencional.
8. Se logran reducir costos dados por labores de fertilización, semillas, maquinaria, horas hombre y otros más.

En conclusión, se puede afirmar que la intersembra es considerada una práctica conservacionista ya que causa un escaso o casi nulo perjuicio tanto a suelos como a la vegetación ya establecidas en dicho lugar de su aplicación.

### **2.4.3. Mecanización de la Intersiembr.**

Molina, O. (2014) manifiesta que, para la selección del tipo de máquina dedicada a las distintas actividades de intersembra, consideradas como labores mínimas, se deben de tomar muy en cuenta dos relaciones fundamentales para ser analizadas y evaluadas; esto es, las relaciones que se dan entre "La Máquina y el Suelo" y entre "El Suelo y la Máquina".

**Relación Máquina-Suelo:** al respecto es necesario tomar muy en cuenta el manejo mecánico del suelo tiende a modificar la densidad aparente, agregación y estabilidad de éste, variando para la plántula su medio de desarrollo en relación entre otras cosas, a la temperatura del suelo, capacidad de expansión de las raíces y movimiento del aire y agua en el suelo.

**Relación Suelo-Máquina:** es recomendable tomar en cuenta que el suelo generalmente listo de ser homogéneo, en consecuencia, debe siempre observarse el efecto del mismo sobre el funcionamiento eficiente de una máquina determinada.

Un detalle digno de tomarse en cuenta de manera constante es el tipo de densidad de la cobertura vegetal, la resistencia al corte del terreno, fricción sobre los elementos de apertura. Detalles que son necesarios de tomarse en cuenta con mucha atención antes de adoptar una decisión al respecto, esto es la decisión de la herramienta más adecuada para determinado tipo de trabajo agrícola.

Peña, P. M. (2014), afirma que es recomendable preparar los suelos para siembra de pastos a 10 centímetros de profundidad. Para casos de resiembras de praderas ya establecidas, considera que es bueno distancias entre hileras de 30- 35 a 75 centímetros.

## **2.5. Comportamiento de los animales que cosechan el pasto.**

Peña, P. M. (2014), señala que el pastoreo es considerado como el encuentro entre el animal y las plantas forrajeras, de tal manera que en dicho pastoreo intervienen por parte del animal, concretamente un bovino, el animales en cargas bajas y altas respectivamente, lo que significa la gran movilidad de estos animales y el consiguiente pisoteo de los suelos de pastoreo, de manera que en síntesis la dinámica de pastoreo se ve afectada ciertos rasgos conductuales de los bovinos, tal es el caso del comportamiento territorial que determina la necesidad por animal de un espacio vital para consumir los alimentos, una distancia de fuga que las separa de las otras compañeras de hato; la dominancia que determina las jerarquías de animales más fuertes, pesados, ágiles y otro débiles que se conforman con ser dominados, condición que los mantiene siempre a defensiva y en fuga permanente, condiciones que determinan mayor o menos movilidad diaria.

Otro factor digno de tomarse en cuenta, constituyen las heces y orina de los animales, para su explicación Oskam, C. (2015), manifiesta que a mayor consumo de materia seca y el agua consumida por parte del animal son disipadas por vía urinaria y fecal en porcentajes que varían entre el 70 y 75%, variaciones que dependen de la temperatura y humedad ambiental, de manera que la mayor presencia de estos desechos orgánicos en los pastizales, inutilizan áreas de pastoreo por la contaminación que obligadamente son rechazadas por los animales, más aún si el tiempo de ocupación del potrero es prolongado y hasta permanente.

En cuanto a los factores relacionados con las plantas forrajeras, se encuentran la disponibilidad del pasto, considerado un factor moderador en su consumo y hasta del comportamiento del animal; de igual manera la edad del pasto altera el comportamiento del animal, en especial al momento de su selección, ya que pastos tiernos son más

palatables que pastos maduros. Además, el valor nutritivo está en íntima relación con la edad de las plantas destinadas como forraje de los animales (White, R. (2015).

### **2.5.1. Dinámica ecológica y materia orgánica en el suelo.**

La Ecología es entendida como una rama de la Biología y que se encarga del estudio de las relaciones de los animales y las plantas entre sí y con el medio ambiente circundante, de tal manera que siguiendo la línea de pensamiento de Schennikov, O. (2014), son cinco los factores que interactúan en el ámbito de la Ecología: a) el clima, el aire y sus movimientos, la luz y el calor, precipitaciones, humedad del aire, etc.; b) suelo y subsuelo, caracteres físicos y químicos de los dos; c) topográficos, es el caso del relieve del suelo y de la zona que los rodea; d) animales y plantas o bióticos; e) actividades antrópicas, las que el ser humano desarrolla con fines determinados.

Para Peña, P. M. (2014), los tres primeros relativamente estáticos y los dos últimos dinámicos a los que se suman las actividades del hombre, las competencias entre plantas y el accionar de los animales, es el caso de los movimientos de las extremidades, los dientes, la lengua, su aliento sobre las plantas y el suelo, llegando a determinar incluso la composición botánica de los pastos, de tal manera que en la medida que el ganadero pueda mejorar los métodos de explotación, contribuirá directamente en la dinámica de la flora deseable en los potreros para sus animales.

Es oportuno retomar el pensamiento de Molina, O. (2014), quien sostiene que de manera independiente de la palatabilidad de los bovinos en favor o no de tal o cual pasto, las vacas tienen tendencias a: a) elegir las partes más sabrosas de la planta, la parte más frondosa cuando esta es dura, en otras palabras lo que se conoce como la defoliación progresiva de la planta; y b) de preferencia cosechan ciertas partes vegetativas, las más palatables, después otras; es decir, es el desnate de las plantas forrajeras, con preferencias del estrato superior del pastizal debido a sus características nutrimentales y alimenticias.

De conformidad con Peña, P. M. (2014), de manera concreta señala que las características deseadas de las partes estructurales de un pasto son:

- a) Una relación de hojas tallos mayor al 70%, en consideración de que como la densidad foliar se incrementa, las hojas inferiores reciben poca luz, razón por la cual la contribución de éstas al crecimiento del pasto es de poca significancia.
- b) Alta densidad de la biomasa por centímetro cuadrado, mayor de 70 g.
- c) Un índice de área foliar elevado, con una adecuada superficie de interacción, de preferencia con tendencia a la verticalidad, condición que propicia una mayor absorción de energía lumínica.
- d) Una altura media del pasto; esto es entre 15 a 30 centímetros.
- e) Dotación de un rebrote basas como fortaleza para cualquier forma de crecimiento vegetal.

Así como señalan Aello, M.S. y Gómez, P.O. (2014), en el mundo capitalista se ha difundido como vía de solución al bajo rendimiento de pastos y forrajes a la práctica de aplicar fertilizantes, en especial nitrógeno, sin pensar en los efectos negativos que provoca en la acidificación del suelo, bloqueo de minerales tales como el cobre (Cu) y magnesio (Mg), entre otros, causando destrucción de microflora y microfauna del suelo, la tetania de los pastos, así como frecuentes estados de esterilidad en el ganado bovino hembra.

En cuanto a materia orgánica, Havstad, M. and Malechek, J.C. (2014) y Hepworth, K.W., (2015), señalan que lo importante es que este material llegue a su mineralización, cuya velocidad se modifica con el aumento de la biocenosis, es el caso del estiércol de bovinos que tiene un tiempo de mineralización variable el mismo que fluctúa entre 12 a 75 días, con un promedio de 60 a 65 días, fenómeno que está sujeto a la densidad de la materia orgánica, a la concentración, a la humedad y la temperatura. De tal manera que las heces

en cantidades de 24 kg y orina en 14 kg es lo que un bovino adulto produce como materia orgánica que es depositada a diario en el área de pastoreo, la misma que está en íntima relación con la biocenosis.

Si como manifiesta Peña, P. M. (2014), las heces del bovino se momifican, no entran a la fase de mineralización, razón por la cual no pasan por la etapa de humificación, como tampoco llegan a la fase de humus, fenómeno que se produce cuando dichos materiales son depositados de manera aislada y quedan separadas entre sí en el área de pastoreo.

Al respecto, Havstad, M. and Malechek, J.C. (2014), afirman que si están cercanas unas de otras se desarrolla un microambiente ideal para la fermentación, la mineralización de la materia orgánica, la humificación, por cierto, con el apoyo de humedad y temperatura, proceso que se logra con una alta carga orgánica debidamente controlada.

En conclusión de lo anterior, se puede establecer que la materia orgánica es el medio de vida en el suelo agrícola, la fertilización como medio de nutrición para las plantas está dada en base a sustancias altamente solubles, sin embargo en la naturaleza, la nutrición es desarrollada a partir de sustancias altamente complejas y de menor solubilidad, de manera que como confirma Peña, P. M. (2014), es recomendable aportar a los potreros nitrógeno a partir de materia orgánica, para esto es práctico manejar áreas de pastoreo pequeñas, lográndose por un lado, un tiempo necesario de reposos al pasto, así como es factible utilizar altas cargas instantáneas que estimulan la biocenosis de los suelos destinados a cultivos de plantas forrajeras.

### **2.5.2. Papel del humus en el suelo.**

Para definir más exactamente al humus, se recurre al criterio autorizado de Schennikov, O., (2014), quien atribuye cualidades de humus al material orgánico altamente transformado y que ha alcanzado una estructura coloidal, posee un color oscuro y que

se lo puede encontrar en la estructura de los suelos, en el horizonte A del perfil de los suelos en porcentajes muy cambiantes, su accionar en los suelos se debe comprender desde los enfoques físico, químico y biológico.

Desde las propiedades físicas, el humus es un potente formador de estructuras edafológicas que previene a los suelos de la erosión y la deflación. Puesto que tiene una gran capacidad de absorber y retener humedad, estimula un nivel acuoso positivo para los suelos, de igual manera le da capacidad al suelo para el establecimiento de un régimen de calor indispensable para el desarrollo de las plantas, el mismo que es regulado por la capacidad transpiratoria que tiene los vegetales (*op. cit.*).

En cuanto a las propiedades químicas, se le atribuye al humus la propiedad “buffer” así como en cuanto al incremento de la absorción, cualidades que propician la capacidad edáfica de acumulación de materias nutritivas asimilables, además se destaca la cualidad asumida por los suelos de la formación granular y presencia de macroporos y la respectiva aireación muy indispensable para que los suelos sean productivos. De igual manera controla el equilibrio general de los iones absorbidos y los que se encuentran en el suelo en estado soluble, de tal forma que es el humus el elemento que determina la fijación, traslado o liberación de elementos nutritivos necesarios para la vida de las plantas, tal es el caso de N, C, Ca, Fe, P, K entre otros (*ibid*).

Finalmente, las propiedades biológicas que se le atribuyen al humus en el suelo están determinadas por facilitar, tanto a la microflora como a la microfauna, desarrollarlas las formas de vida, tanto sobre o bajo los suelos, es el humus el estabilizador de la vida orgánica en la tierra (*ib.*).

### **2.5.3. El crecimiento de las plantas forrajeras.**

Se entiende que el crecimiento de las plantas forrajeras, tal como señala Clapperton, J. L. (2013), está dado desde la germinación de las semillas, el enraizamiento, el macollado de

las hojas y tallos, hasta la época de su aprovechamiento a través de las diferentes modalidades de pastoreo, los nuevos rebrotes e incluso la multiplicación de las plantas, ya sea por semillas, por estolones, rizomas, etc.

#### **2.5.3.1. Las raíces.**

A partir de la siembra o contacto de las semillas con suelo debidamente preparado, crecen las raíces primarias, si bien temporales, según Oskam, C. (2015), permiten el crecimiento inicial de las plantas; luego, a partir de la parte inferior del tallo o cuello de la raíz, se forman y crecen las raíces adventicias. Por cierto, que la raíz principal se ramifica en secundarias y éstas a su vez, derivan los denominados pelos absorbentes que son los encargados de tomar las soluciones que se encuentran en los suelos respectivos.

Tal como señala De Hann, C. (2015), para el caso de las gramíneas se debe tomar en cuenta que tienden a formar sus raíces en sentido horizontal y no de profundidad o sentido vertical, encontrándose a la mayoría de ellas entre los 5 y 7 primeros centímetros debajo de la superficie del suelo.

En caso de tratarse de suelos bien permeables, de vez en cuando, se hallan raíces que llegan a una profundidad de 50 a 60 centímetros (Herbel, C. H. and Nelson, A. B. 2014), tal es el caso del pasto azul (*Dactylis glomerata*), las mismas que en épocas de sequía, tienen mucha importancia ya que absorben sustancias nutritivas y agua.

#### **2.5.3.2. Las hojas.**

Para Molina, O. (2014), de la planta forrajera, las hojas constituyen las estructuras vegetales más ricas, de tal manera que es recomendable aprovecharlas cuando están aún

tiernas, pues son más nutritivas e incluso palatables para los animales herbívoros. En la práctica de campo se recurre al brillo de las hojas para determinar su calidad, ya que en general las plantas con hojas dotadas de mucho brillo son de mayor valor como forrajeras, tal es el caso de las hojas del ray grass (*Lolium perenne o multiflorum*) comparadas con las hojas del holco (*Holcus lanatus*).

#### **2.5.3.3. Los tallos.**

De conformidad con lo señalado por Herbel, C. H. and Nelson, A. B. (2014), cuando los tallos de las plantas forrajeras son todavía jóvenes, están cargados de elementos nutricionales y son más palatables, no así cuando ya crecieron y/o maduraron, la palatabilidad disminuye tanto como el contenido nutritivo, razón por la cual es recomendable su aprovechamiento en un estado intermedio de crecimiento y material celular sin lignina o celulosa.

#### **2.5.4. La multiplicación de las plantas forrajeras.**

Si se toman en cuenta la forma de multiplicación que adoptan las diferentes plantas forrajeras, para Peña, P. M. (2014), se las puede clasificar en: plantas de multiplicación sexual o por semillas y de multiplicación asexual o vegetativa; esto es por estolones, rizomas y macollos.

Es necesario recalcar que las malas hierbas se multiplican únicamente por semillas, razón por la cual para evitar que se propaguen, una buena medida es evitar que florezcan, de esta manera se evita la presencia de semillas y su propagación, recalándose que una de las ventajas que se encuentra en las malezas es la riqueza en minerales. En cambio, las buenas hierbas, la mayoría si no todas las forrajeras se multiplican sexual como asexualmente.

**Estolones**, se identifican como estolones a las modificaciones del tallo y que tienen la capacidad de fijarse sobre la tierra, emitiendo cada cierto espacio raíces a partir de yemas desarrolladas para el efecto, desarrollándose así nuevas plantas.

**Rizomas**, son también modificaciones de tallos, destacándose una diferencia sustancial como es que éstos crecen bajo la tierra, emitiendo nuevas plantas a partir de estos tallos subterráneos.

**Macollos**, son rebrotes vegetales que emergen desde la corona de las raíces, capacidad que les permite a las forrajeras aumentar su masa vegetal por planta.

## 2.6. Las Gramíneas.

De conformidad con Bernal, M. J. (2005), las gramíneas constituye una familia de plantas monocotiledóneas, que poseen tallos generalmente huecos y nudosos, de hojas alternas que abrazan a los tallos, éstas son paralelinervias, poseen flores agrupadas en espigas o panojas, a su vez producen semillas cubiertas por escamas consideradas como residuos florales; pues, son las gramíneas la principal fuente de alimento forrajero para bovinos en pastoreo, más aún si se utilizan mezclas forrajeras integradas en más del 75% al 85% por gramíneas, por supuesto en sujeción a las condiciones climáticas y los requerimientos de producción. Entre las principales gramíneas cultivadas en la serranía ecuatoriana se encuentran los Rye Grasses, conocidos como como ballicas, el Dactylis, la Festuca, el Bromus y el Phalaris.

En el caso de los ryegrass, al momento existen nuevos tipos logrados mediante el mejoramiento genético e hibridación, reconociéndose 5 tipos principales los cuales describiremos en el orden de mayor persistencia (Peña, P. M. 2014).

### 2.6.1. Rye Grass Perenne.

Bernal, M. J. (2005), afirma que en regiones con un adecuado régimen de precipitación (600 mm), como es el caso de Cajamarca o con disponibilidad de riego los Rye grasses perennes son los más usados por su rápido establecimiento, alta producción, valor nutritivo y persistencia bajo condiciones de pastoreo severo.

Tanto para De Hann, C. (2015) como para Paretas, J. (2011), los rye grasses perennes no toleran temperaturas extremas ( $>25^{\circ}\text{C}$ ), tampoco prolongados períodos de sequía. Además, afirman que existen muchos tipos de cultivos forrajeros, los que se diferencian por su ploidia, esto es un número completo de cromosomas en las células, de donde surgen los nombres de diploides y tetraploides, la precocidad de floración, según sean precoces intermedios y/o tardíos, así como el nivel de endófito, esto es dentro de la planta, que puede ser nulo, bajo y alto.

En un resumen de características de estos vegetales, Bernal, M. J. (2005), considera que las hojas de los rye grasses no tienen vellosidades y el envés es de color verde oscuro muy brillante. El hábito de crecimiento varía entre el erecto al semi postrado y forma matas densas con gran número de tallos (macollos), cuya base es de color rojizo. Su sistema radicular es muy denso pero superficial, desarrollándose en los primeros 20 cms. del suelo por lo que no tolera el anegamiento superficial. Se adapta a una gran variedad de suelos pero prospera mejor en suelos fértiles con una alta disponibilidad de nitrógeno, de textura media a pesada, pH ligeramente ácido y húmedo. El rye grass perenne puede tolerar suelos fuertemente ácidos y alcalinos si dispone de agua y nitrógeno en abundancia. Rye Grass de Rotación Larga Es producido por el cruzamiento de un rye grass anual o un rye grass de rotación corta con un rye grass perenne. Su composición genética es mayormente rye grass perenne, pero puede contener más de un 25% de un rye grass anual o de rotación corta.

En síntesis, De Hann, C. (2015) y Bernal, M. J. (2005), consideran que este espécimen vegetal tiene mejor palatabilidad que el rye grass perenne pero su persistencia es similar o ligeramente más corta. Se recomienda su uso en zona de veranos húmedos donde pueden mostrar su buena persistencia. Los niveles de endófito dependerán de las líneas parentales usadas.

### **2.6.1.1. Rye Grass Híbrido.**

Se trata también de un cruce entre un rye grass anual o de rotación corta con un rye grass perenne. Bernal, M. J. (2005), afirma categóricamente que este híbrido tiene un mejor crecimiento invernal, un crecimiento y una persistencia intermedio entre los de sus progenitores. De igual manera Peña, P. M. (2014), afirma que una característica de estos híbridos es la capacidad de mejor desarrollo en áreas de veranos húmedos. El hábito de crecimiento de las plantas depende de la ploidía, siendo las variedades diploides de hábito semi erecto y las tetraploides más erecto, los tallos son de sección circular y el sistema radicular es muy denso y superficial (20 cm). De igual manera Paretas, J. (201) determina que esta especie se adapta mejor a suelos de textura media a pesada, con buen drenaje superficial, pH 6 a 7, contenidos de materia orgánica superiores a 6% y con buen contenido de fósforo y bajos niveles de aluminio. No tolera períodos largos de sequía y es una especie de buena aptitud de pastoreo.

### **2.6.1.2. Rye Grass de Rotación Corta y Rye Grass Anual.**

Son valorados por su gran crecimiento invernal, rápido establecimiento y alta aceptabilidad por el ganado. Son mayormente usados para propósitos específicos (Silaje o Heno) pero antiguamente también se incluían dentro de mezclas de pasturas permanentes para la producción en la época fría en los primeros años de establecida la pastura. El Rye grass de rotación corta es más persistente y puede persistir por dos a tres años teniendo el rye grass anual una vida de 9 a 12 meses. Las hojas de los rye grasses anuales son más largas, más anchas y de color verde más claro, con los nervios más marcados y el envés más brillante que las del rye grass inglés (Bernal, M. J. (2005).

Estos rye grasses se desarrolla bien en suelos de texturas medias a pesadas, con buen drenaje superficial, prosperando en suelos pobres con un amplio rango de pH. Al igual que los demás rye grasses no tolera la sequía. Existen muchos cultivares dentro de cada especie en la que sus hábitos de crecimiento, tolerancia a enfermedades y condiciones

extremas son características propias de cada uno de ellos (Peña, P. M. 2014 y Bernal, M. J. 2005).

### **2.6.2. Pasto Ovillo o Azul Orchard.**

Bernal, M. J. (2005), considera que el pasto azul cuyo nombre científico es *Dactylis glomerata* es una gramínea perenne usada principalmente en suelos secos de buen drenaje (condiciones de secano) y baja fertilidad. Es moderadamente lenta en su establecimiento y tiene menor digestibilidad que las otras gramíneas. Muestra una persistencia excepcional y tiene una alta productividad de secano. Apropiado para alturas y usado para resiembra en suelos montañosos, de manera tal que los pastos de más recientes cultivos han mejorado sus características de calidad, esto es tanto palatabilidad como digestibilidad.

Los *Dactylis* de tipo erecto son más empleados para producción de vacunos lecheros y los postrados, más tolerantes al pastoreo severo, son recomendados para producción de ovinos (Paretas, J. 2011).

Por cierto, que dentro de las mezclas forrajeras son incluidos usualmente como un componente mínimo en pasturas perennes en áreas de veranos prolongados por su persistencia. De tal manera que los rangos de uso, como partes integrantes de mezclas, deben ser mínimos porque pueden dominar la pastura reduciendo los niveles de trébol y de digestibilidad. Es una gramínea que no tiene endófito. Nuevos tipos menos agresivos, de pasto ovillo han sido desarrollados con hojas finas y menos agrupadas que las variedades tradicionales (Bernal, M. J. 2005 y Peña, P. M. (2014).

## **2.7. Leguminosas.**

### 2.7.1. *Trifolium pratense*.

Clapperton, J. L. (2013), determina que el nombre científico de esta forrajera lo dio por vez primera Carolus Linnaeus en 1753, esto es *Trifolium pratense*, ya que sus hojas están integradas por tres folíolos ovalados y la encontró en los prados, además afirma que es una herbácea perenne de 10-60 cm de altura con una pilosidad en sus hojas y tallos que es variable, posee un sistema radicular consta de una raíz, así como raíces adventicias que se desprenden del cuello de y forman una corona, sus tallos son erectos.

En cuanto a sus flores y frutos Bernal, M. J. (2005), determina que las flores, de 12-15 mm de longitud, poseen corolas formados por 5 pétalos soldados de color rosa violáceo y con menor frecuencia blancas o purpúreas, siendo membranosas en la fructificación, en tanto que el fruto es propio de una legumbre sentada, incluida en el cáliz, indehiscente, de forma ovoide y contiene una sola semilla. Estas son de forma acorazonada, muy pequeñas y de tonalidades que varían del amarillo al violeta.

Se trata de una leguminosa de crecimiento agresivo, muy palatable y de limitado porcentaje de composición en las mezclas forrajeras por los problemas de timpanismo que suelen sufrir los bovinos que la consumen en cantidades considerables y en especial cuando está el pasto con gotas de lluvias (Bernal, M. J. 2005).

## CAPÍTULO III.

### 3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.

Cabe recalcar que este trabajo de titulación, por la naturaleza del problema de investigación tratado y los resultados alcanzados, tiene la opción de patentar el producto logrado, razón por la cual se restringen al máximo los datos informativos relacionados al diseño, materiales y la infraestructura en salvaguarda del cumplimiento de los requisitos de trámites para el registro y publicación de dicha patente.

#### 3.1. Materiales y Equipos

- Láminas de hierro
- Tol galvanizado
- Láminas de acero
- Pernos y tuercas
- Llaves y rachas de uso mecánico
- Soldadora eléctrica cortadora de metales
- Dobladora de metales
- Tractor agrícola

#### 3.2. Enfoque, modalidad y tipo de investigación.

##### 3.2.1. Enfoque:

Tomando en cuenta que esta investigación fue desarrollada en dos fases fundamentales: la primera consistente en el diseño y construcción de una herramienta de tracción motorizada y adecuada para rehabilitar potreros ya establecidos, mientras que la otra se destinó a la validación de esta herramienta de labranza secundaria, para cuyo efecto se desarrolló un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos, dos ensayos y un testigo, con tres repeticiones cada uno.

De tal manera que para la primera fase el enfoque fue cualitativo, por cuanto se atribuyeron cualidades como resistencia, durabilidad, tamaño, costo, facilidad de adecuación y otras bondades de los materiales para trabajar la herramienta de conformidad con el diseño establecido. En cambio para la fase dos o validación del prototipo construido, se desarrolló la investigación con un enfoque cuantitativo, debido a que se trabajó con variables e indicadores destinados a evaluar el comportamiento de las plantas forrajeras producto de la labranza secundaria; esto es, materia verde y materia seca en kilogramos por hectárea de forraje.

### **3.2.2. Tipo de investigación:**

Se trata de una investigación exploratoria ya que, al no contar con un diseño de la herramienta a construir, se partió de la exploración de otros modelos de maquinaria, de las necesidades locales de los ganaderos para llegar a determinar el diseño a construirse; además, es aplicada ya que se pusieron en evidencia las experiencias vividas y las necesidades de un problema latente, esto es la falta de pastos para los animales como consecuencia del sobrepastoreo y el asentamiento de los suelos. De igual manera para la parte de evaluación del prototipo construido, se desarrolló una investigación experimental ya que se identificaron las características de comportamiento de las variables: materia verde en kg/tratamiento y materia seca (g/kg) como consecuencia de la labranza secundaria y resiembra de semillas forrajeras ejecutada con el prototipo de tracción motorizada y en potreros ya establecidos.

### **3.3. Ubicación de la Investigación.**

Este trabajo de investigación se lo realizó en La Comunidad de San Pablito de Agualongo, parroquia rural perteneciente al cantón Pedro Moncayo de la Provincia de Pichincha, ubicada a 7,50 km de la cabecera cantonal y a 65 km de la capital ecuatoriana.

### 3.3.1. **El suelo.**

El suelo de esta comunidad se caracteriza por su color negro, ideal para cultivos de cereales y de pastos en zonas altas, mientras que en zonas bajas tiene un alto grado de erosión, el suelo fértil está a 15 y 20 centímetros de profundidad en zonas bajo riego; son suelos de una textura franco arcillosa y con un pH de 5,5, su topografía es accidentada, propia de falda de montaña, con pendientes que van desde el 10 al 30% (De Hann, C. (2015).

### 3.3.2. **Altitud:**

Los datos fueron tomados directamente con el uso de GPS. Map. 76CSx Garmin®

La lectura fue para altitud de 2947 m.s.n.m, coordenadas UTM: X: 814247 e Y: 111844.

De conformidad con el INAHMI (2016), se tiene una temperatura promedio de 14, 77°C. De igual manera, las precipitaciones promedio de los últimos diez años, se encuentran entre 496 mm a 2000mm.

### 3.3.3. **Modalidad:**

La modalidad experimental: de taller y de campo.

### 3.3.4. **Manejo de la investigación.**

Para el manejo específico de la investigación se tomaron en cuenta tres fases bien definidas y complementarias la una de la otra; esto es: **a. fase de taller** dedicada exclusivamente al diseño, construcción, **b fase de montaje** del prototipo de herramienta para la rehabilitación de potreros ya establecidos, y **c fase de campo** o de validación de la herramienta prototipo construida.

**a.- De taller:** Se centró en el diseño del prototipo de herramienta, mediante observaciones de modelos existentes, de experiencias y necesidades sentidas por los pequeños ganaderos

de la Comunidad de San Pablito de Agualongo, así como de iniciativas personales surgidas en el transcurso de los trabajos con tractores agrícolas, la disponibilidad de materiales de reciclaje observados en depósitos de chatarra, hasta plasmarse en la idea de la herramienta a construirse con recursos existentes en el medio.

#### Construcción del Chasis Principal y Sus Accesorios

A partir del trazado de varios borradores en papel surgió la idea del modelo y estructura del chasis, considerado al cuerpo de la máquina que da sostén a todos los mecanismos que la estructuran, de tal manera que, al asumir la posibilidad de registrar una patente, esta información queda limitada a su mínima expresión, razón por la cual no se presentan imágenes de estos productos, ni parciales ni totales.

#### Construcción de la Tolva y Sus Accesorios

Para servicio integral de la máquina se acopló una tolva, la misma que facilita el transporte y salida de semillas y fertilizantes, de manera que se ha procurado dar solución a los requerimientos de los pequeños y medianos ganaderos con este producto logrado.

**b. Montaje** del prototipo, luego de armados los mecanismos, realizados las adaptaciones y ajustes correspondientes, se procedió al montaje de todas las piezas, tanto primarias como secundarias, trabajos que se los realizaron in situ, en San Pablito de Agualongo.

**c. De campo.** Pruebas de funcionalidad del prototipo de herramienta mecanizada para labranza secundaria en la rehabilitación de potreros ya establecidos, en la comunidad de san Pablito de Agualongo, para cuyo propósito se diseñó un ensayo con tres tratamientos y tres repeticiones en un espacio de 4005 m<sup>2</sup>, para lo cual se organizaron 9 parcelas de 445 m<sup>2</sup> cada una. En las áreas correspondientes a los ensayos se pasaron aplicaciones de la herramienta implementada para este fin, la misma que a su vez, permitió la resembra de semillas de mezclas forrajeras y fertilizó a la vez, con humus.

Para la resiembra de mezclas forrajeras compuesta por semillas de: *Lolium perenne* (15 kg), *Dactylis glomerata* (10 kg) y *Trifolium pratense* (8 kg) para un total de mezcla de 33 Kg por hectárea; a la vez, tienes capacidad para depositar materia orgánica u otro tipo de fertilizante en forma de humus, en cantidades de 50 kg por hectárea, finalmente logra tapar las semillas adecuadamente; el diseño gráfico que se presenta en los anexos correspondientes, permite reflejar la concepción de la innovación estructural y mecánica de manera muy objetiva y clara

- ✓ Distancia entre surcos de corte
- ✓ Profundidad de corte en los surcos
- ✓ Materia verde.
- ✓ Materia seca.

## **Diseño Experimental**

### **3.4. Diseño Experimental.**

Para el desarrollo de este estudio se desarrolló un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones, para lo cual se utilizó una parcela de 445 metros cuadrados como unidad experimental.

#### **3.4.1. Tratamientos.**

Se utilizaron tres tratamientos: un testigo (t) T3 y dos tratamientos T1 y T2.

El testigo integrado por una parcela de 445 m<sup>2</sup>, sin tratamiento alguno **T3 (t)**.

El tratamiento uno (**T1**), compuesto por una parcela de 445 m<sup>2</sup>, con cortes lineales a 75 centímetros de separación uno de otro, a 10 cm de profundidad, con fertilización orgánica, humus en cantidades de 50 kg /ha., para la resiembra una

mezcla forrajera compuesta por: *Lolium perenne* (15 kg), *Dactylis glomerata* (10 kg) y *Trifolium pratense* (8 kg), cuya mezcla dio un total de 33 Kg por hectárea; a la vez , el tape de las semillas se ejecutó perfectamente.

El tratamiento dos (**T2**), formado por una parcela de 445 m<sup>2</sup>, con cortes lineales a 35 centímetros de separación uno de otro, a 10 cm de profundidad, con fertilización orgánica, humus en cantidades de 50 kg /ha , se ejecutó una resiembra mediante una mezcla forrajera compuesta por: *Lolium perenne* (15 kg), *Dactylis glomerata* (10 kg) y *Trifolium pratense* (8 kg), lográndose un total de 33 Kg de mezcla forrajera por hectárea; a la vez se efectuó la labor de tapada de las semillas de manera adecuada.

El testigo integrado por una parcela de 445 m<sup>2</sup>, sin tratamiento alguno **T3 (t)**, pasto natural tal como encontrado en el área elegida para establecer el ensayo.

### **3.4.2. Repeticiones.**

Se realizaron tres repeticiones para cada uno de los tratamientos.

### **3.4.3. Unidad experimental.**

La unidad experimental integrada por una parcela de 445 metros cuadrados cada una, para un total de 4005 metros cuadrados.

Los tratamientos 1 (T1) y 2 (T2), así como el testigo (t) T3, para el diseño de Bloques Completamente Alzar (DBCA), se sujetaron a los siguientes cuantificadores de variabilidad:

T1: 75 cm de distancia entre surcos + 10 cm de profundidad

T2: 35 cm de distancia entre surcos + 10 cm de profundidad

t.(T3): 0 + 0

#### **3.4.4. Esquema del ADEVA.**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total	8
Tratamientos	(3-1) 2
Bloques	(3-1) 2
Error	4

#### **3.4.5. Pruebas de significancia.**

Se ejecutaron pruebas de Tukey al 5%.

#### **3.4.6. Variables e Indicadores.**

<b>Variables</b>	<b>Unidad de medida</b>
Materia verde	Kg/ha
Materia seca	Kg/ha

#### **3.5. Determinación de la cantidad de materia verde y porcentaje de materia seca.**

La producción forrajera se midió en kilogramos de materia verde (MV) por unidad experimental (kg de MV/ parcela, tratamientos y testigo), estos valores que por relación se establecieron como MV/hectárea (kg MV/ha). La recolección de muestras de pasto se realizó mediante el corte manual y total del forraje por unidad o parcela, se procedió a pesar el pasto cortado de manera individual por parcela, tratamiento y testigo. El peso total de cada parcela fue sumado entre las tres repeticiones, luego dividido para tres con el

fin de sacar una media por cada tratamiento y testigo, de esta manera se estableció la cantidad de materia verde (MV) por unidad, sea tratamiento o testigo.

Para determinar la materia seca (MS), del pasto cortado y correspondiente a cada unidad experimental y testigo, se tomaron 9 muestras de 100 gamos de pasto picado con tijeras manuales, se las puso en recipientes de aluminio, previo peso de estos para hallar el peso neto de la MS; se colocaron las muestras en una estufa a 65 °C por 48 horas para establecer la materia seca de cada muestra, para lo cual se realizaron pesajes periódicos, cada 3 horas, hasta el momento en que el peso se mantuvo constante, se determinó la materia seca por cada una de las 9 muestras correspondientes a cada unidad (tratamiento y testigo), estableciéndose el contenido de MS en % (g/100). Este procedimiento se lo realizó para cada uno de los dos muestreos que se ejecutaron durante el ensayo.

## CAPÍTULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1. Diseño y construcción de una herramienta prototipo para labranza secundaria.

Una vez terminada la investigación se pueden apreciar los siguientes resultados:

- a. Diseño, construcción y montaje del prototipo de máquina de tracción motorizada y capaz de rehabilitar potreros ya establecidos en la Comunidad de San Pablito de Agualongo.



*Fotografía 1:* Montaje de la tolva y sus accesorios en el chasis

Fuente: Autor.



*Fotografía 2:* Montaje de la tolva y sus accesorios en el chasis

Fuente: Autor.

Para mayor contundencia en la demostración del trabajo realizado, se ha preparado un video de 10 minutos de duración, material audiovisual que evidencia los resultados logrados en cuanto al diseño, construcción, montaje ya terminado de la máquina, tal como se detalló en la metodología correspondiente.

La función primaria de rehabilitar potreros ya formados y que se encuentran asentados por el constante pisoteo de los animales, despoblados de plantas forrajeras capaces de macollar y desarrollar tallos y hojas suculentos que sean palatables para los bovinos productores de leche. Los suelos compactados ya no permiten la aireación ni hidratación de las raíces forrajeras, por cuanto el agua hace escorrentía superficial por la compactación de la capa agrícola de los suelos, debido a los sobrepastoreos con bovinos, animales que por su condición anatómica al caminar causan compactación de suelos y destrucción de macollos y rebrotes forrajeros, permitiendo la invasión con malezas y plantas arbustivas.

Como puede evidenciarse en las figuras adjuntas en los anexos, la herramienta fue diseñada, construida y adecuada manualmente y con herramientas artesanales disponibles para el efecto. Además, hay evidencias de trabajos de campo ejecutados tanto en el área destinada para el ensayo, diseñado con dos tratamientos, un testigo y tres repeticiones. De igual manera los vecinos de la comunidad de San Pablito de Agualongo, han compartido de la socialización de los resultados de la investigación de campo, la visitan constantemente y hasta solicitan servicios de rehabilitación de áreas de pastoreo ya desmejoradas por el sobrepastoreo al que se han sometido.

Se pueden constatar las evidencias a través de fotografías que constan en la sección de anexos como en un video preparado con este fin y que forma parte del informe final de este trabajo de titulación.

#### 4.2. Determinación de materia verde y seca en el ensayo de campo.

Después de realizado el ensayo, el análisis de varianza de la variable materia verde para el primer corte determinó un coeficiente de variación (CV) de **1,3076%**; este valor significa que el ensayo de campo fue manejado de manera correcta. Cabe recalcar que el dato correspondiente a esta variable tiene una distribución normal, tal como lo demuestra la prueba de Shapiro-Wilk con una **p valúe** de 0.0637 para todos los tratamientos.

Tabla 1. Análisis de varianza para materia verde primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	SIG
Total	8	3603					
Tratamientos	2	548,8	274,4	17,3013871	6,94427191	18	*
Bloques	2	2990	1495	94,2622951	6,94427191	18	**
Error	4	63,44	15,86				

Fuente: Autor. La variable se mide en Kg de materia verde por cada tratamiento (Kg MV/T1, T2, t). La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa excel.

\* Existen diferencias significativas entre los tratamientos y \*\* altamente significativa entre bloques. (p< 0,05).

**CV = 1,3076%**

Como puede apreciarse en la tabla 1 del análisis de varianza para materia verde, existe significancia tanto entre tratamientos como entre bloques, lo que demuestra.

Tabla 2. Prueba de tukey al 5% para materia verde primer corte

Tratamiento	Media	Rango
T2	324,67	a
T1	308,67	a
T3(t)	280,33	b

Fuente: Autor. Los rangos se establecen en base a la media de cada tratamiento dados a partir de la prueba de Tukey al 5% y  $p < 0,05$

Luego de realizada la prueba de Tukey, en la tabla 2 se aprecian que estadísticamente hay dos rangos para la media, de manera que el primer grupo **a** integrado por T2 con mayor valor para la media, seguido de T1, mientras que el segundo grupo **b** integrado por T3(t) que tiene el menor valor medio para materia verde.

Los valores en Kg de materia verde por tratamiento que se registraron inmediatamente después de ejecutado el primer corte de los vegetales forrajeros se muestran a continuación:

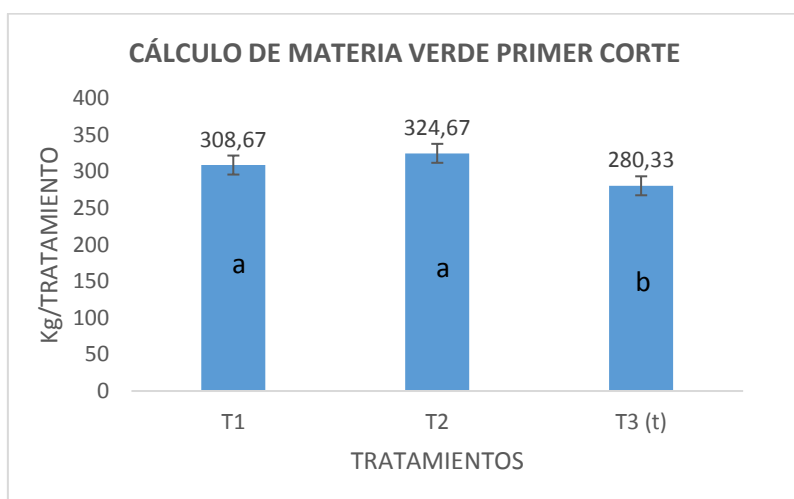


Figura 1: Producción de materia verde en kg/ tratamiento del primer corte.

Fuente: Autor. Realizada la prueba de Tukey al 5% se tiene dos rangos: a y b.

Como puede apreciarse en la figura 1, los tratamientos T2 y T1, en su orden, son los que mayor cantidad de materia verde produjeron al primer corte, con 324,67 Kg y 308,67 Kg

respectivamente, mientras que para el testigo T3 (t) se lograron obtener 280,33 Kg de materia verde. Por lo evidenciado es fácil deducir que los tratamientos T2 y T1 si demuestran mejoramiento productivo forrajero, gracias a las labores de rehabilitación desarrolladas con la máquina diseñada para el efecto, corroborándose con estos resultados lo dicho por Molina O. (2014), quien sostiene que las intersembras en las praderas mejoran la producción hasta en un 65%.

En la tabla 1 se aprecian significancia para los tratamientos y alta significancia para los bloques, ya que los valores de Fo son mayores a los de F0,01, así como a la luz del CV que es de **1,3369%**, se demuestra que el ensayo fue muy bien manejado, con absoluto apego a lo planificado para las pruebas de campo.

Tabla 3. Análisis de Varianza para Materia Verde Segundo Corte

FV	GL	SC	CM	Fo	F0, 05	F0,01	SIG
TOTAL	8	5292					
Tratamientos	2	992,9	496,4	29,0122735	6,94427191	18	**
Bloques	2	4230	2115	123,611923	6,94427191	18	**
Error	4	68,45	17,11				

Fuente: Autor. La variable se mide en Kg de materia verde por cada tratamiento (Kg MV/T1, T2, t). La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa excel.

\*\* Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y bloques. De igual manera para ( $p < 0,05$ ).

**CV = 1,3369%**

De conformidad con la tabla 3, se puede apreciar que, para el segundo corte y medida de la producción de materia verde en el ensayo, hay significancia tanto entre tratamientos como entre bloques; además, y en relación al CV se tiene un porcentaje de 1,3369%, lo que demuestra a de forma fehaciente que el ensayo en campo fue manejado de manera perfecta. De igual manera se establece que hay normalidad para los datos de cada tratamiento, respaldado este argumento por  $P$  value = 0,0642, así como al existir valores de Fo que son mayores que F0,01, se tiene una variación de alta significancia tanto para tratamientos como para bloques.

Tabla 4. Prueba de Tukey al 5% para Materia Verde Segundo Corte

Tratamiento	Media	Rango
T2	331,66	a
T1	315,00	a
T3 (t)	279,66	b

Fuente: Autor. Los dos rangos se establecen en base al valor de la media dados por la prueba de Tukey al 5%, de manera que en orden de medias de mayor a menor se tiene, grupo a T2 y T1, grupo b T3(t).

A partir de la prueba de Tukey al 5% y en la tabla 4, se puede evidenciar que hay dos rangos en relación a la media de materia verde para los tratamientos; es así que el primer grupo a, está integrado por T2 con el mayor valor, seguido por T1, en cambio el grupo b formado por T3(t) que tiene el menor valor para materia verde en el segundo corte.

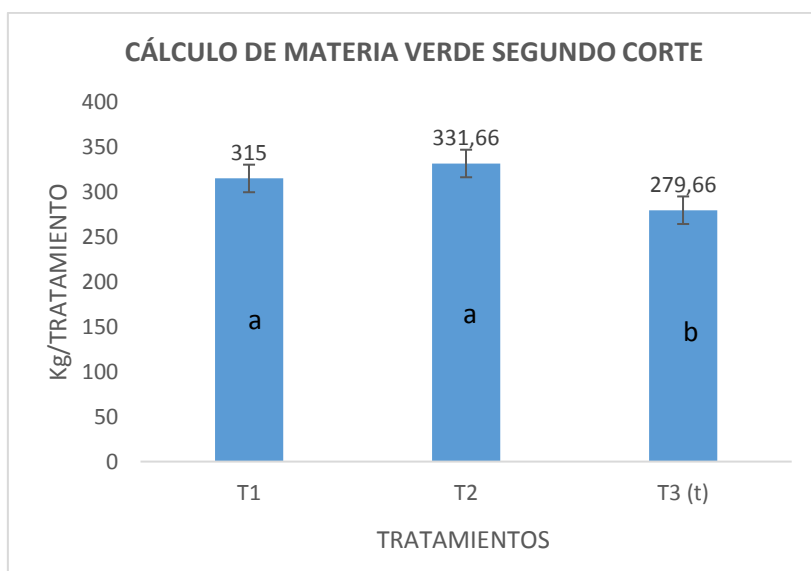


Figura 2: Producción de materia verde en kg/ tratamiento del segundo corte.

Fuente: Autor. Realizada la prueba de Tukey al 5% se tiene dos rangos: a (T2 y T1) y b T3(t), con  $P < 0,05$

En la figura 2 se puede apreciar que los tratamientos T2 y T1 son los que mayor cantidad de materia verde produjeron también para el segundo corte, con 331,66 Kg y 315,00 Kg respectivamente, mientras que para el testigo se lograron obtener 279,66 Kg de materia verde. Por lo demostrado se puede deducir que los tratamientos T2 y T1 demuestran mejoramiento en la producción forrajera, a su vez es una evidencia del trabajo que desarrolla la máquina prototipo preparada para este propósito; además, de conformidad

con la teoría dada por Molina O. (2014), se respalda esta alternativa de rehabilitación de potreros a nivel de la pradera andina.

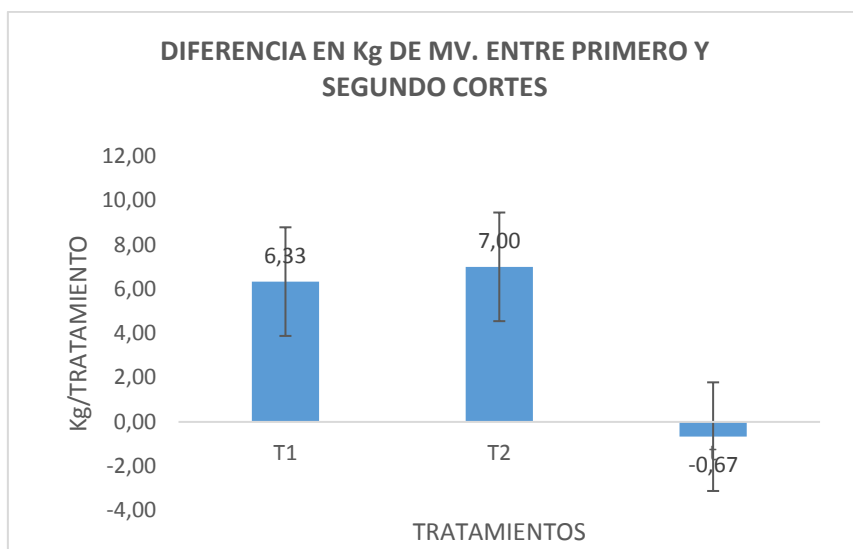


Figura 3: Resultados de la comparación entre la producción de mv. en kg. entre primer y segundo cortes.

Fuente: Autor. Se toman en cuenta para las comparaciones valores en %. (g/100). No se realizó prueba a de Tukey al 5%, razón por la cual no se establecen rangos.

Para tener una idea concreta respecto a las diferencias de masa verde forrajera entre el primero y segundo cortes, tanto de los ensayos como del tratamiento, se presenta la figura 3, en la que se evidencia que hay un diferencia positiva entre los cortes del material vegetal verde de los tratamientos T1 y T2 en 6,33 y 7,00 kg respectivamente; en cambio para el caso del t (T3), es notorio que hay una disminución de materia verde en 0,67 Kg entre el primero y segundo cortes; este resultado negativo demuestra que el pasto natural que se conservó como parcelas de contraste no tuvo desarrollo vegetativo en los 45 días que se esperó para repetir el segundo corte, no así los tratamientos T1 y T2 que incluso incrementaron la masa verde forrajera entre cortes. Lo dicho se asevera con el respaldo de afirmaciones dadas tanto por Molina, O. (2014) como por Litardo, M. F. y Suin, M. J. (2008), quienes coinciden en destacar las bondades de las labores mínimas o intersembrado como las resiembras de las praderas sometidas a pastoreos intensos en los suelo de la pradera andina.

### 4.3. Determinación de materia seca (MS) en %.

Respecto al % de MS, tal como demuestran las tablas y figuras siguientes, se aprecia un comportamiento especial con el testigo frente a los T1 y T2.

Tabla 5. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (ms)

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	SIG
Total	8	19,056	2,382				
Tratamientos	2	15,389	7,694	24,087	6,944	18	**
Bloques	2	2,389	1,194	3,739	6,944	18	ns
Error	4	1,278	0,319				

Fuente: Autor. La variable se mide en g de materia seca por 100g de MV (g MS/100 g MV). La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa excel.

\*\* Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, ( $p < 0,05$ ).

ns No existe diferencia significativa entre bloques ( $p < 0,05$ ).

**C.V. = 2,2808%**

Como resultado del análisis de varianza para el porcentaje de MS (Tabla 5), se observa que si se tiene normalidad en los datos tomados de campo, pues P value es de 0,121; de igual manera, y por el valor de Fo que es mayor al de F 0,01, se tiene una variación altamente significativa entre tratamientos, no así entre bloques, no es significativa la variación; más aún, por el CV que es de **2,2808%**, se demuestra un excelente manejo del ensayo, de conformidad con lo planificado para las pruebas de campo.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para Materia Seca

Tratamiento	Media	Rango
T3 (t)	2	a
T2	3	b
T1	1	c

Fuente: Autor. Los rangos se establecen en tres grupos, de conformidad con la prueba de Tukey al 5%, de manera que: grupo a= T3(1), b=T2 y c=T1. Con  $p > 0,05$

Realizada la prueba de Tukey al 5%, como se puede evidenciar en la tabla 6, se encontró que no hay significancia entre el T1 versus el T2, en cambio entre el T1 versus el t (T3) si existe una alta significancia en materia seca, mientras que entre T2 versus t (T3) hay significancia, de tal manera que se tiene tres grupos bien definidos: a, b y c.

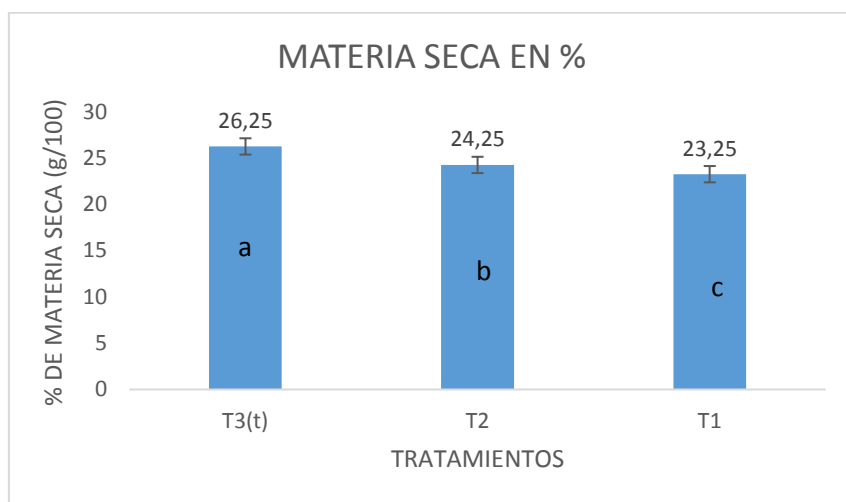


Figura 4: Producción de materia seca en % (g/100)

Fuente: Autor. Realizada la prueba de Tukey al 5% se tiene tres rangos: a, b y c.  $P < 0,05$

En la figura 4 se demuestra la producción de materia seca (MS) en los tratamientos y testigo del ensayo, evidenciándose que la mayor producción se dio en T3(t) con el 26,25% de MS, mientras que T2 con 24,25 % y T1 con 23,25 % de MS.

La explicación del porqué de estos resultados se encuentra en la menor producción de materia verde que tuvo el testigo (Tablas 1, 2, 3 y 4 y figuras 3, 4 y 5), debido al poco desarrollo de hojas de los pastos naturales, en cambio tiene gran cantidad de tallos y hojas secas que le dan mayor producción de MS. Este comentario es respaldado por Molina, O. (2014), quien ha trabajado mucho con pastos tanto naturales como de cultivo en la pradera andina ecuatoriana, razón por la cual comenta la mayor proporción de material lignificante en tallos de estos vegetales y poca cantidad de hojas.

#### 4.4. Representación de la Variable ms en el Ensayo de Campo

De los resultados logrados se puede dilucidar que las células vegetales están constituidas por una fracción correspondiente al contenido celular y otra a la pared celular. Los componentes de la pared celular son: hemicelulosa, celulosa y lignina, estos tres elementos químicos constituyen en conjunto la fibra vegetal. A lo que León (2003) corrobora al manifestar que en las gramíneas forrajeras sobrepastoreadas y sometidas a presión de crecimiento y rebrote, las nervaduras son reticuladas, tienen mayor contenido de paredes celulares, mayor contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina contrastando con las nervaduras lineales paralelas de las gramíneas de crecimiento normal y producto de manejos técnicos adecuados, con buen desarrollo radicular y disponibilidad de aireación como de humedad adecuada, son las que tienen mayor contenido de paredes celulares, en primera instancia fáciles de digerir, más tarde invade la fibra lignificada.

De igual manera, si se comparan los resultados de MV con los de MS, se puede establecer que para el testigo hay menor cantidad de MV por tratarse de especies forrajeras naturales y sujetas a sobrecargas de pastoreo, suelos compactos, falta de humedad y aireación radiculares, razón por la cual sus tallos y hojas están lignificados, con mayor contenido de MS que los T1 y T2, sin embargo se trata de una materia celulósica poco digestible para los animales, ya que la MS de T1 y T2 está acompañada de células en crecimiento y por tanto más digeribles y hasta palatables para los animales (Díaz, A. 2012).

#### 4.5. IMPACTOS:

Esta investigación, por su enfoque innovador orientado al diseño y construcción de una herramienta mecánica de tracción motorizada y adecuada para labores de labranza secundaria destinada a la rehabilitación de potreros ya establecidos, de suelos tipo andino de la serranía ecuatoriana, tanto como por el tratamiento y evaluación de las variables e indicadores que son parte sustancial del problema a resolverse mediante esta investigación, de hecho mantiene relación directa con los siguiente impactos:

**Social;** por cuanto beneficia a productores ganaderos, medianos y pequeños, quienes contarán con una alternativa para la rehabilitación y producción de potreros, los que constituyen la base de alimentación de ganado lechero y la consiguiente cosecha diaria de leche para sustento de familias de productoras y consumidoras.

**Tecnológico;** ya que por el hecho mismo de diseñar e implementar una herramienta mecanizada para labranza secundaria, así como demostrar sus bondades y labores ejecutadas, constituye una evidencia tangible de innovación y de combinación de experiencia, visión para la solución de problemas sentidos con aplicaciones prácticas de técnicas mecánicas y de cultivo de forrajes.

**Ambiental;** por el hecho práctico de aplicar alternativas de labranza secundaria, sin afectar a plantas forrajeras ya establecidas, sin alteraciones de la textura y estructura de suelo y subsuelo, con activación de microorganismos edáficos por el aflojamiento de suelos compactados y con aumento de aireación y difusión de humedad, condiciones que aumentan el equilibrio biológico de los potreros rehabilitados.

**Económico;** ya que al aumentar la producción forrajera y mejorar las pasturas, se reactiva la economía familiar campesina con el incremento de la producción lechera, mejoramiento de las condiciones físicas de los animales, condición corporal, que redundan en mejoras de tipo económico.

**Cultural;** en la medida en que las familias campesinas de San Pablito de Agualongo mantienen costumbres bien arraigadas, las mismas que se reflejan a través de las múltiples actividades ganaderas diarias, el manejo de potreros y pastoreo de bovinos con métodos ancestrales y empíricos, la tenencia y usufructo de la tierra como patrimonio familiar y sujeto de sucesión generacional, quienes deben comprender que el sobrepastoreo deja compactados los suelos y disminuyen las producciones forrajeras, que es necesario rehabilitar los suelos y renovar las especies forrajeras mediante el uso de mezclas

apropiadas, condiciones que, de hecho les obligan a alterar las costumbres de manejo de sus animales y de los potreros.

4.6.-Resultados de la encuesta de socialización del Trabajo de titulación a la Comunidad de San Pablito de Agualongo.

A los asistentes a este evento de socialización de los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta investigación, se les pidió colaboración contestando un instrumento de evaluación preparado para el efecto, razón por la cual, al interpretar y tabular las respuestas emitidas, los resultados son presentados como sigue:

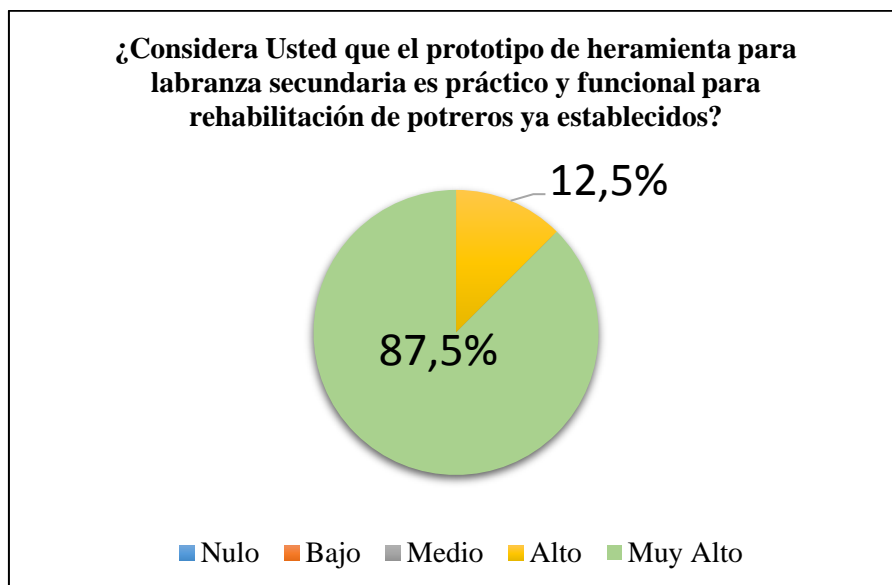


Figura 5: Pregunta 1

**Fuente:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

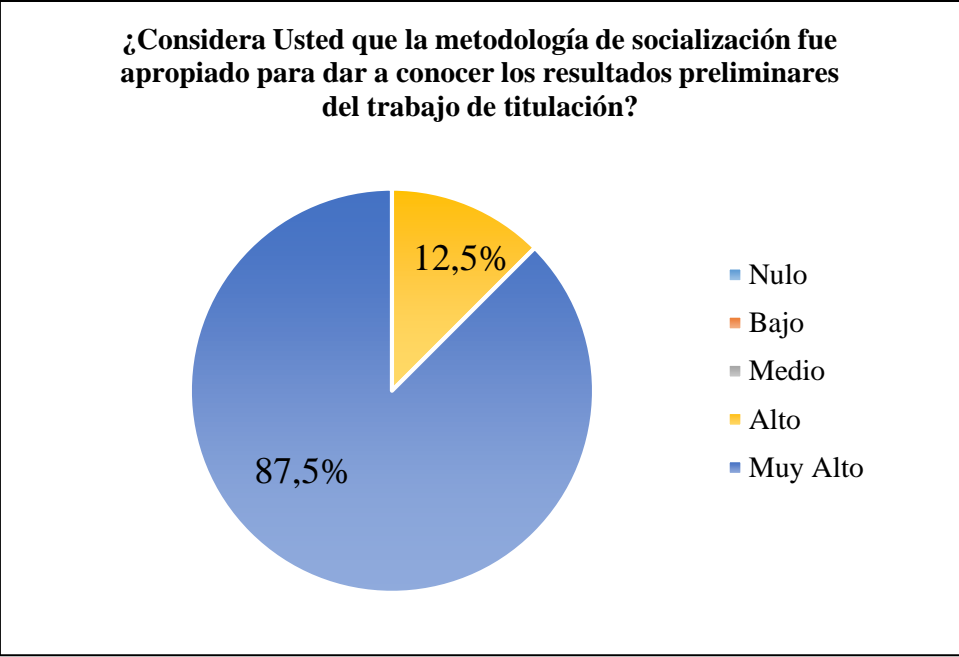


Figura 6: Pregunta 2

**Fuente:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.



Figura 7: Pregunta 3

**Fuente:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

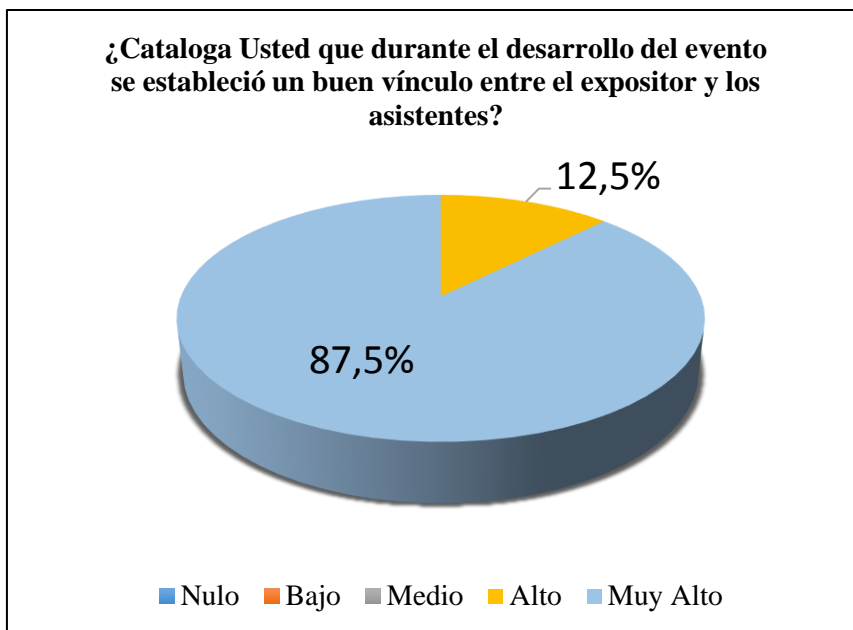


Figura 8: Pregunta 4

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

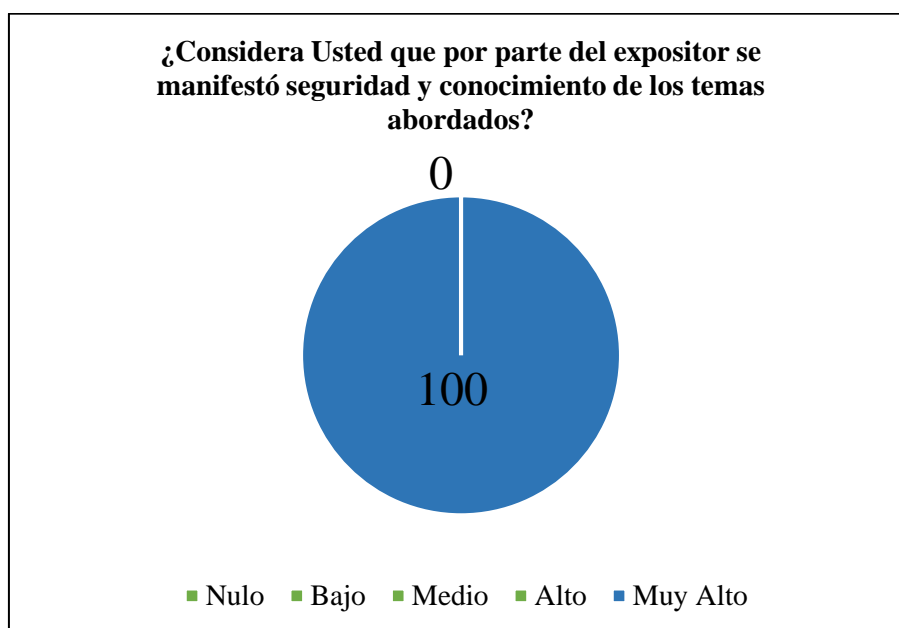


Figura 9: Pregunta 5

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

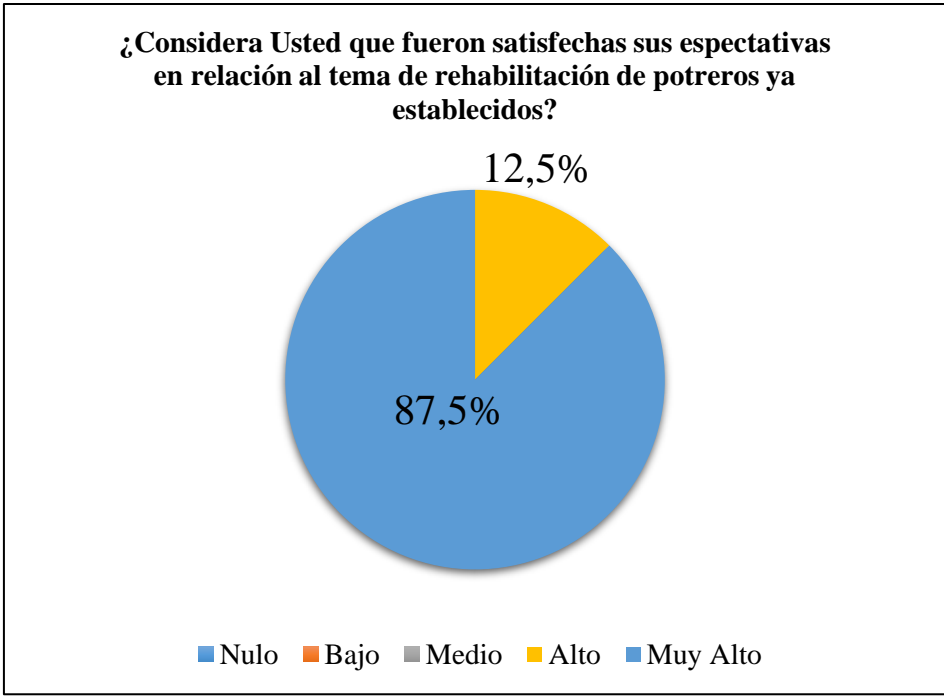


Figura 10: Pregunta 6

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

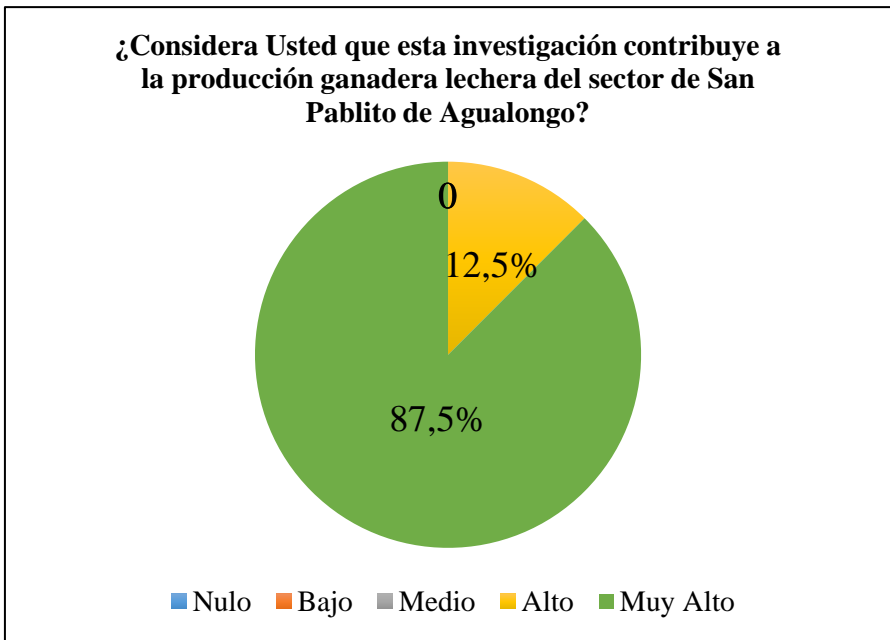


Figura 11: Pregunta 7

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

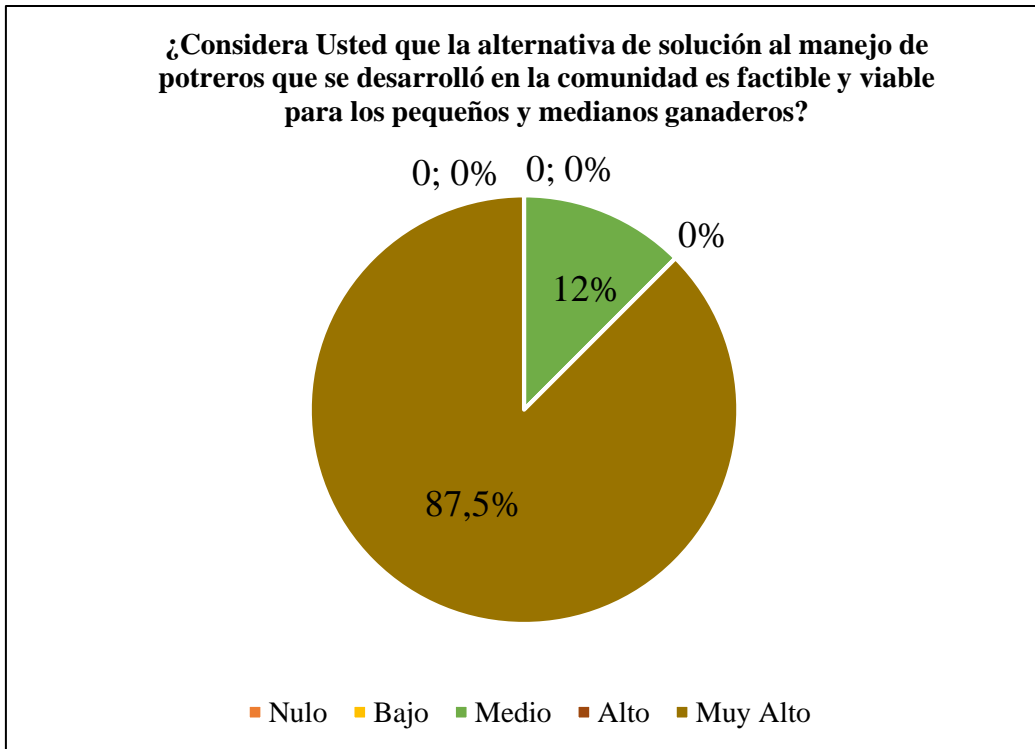


Figura 12: Pregunta 8

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

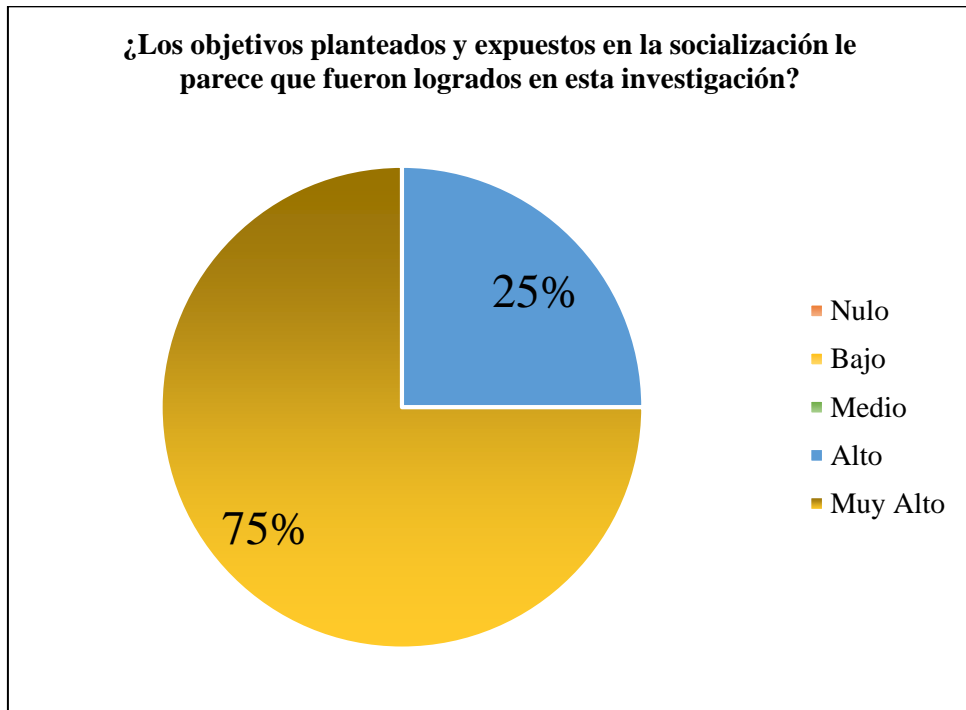


Figura 13: Pregunta 9

**Nota:** Autor. Elaborado a partir de los resultados de la encuesta en el día de la socialización comunitaria del Trabajo de Titulación.

Realice un comentario o sugerencia para los organizadores de este evento

- ✓ Un 28.5% de los asistentes sugieren seguir realizando investigaciones de este tipo en la región.
- ✓ Otro 28.5% consideran que la investigación fue de beneficio para la comunidad, ya que la mayoría de la población de la parroquia Tupigachi y de la comunidad de San Pablito de Agualongo se dedica a la producción ganadera.
- ✓ Un 14% considera que se debe promocionar más en la comunidad la investigación realizada.
- ✓ Otro 14% considera que se debe fomentar una cultura asociativa en la comunidad de San Pablito de Agualongo

**Mencione usted otros problemas que a su parecer son importantes para algún sector y/o actor de la colectividad y que podrían ser investigados.**

Los temas mencionados fueron:

- ✓ Manejo de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción de pastos y productos agrícolas.
- ✓ Manejo de pastizales.
- ✓ Nutrición animal (alternativas en la alimentación).
- ✓ Clases de suelos y los diferentes usos que se les puede dar en la comunidad.
- ✓ Realizar estudios en especies menores, como cuyes y otros cultivos que se están desarrollando.

**Institución u organización a la que pertenece el encuestado**

Las instituciones presentes fueron: Moradores de la Comunidad de San Pablito de Agualongo.

## CAPÍTULO V.

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Luego de finalizado el trabajo de investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. El diseño y construcción de un prototipo de herramienta de tipo artesanal, de tracción motorizada fue todo un éxito, lo dicho a juzgarse por las evidencias recabadas tanto a través del trabajo de campo motivo de la investigación in situ, así como por trabajos realizados a satisfacción de los comuneros de San Pablito de Agualongo.
2. El uso práctico de la herramienta diseñada mediante evaluaciones de indicadores productivos como: materia verde y materia seca producida por hectárea de forraje para la validación de su uso agrícola es evidente, tanto desde el punto de vista investigativo como desde la práctica campesina, ya que los animales dejan pruebas irrefutables de mejoramiento productivo lechero como de su condición corporal.
3. La respuesta de los ganaderos minifundistas de la comunidad San Pablito de Agualongo para compartirles los resultados de la investigación fue satisfactoria, se demostró interés por la alternativa de rehabilitación de los potreros que se les presentó, cuanto porque se trata de una idea nacida en el lugar la que se haya plasmado en realidad.
4. No necesariamente el prototipo de herramienta generada e implementado es infalible, razón por la cual es necesario que se aporten sugerencias para mejorar el prototipo para que sea de verdadero servicio comunitario.

Por lo dicho se recomienda:

1. No menospreciar las ideas de los campesinos, ya que muchas veces son el reflejo de necesidades sentidas y que propician ideas solucionadoras de tipo colectivo.
2. Que se continúe investigando en torno a este trabajo iniciado, no está concluido, es nada más y nada menos que el inicio del camino a recorrer por un largo tiempo y a través de grandes obstáculos.
3. Que se propicie entre las comunidades campesinas la confianza de generar soluciones propias para problemas locales.

## REFERENCIAS

- Aello, M.S. y Gómez, P.O. (2014). Producción Animal, Argentina, 4: 533-546.
- Arnold, G.W. and Dudzinski, M.L. (2015). Ethology of free-ranging domestic Animals. Elsevier Sci. Publ. Co. New York. 198 p.
- Bernal M. J. L (2005). Manual de Manejo de Pastos Cultivados para Zonas Alto Andinas. Dirección General de Promoción Agraria (DGPA), Ministerio de Agricultura Dirección de Crianzas.
- Clapperton, J.L. (2013). Nutrición Animal, 18: 47-54.
- Cocimano, M., Lange, A. y Menvielle, E. (2012). Producción Animal, 4: 161-190.
- De Hann, C. (2015), Manejo de Pastos y Forrajes en la Serranía Ecuatoriana, FAO, Quito, Ecuador.
- Díaz, A. (2012), Manejo de la Alimentación en Rumiantes, Universidad Agraria de Babahoyo, pp. 34-65.
- Erlinger, L.L., Tolleson, D. R., Olleson, A., and C. J. Brown C. J. (2011). Animal Science. 68:3578.
- Havstad, M. and Malechek, J.C. (2014). Range. Manage. 35: 447-450.
- Hepworth, K.W., (2015). Range Manag. 44 (3): 259-262.
- Herbel, C. H. and Nelson, A. B. (2014). Range. Manag. 19:173.
- Ibarra, F. A., Martín R. M. y Ramírez. F. Felipe (2011). El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México Técnica Pecuaria en México, (42) 1, pp. 1-16.

- León, R. (2003). *Pastos y Forrajes*. Sangolquí – Ecuador.: Ediciones Científicas Agustín Alvarez A. Cía. Ltda.
- Litardo, M. F. y Suin, M. J. (2008). Evaluación, Pruebas y validación de dosificación y siembra en el capo de dos resembradoras de pastos (Tesis de pre grado Ing. Mecánico). Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería. Riobamba-Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Casa y Pesca (MAGAP), (2016), Distribución de UPAs en la Serranía Ecuatoriana, MAGAP, Quito.
- Molina, O. (2014). Manejo de potreros en la serranía ecuatoriana, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), (12)32, pp 12-43.
- Oskam, C. (2015), Manejo de Potreros, FAO, Convenio MAG-INIAP, Quito-Ecuador.
- Paretas, J. (2011). *La alimentación forrajera de los animales herbívoros*, Investigaciones Agropecuarias, La Habana – Cuba.
- Peña, P. M. (2014), Explotación de Pastos y Forrajes, Tomos I y II, Ministerio de Educación Superior, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana- Cuba.
- Quinn, J. A. y Harvey, D. F. (2012). Range Manag. 23:50.
- Schennikov, O. (2014). Los seres vivos and la dinámica de la Ecológica Agrícola. Investigaciones Agropecuarias, La Habana-Cuba.
- Thomson, N.A. and Barnes, M.L. (2015). The Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 53:69-72.
- Torres, C. E. (2016). Diseño de viviendas sismo resistentes en San Pablito de Agualongo, Tesis previa a la Obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- White, R. (2015). Wordl Conference on Animal Production. Edmonton, Canada. pp 475-498.

## ANEXOS.



*Fotografía 3: Poniendo la semilla de pasto lista para el ensayo en el campo*

Fuente: Autor.

ANEXO. Medidas de parcela y el ensayo en el campo.



*Fotografía 4: Divisiones de las parcelas para el ensayo de 445m2 cada uno total 9*

Fuente: Autor.



*Fotografía 5: Pasado el subsolador por las parcelas*

Fuente: Autor.



*Fotografía 6: Pasado el subsolador a 0.75 cm las parcelas T1 y se ve el testigo (t)*

Fuente: Autor.



*Fotografía 7: Pasado el subsolador a 0.35 cm las parcelas T2*

Fuente: Autor.



*Fotografía 8: Evidencia de la caída de la semilla de pasto en la abertura del subsulado*

Fuente: Autor.



*Fotografía 9: Evidencia del corte a 0.75cm del subsolador*

Fuente: Autor.



*Fotografía 10: Evidencia de corte a 0.35 cm del subsulado lineales*

Fuente: Autor.



*Fotografía 11: Evidencia de la caída de la semilla de pasto y la profundidad del subsulado a 0,10cm*

Fuente: Autor.



*Fotografía 12: Evidencia de la anchura del corte del subsolador a 0.3cm*

Fuente: Autor.



*Fotografía 13: Evidencia de algunos arreglos en las parcelas de algunas chambas viradas*

Fuente: Autor.

**ANEXO. Instalación de riego en la parcela del ensayo en el campo.**



*Fotografía 14: Evidencia de algunos arreglos e instalación del agua de riego*

Fuente: Autor.



*Fotografía 15: Evidencia de instalación de manguera nueva*

Fuente: Autor.



*Fotografía 16: Evidencia de instalación de manguera nueva y sus accesorio.*

Fuente: Autor.



*Fotografía 17: Evidencia de instalación de aspesor e instalado el riego.*

Fuente: Autor.

#### ANEXO. Germinación y desarrollo de pasto en la parcela del ensayo.



*Fotografía 18: Evidencia del inicio de la germinación del pasto en el campo*

Fuente: Autor.



*Fotografía 19: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo*

Fuente: Autor.



*Fotografía 20: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo a los 60 días después de la siembra*

Fuente: Autor.



*Fotografía 21: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo cubriendo o serrando lo subsolado*

Fuente: Autor

ANEXO. Elaboración del instrumento para hacer el primer corte y sacar muestras de cada parcela.



*Fotografía 22: Evidencia del desarrollo del pasto en el campo cubriendo o serrando lo subsolado*

Fuente: Autor.



*Fotografía 23: Instrumento terminado 1m x 1m para cortar las muestras de las parcelas*

Fuente: Autor.

ANEXO. El primer y el segundo corte y pesar para sacar muestras de cada parcela.



*Fotografía 24: Instrumento 1m x 1m para cortar las muestras de las parcelas*

Fuente: Autor.



*Fotografía 25: Cortado un muestreo luego pesar 12 muestras en cada parcela*

Fuente: Autor.



*Fotografía 26: Cortado muestras en diferentes parcelas*

Fuente: Autor.



Fotografía 27: Cortado 12 muestras luego para pesar en cada parcela

Fuente: Autor.



Fotografía 28: Pesando muestras de diferente parcela

Fuente: Autor.



Fotografía 29: 12 muestras de una parcela.

Fuente: Autor.

#### ANEXO. El primer y el segundo ensayo para sacar materia seca.



Fotografía 30: Materiales y los 9 muestras para obtener materia seca.

Fuente: Autor.



Fotografía 31: Cortando lo pastos en pequeños trozos de 9 lotes de 100gr para obtener materia seca.

Fuente: Autor.



Fotografía 32: Pesando 100gr para obtener materia seca de las 9 muestras durante 48 horas.

Fuente: Autor.



Fotografía 33: Sacando y pesando las muestras ya obtenidas los pesos no varían

Fuente: Autor.



Fotografía 34: Sacando y pesando las 9 muestras.

Fuente: Autor.



Fotografía 35: Evidencia de la obtención de la materia seca de los 9 lotes del ensayo.

Fuente: Autor.



Fotografía 36: Evidencia del segundo corte a los 45 días de los 9 lotes.

Fuente: Autor.



Fotografía 37: Evidencia del segundo corte de materia verde las 12 muestras por lote del ensayo.

Fuente: Autor.



Fotografía 38: Evidencia del segundo ensayo de laboratorio semi secado 21 horas.

Fuente: Autor.



Fotografía 39: Evidencia del segundo ensayo de laboratorio obteniendo la M.C. de los 9 lotes

Fuente: Autor.

ANEXO. Corte total de materia verde de todos los lotes.



Fotografía 40: Evidencia del corte total del terreno del ensayo

Fuente: Autor.



*Fotografía 41: Corte del primer ensayo y de todos los lotes*

Fuente: Autor.



*Fotografía 42: Recolección de toda materia verde, después del corte a los 15 días el rebrote.*

Fuente: Autor.

ANEXO. Tipos de pastos y mezcla.



Fotografía 43: Semillas de pasto y trebol rojo.

Fuente: Autor.



Fotografía 44: Semillas de pasto y trebol rojo.

Fuente: Autor.



Fotografía 45: Mezcla de todas las semillas y humus

Fuente: Autor.

ANEXO. Socialización con la herramienta del diseño de proyecto.



Fotografía 46: Socialización sobre la maquinaria con los Comuneros

Fuente: Autor.



Fotografía 47: Las preguntas que me estan haciendo sobre esta herramienta del subsolador

Fuente: Autor.

ANEXO. Equipos y herramienta utilizados del diseño de proyecto.



Fotografía 48: Tipo de soldadora utilizado durante la elaboración del subsolador

Fuente: Autor.



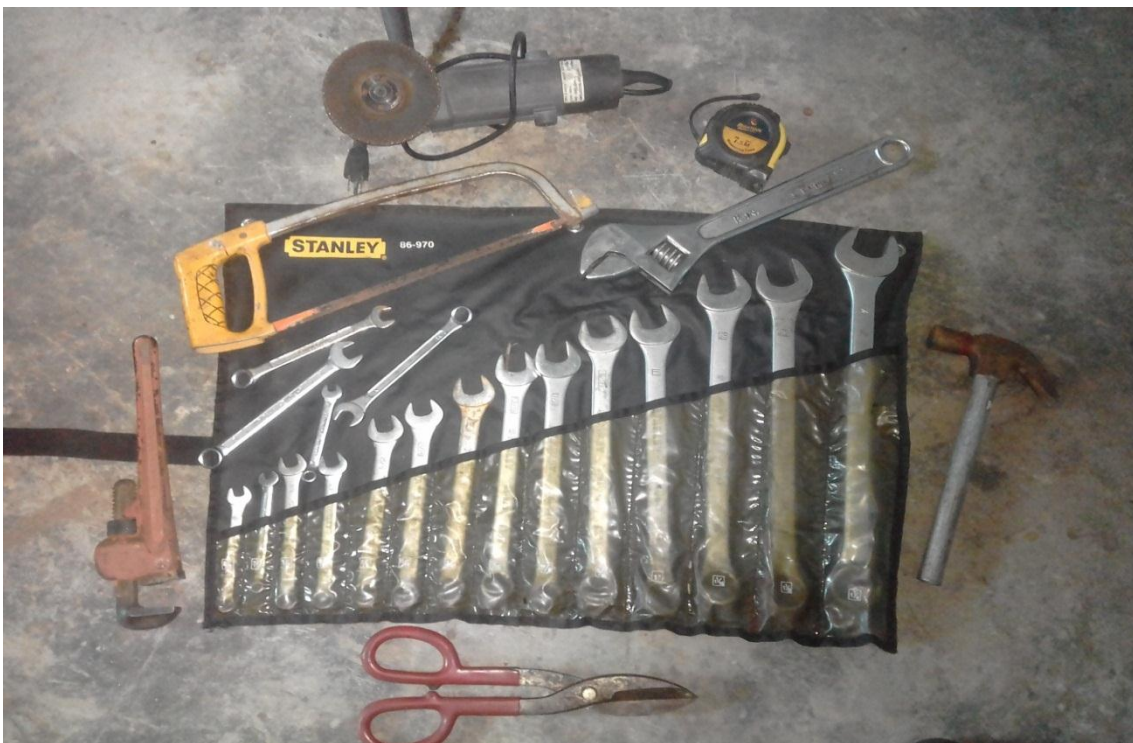
Fotografía 49: Dobladora de toles parte frontal y posterior.

Fuente: Autor.



*Fotografía 50: Cortadora de tol*

Fuente: Autor.



*Fotografía 51: Herramientas utilizadas en el proyecto de Titulación*

Fuente: Autor.



Fotografía 52: Equipos utilizados para el laboratorio para obtener materia seca.

Fuente: Autor.



Fotografía 53: Equipos para realizar los informes de Titulación.

Fuente: Autor.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES  
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: ALCIDES CASTILLO CASTILLO.

CARRERA: INGENIERIA AGROPECUARIA

FECHA: 27 DE DICIEMBRE DEL 2017

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Ramiro Pujota	172746911-4	San Pablito de Agualonga	
Gloria Quimbayán	171785959-7	San Pablito de Agualonga	
Hauricio Muevango	171342421-4	San Pablito de Agualonga	
Mercedes Quimbayán	171441544-3	San Pablito de Agualonga	
Honacel Castillo	170686704-9	San Pablito de Agualonga	
Nelly Torpanta	172467258-3	San Pablito de Agualonga	
Seis Sanchez	114028535	Loma Gorda	
Cecilia Torpanta	100202032-6	Loma Gorda	
Osvaldo Pujota	172174722-4	Chapuloma	
Fabian Guzmán	171545264-3	San Pablito de Agualonga	
Patricio Cobascota	1720937646	San Pablito de Agualonga	
Nataly Cascocha	172237555-5	San Pablito de Agualonga	
Daisy Cascocha	172657020-1	San Pablito de Agualonga	
Pujota Milton	1724571839	San Pablito de Agualonga	
Pujota Gloria	172531732-3	San Pablito de Agualonga	
Luis Cascocha	172607031-9	San Pablito de Agualonga	
Isabel Inlago	171240948-9	San Pablito de Agualonga	
Diego Inlago	172657751-1	San Pablito de Agualonga	



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES  
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: ALCIDES CASTILLO CASTILLO.

CARRERA: INGENIERIA AGROPECUARIA

FECHA: 27 DE DICIEMBRE DEL 2017

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Ramiro Pujota	172746911-4	San Pablito de Agualonga	
Gloria Quimbayagua	171785959-7	San Pablito de Agualonga	
Hauricio Muevango	171342421-4	San Pablito de Agualonga	
Marcedes Quimbayagua	171441544-3	San Pablito de Agualonga	
Honuel Castillo	170686704-9	San Pablito de Agualonga	
Nelly Tapanta	172467258-3	San Pablito de Agualonga	
Luis Sanchez	114028535	Loma Gorda	
Cecilia Toeraga	100702032-6	Loma Gorda	
Osvaldo Pujota	172174723-4	Chapuloma	
Fabian Guzman	171545264-3	San Pablito Agualonga	
Patricio Cobascompe	1720933646	San Pablito Agualonga	
Nataly Cascoata	172237555-5	San Pablito Agualonga	
Daisy Cascoata	172657020-1	San Pablito Agualonga	
Pujota Milton	1724571839	San Pablito Agualonga	
Pujota Maria	172531732-3	San Pablito A	
Luis Cascoata	172607031-9	San Pablito de Agualonga	
Isabel Inlago	171240948-9	San Pablito de Agualonga	
Diego Inlago	172657751-1	San Pablito de Agualonga	