

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación del efecto de dos sistemas silvopastoriles de aliso (*Alnus acuminata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*), en la producción de pasturas en la finca San Vicente, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi”

Trabajo de titulación previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Brayan Armando Chamorro Pantoja.

TUTOR: Ing. Hernán Rigoberto Benavides Rosales M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR

2018

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Brayan Armando Chamorro Pantoja con el número de cédula 0401738844 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación del efecto de dos sistemas silvopastoriles de Aliso (*Alnus acuminata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*), en la producción de pasturas en la finca San Vicente, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi” ”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Ing. Hernán Benavides Rosales M.Sc

f.....

DMVZ. Luis Balarezo Urresta M.Sc

Tulcán, 10 de mayo del 2018

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Brayan Armando Chamorro Pantoja con cédula de identidad número 0401738844 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Brayan Armando Chamorro Pantoja

Tulcán, 10 de mayo del 2018

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Brayan Armando Chamorro Pantoja declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación del efecto de dos sistemas silvopastoriles de Aliso (*Alnus acuminata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*), en la producción de pasturas en la finca San Vicente, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Brayan Armando Chamorro Pantoja

Tulcán, 10 de mayo del 2018

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por haberme bendecido dándome la vida, salud y la oportunidad para cumplir una meta más, guiarme en cada paso que doy y desde el cielo cuidarme y protegerme, para realizar la gran misión que me ha encomendado.

A mis padres que sin su apoyo incondicional no lo hubiera logrado que siempre con sus consejos, ánimos y comprensión me han permitido cada día ser una mejor persona.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme las puertas para mi formación profesional con conocimiento, experiencias y valores y así poder contribuir al desarrollo de un país mejor.

A mi tutor Ing. Hernán Benavides y DMVZ. Luis Balarezo por todo su apoyo, principalmente por su paciencia y dedicación para que logre terminar la investigación con éxito.

Al Dr. Silvino Vargas un excelente profesional por sus consejos y su visión crítica del contexto durante el desarrollo de la investigación. Con su ejemplo motiva a buscar la excelencia académica y no conformarnos con poco sino dar un poquito más.

Igualmente agradecer a mis profesores por haber aportado con su conocimiento y experiencias en mi formación profesional que más que ser mis docentes los considero grandes amigos que siempre estuvieron prestos a apoyarme.

De igual manera a mis compañeros, al Sr. Oswaldo Benavides y al Ing. Andrés Vera que fueron un gran apoyo en la investigación y en sí a todas las personas que de alguna u otra manera aportaron con su granito de arena en esta investigación.

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación lo dedico con mucho cariño a mis padres por su apoyo incondicional para cumplir con cada una de las metas que me trazado.

A mis hermanos que siempre están de alguna u otra manera apoyándome y dándome ánimos para que realice mis ideas y proyectos.

Y a todas las personas que aportaron con su granito de arena para que todo esto sea posible.

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR	i
AUTORÍA DE TRABAJO	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4.3. Preguntas de Investigación	5
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2. MARCO TEÓRICO	7
2.2.1 Sistema silvopastoril.....	7
2.2.2 Pasto.....	9
2.2.2.3 Indicadores de utilización del pastizal	13
III. METODOLOGÍA	16
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	16
3.1.1. Enfoque	16
3.1.2. Tipo de Investigación.....	16
3.2. HIPÓTESIS	16
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	18
3.4.1. Área de estudio	18
3.4.2. Duración de la investigación.....	18
3.4.3. Fase de campo.....	18

3.4.4. Muestreo empleado.....	21
3.4.5. Análisis de datos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. RESULTADOS.....	24
4.1.1. Composición botánica.....	24
4.1.2. Disponibilidad.....	25
4.1.3. Consumo	27
4.1.4. Aprovechamiento.....	28
4.1.5. Presión de pastoreo	29
4.2. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1. CONCLUSIONES	33
5.2. RECOMENDACIONES	33
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	I
VII. ANEXOS.....	IV
Anexo 1. Calibración del plato medidor de forrajes	V
Anexo 2. Agro ecosistemas en su fase inicial 2017- 2018.....	VI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición botánica por agro ecosistemas (AES).....	24
Tabla 2. Composición botánica por periodo del año (PA)	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. SSP Aliso (A. Acuminata).....	19
Figura 2. SSP Aliso (A. acuminata) sector Agua fuerte	19
Figura 3. SSP. Acacia (A. melanoxyton).....	20
Figura 4. Testigo (manejo tradicional)	21
Figura 5. Disponibilidad de pasto en los agro-ecosistemas	26
Figura 6. Disponibilidad de pasto según el periodo del año	26
Figura 7. Consumo de pastos en los agro-ecosistemas	27
Figura 8. Consumo de pasto según el periodo del año	28
Figura 9. Aprovechamiento de pasto en los agro-ecosistemas	28
Figura 10. Aprovechamiento de pasto según el periodo del año	29
Figura 11. Presión de pastoreo en los agro-ecosistemas.....	29
Figura 12. Presión de pastoreo según el periodo del año.....	30

RESUMEN

La investigación se realizó en la Finca San Vicente de la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi, Ecuador a una altitud de 2856 m.s.n.m, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de dos sistemas silvopastoriles de aliso (*Alnus acuminata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*) en la producción de pasturas.

Se establecieron tres agro-ecosistemas (AES), aliso (AES1), acacia (AES2) y testigo (AES3) para evaluar la disponibilidad, consumo, aprovechamiento, presión de pastoreo y composición botánica según los AES y el periodo del año (PA).

La investigación se realizó por 12 meses en el segundo año de instalación del sistema silvopastoril (SSP), es decir en su etapa inicial y se tomaron datos semanalmente de disponibilidad mediante aforos y el uso del plato medidor de forrajes para estimar el consumo de cada AES que tiene alrededor de 10 animales en producción, los cuales fueron pesados cada tres meses para ajustar la carga animal.

La composición botánica se evaluó cada semestre mediante la técnica de la punta del zapato, en donde no hubo mayor variabilidad durante el tiempo de evaluación debido a que el sistema está en su etapa inicial.

En la evaluación de los indicadores de utilización del pastizal según los AES se obtuvo una mayor disponibilidad en el AES3 con 2715 kg MS/ha, pero el consumo es mayor en el AES1 con 14,11 kg MS/UA, en el aprovechamiento el AES3 es de 50,30% y una mejor presión de pastoreo en el AES1 con 5,51 kg por cada 100 kg de peso vivo es decir es más eficiente en la misma área. Si se analiza según el periodo del año (PA) se observa que en el tercer bimestre la disponibilidad como el consumo es menor en los tres AES, aunque en el aprovechamiento no influye.

Palabras clave: Disponibilidad, consumo, aprovechamiento, presión de pastoreo, composición botánica.

ABSTRACT

The this investigation was carried out in San Vicente farm of the parish El Carmelo, province of Carchi, Ecuador at an altitude of 2856 m.a.s.l, whose objective was to evaluate the effect of the silvopastoral systems of alder (*Alnus acuminata*) and acacia (*Acacia melanoxyton*) in the pasture production.

Three agro-ecosystems (AES), alder (AES1), acacia (AES2) and control (AES3) were established to evaluate the availability, consumption, utilization, grazing pressure and botanical composition according to the AES and the period of the year (PA).

The investigation was carried out for 12 months in the second year of the installation of the silvopastoral system (SSP), that is to say in its initial stage and availability data was taken by using the rising plate pasture meter to estimate the consumption of each AES that has about 10 animals in production, which were weighed every three months to adjust the animal load.

The botanical composition was evaluated each semester by the shoe tip technique, where there was no greater variability during the evaluation time because the system is in its initial stage.

The AES obtained greater availability in the AES3 with 2715 kg DM / ha, but the consumption is higher in the AES1 with 14, 11 kg DM / UA, in the utilization the AES3 is 50.30% and a better grazing pressure in the AES1 with 5.51 kg per 100 kg of live weight that is to say it is more efficient in the same area. If it is analyzed according to the period of the year (PA), it can be seen that in the third quarter, availability as consumption is lower in the three AES, although it does not influence the use.

Keywords: Availability, pasture consumption, grazing pressure, botanical composition.

INTRODUCCIÓN

La ganadería actual debe verse desde una perspectiva diferente, se ha evidenciado que la manera en que se produce no es sostenible y hoy en día la situación se hace mucho más grave la disminución del precio del litro de leche ha afectado a la mayoría de productores, por ello se debe buscar alternativas que permitan reducir los costos de producción y así generar ingresos, caso contrario no se podrá seguir en la producción (Jiménez, 2016).

La degradación de los suelos es la principal problemática en la zona, existen pendientes muy pronunciadas que facilita la erosión y genera una reducción considerable en la producción. El uso de fertilizantes sintéticos ha ayudado a corto plazo, pero conforme pasa el tiempo los suelos se acidifican, existe un bloqueo de nutrientes y el problema que genera es que se incurre en gastos excesivos por parte del productor (Noni & Trujillo, 2010).

En respuesta el productor ha optado por buscar más espacio llevando a sobrepasar la frontera agrícola, desprotegiendo las fuentes de agua y esto se convierte en un gran problema porque en zonas dedicadas a la ganadería no han dejado ni un árbol, sin pensar en los múltiples beneficios que tienen los mismos (Mejía, 2016).

En épocas de sequía es cuando más se siente lo que está sucediendo cuando no se tiene que ofrecer de alimento a los animales bajando sustancialmente la producción y los ganaderos no saben qué hacer, incurriendo a compras de concentrados para mantener a sus animales, pero esto no es eficiente al contrario es costoso y el pago de la leche no puede cubrir estos gastos. Además lo que más afecta en esta época son las baja de temperatura teniendo en cuenta que la mayoría de explotaciones tiene kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) los hace más vulnerables (INIAP, 2013).

El manejo inadecuado del pastoreo profundiza más en el problema la mayoría de explotaciones lecheras han deteriorado las praderas debido al sobre pastoreo ocasionando problemas de erosión al suelo y una lenta recuperación de estas zonas lo que genera una disminución de alimento para los animales, haciendo de la ganadería un negocio no rentable (Podwojewsk & Poulénard, 2000).

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador la actividad ganadera está en crecimiento, del total de ganado que se produce en el país el 59,76% es ganado vacuno, siendo la sierra la que posee mayor cantidad con el 51,06%, la provincia del Carchi tiene el 0,04% (114085 cabezas de ganado vacuno) (PRO ECUADOR, 2016).

Lo que hace necesario ser más eficientes en el uso de nuestros recursos naturales, en el que el suelo ha sido el más afectado debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos que ha producido acidez, bloqueo de nutrientes, erosión causada por el uso de maquinaria agrícola en pendientes pronunciadas y el monocultivo que está muy asentado en la zona (Podwojewsk & Poulénard, 2000).

El Carchi es una zona agrícola y ganadera donde la papa y la producción de leche son sus principales actividades económicas, pero conforme transcurre el tiempo son muy pocas las unidades de producción agropecuaria (UPA) que implementan mejoras a sus sistemas productivos y las que lo realizan no tienen el respaldo adecuado de un acompañamiento técnico, sino de vendedores de grandes casas comerciales que les interesa más la comercialización. Esto se ve reflejado por la situación actual en donde muchos agricultores y ganaderos están dejando sus actividades y salen a la ciudad a buscar trabajo ocasionado por las pérdidas económicas que tuvieron (INEC, 2009).

La situación ganadera es crítica en la provincia del Carchi por estar ubicada en la zona fronteriza con Colombia, tiene que asumir nuevos retos en la producción y es indispensable que los pequeños ganaderos busquen alternativas que les permitan mejorar su producción y minimizar sus costos de una manera sostenible (El Productor, 2016)

En la actualidad la producción de leche estimada por litros/vaca/hectárea sigue muy baja, los pastos no son manejados adecuadamente por lo que se incurre a la compra de concentrados y grandes cantidades de fertilizantes para estabilizar el sistema, lo que incrementa los costos de producción sin tener los resultados esperados (Ochoa & Balarezo, 2014)

Muchos ganaderos en busca de mejorar su producción han optado por mejorar la genética de sus ganaderías para obtener una mayor producción sin embargo se han olvidado de mejorar sus pastos los cuales son la base principal en la alimentación del ganado lechero, esto es contradictorio ya que en vez de obtener mejoras están teniendo mayores problemas al no tener el alimento suficiente para sus animales de alto rendimiento, elevando sus costos de producción sin que el sistema sea rentable (MAGAP, 2011).

En la mayor parte del territorio de la provincia del Carchi su topografía es irregular y específicamente en la parroquia El Carmelo se practica actividades agrícolas que degradan los suelos debido a la labranza a favor de la pendiente lo que ha ocasionado degradación de los suelos generalmente en las partes altas en donde la producción en estas zonas disminuye y se incurre al uso excesivo de fertilizantes ocasionando problemas ambientales y económicos (Cuasquer, 2016).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Existe escasa información sobre el efecto de los sistemas silvopastoriles en la producción de pasturas en la provincia del Carchi

1.3. JUSTIFICACIÓN

La agricultura y la ganadería son las principales actividades económicas en la provincia del Carchi según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, tiene 179 mil hectáreas de tierra en uso. En este aspecto el 87% de las fincas son de pequeños productores, los cuales se dedican a la producción de papa, hortalizas, cereales y a la ganadería con un tamaño medio de 4,5 hectáreas por productor (INEC, 2009).

Analizando esta situación se observa que la mayoría de productores poseen poca superficie para producir y por ello se debe ser más eficientes en el uso del suelo y producir más en el mismo espacio. La ganadería debe pasar de un sistema extensivo tradicional a semiextensivo en donde se pastorea alternadamente mediante un pastoreo rotacional que permite obtener la mayor producción por hectárea y así obtener mayores ingresos para el productor (Contexto Ganadero , 2013).

La leche es el principal ingreso de los pequeños productores por ello es considerado como el “Sueldo de los pobres” ya que los pagos se realizan quincenal o mensual según la empresa que acopia la leche y procesa, dando lugar a que los productores destinen este dinero para alimentación, educación y otros fines causando un gran beneficio económico para la comunidad ya que todos de alguna u otra manera son beneficiados (Estrada & Rodriguez, 2015).

Zambrano (2015) dice lo que se busca a futuro en la ganadería no solo es tener buena genética, sanidad, alimentación o instalaciones que también son importantes, sino una producción que se ajuste al entorno.

El sistema tradicional de producción pecuaria está muy arraigado en la zona como lo menciona el MCPEC (2011) en la provincia del Carchi predomina el ganado criollo y aun se maneja un sistema de producción empírico con rendimiento bastantes bajos. Lo que ha ocasionado que producciones que parecerían ser rentables antes, en la actualidad están cada vez más bajas, debido a los cambios climatológicos, como al crecimiento de la población lo cual hace que disminuya el tamaño de los predios rurales.

Por esto se debe desarrollar una ganadería moderna que utilice sosteniblemente los recursos naturales sin ocasionar efectos negativos a los mismos, es necesario la implementación de sistemas silvopastoriles, como una alternativa a esta problemática, en donde además de los animales y el pasto se incorporan árboles multiuso los cuales aportan infinitas bondades al sistema, como árboles que fijen nitrógeno atmosférico, que le sirvan de alimento a los animales, provean madera y leña para los productores (Universidad de los Andes, 2014).

Los árboles en los sistemas silvopastoriles además de traer beneficios económicos para el productor diversifican la producción y es lo que tanto se busca en la actualidad no seguir con el monocultivo como lo imponen los países desarrollados y que ahora son causa principal de un sinnúmero de problemas ambientales y productivos, lo que se busca con los sistemas silvopastoriles es mejorar las condiciones del suelo, recuperar la biodiversidad y así traer beneficios ambientales (Rios, 2014).

Además (Flores & Umaña, 2006) menciona que hay muchos beneficios en la producción de pastos en el sistema donde se utilizó aliso (*Alnus acuminata*) como barrera viva asociado

a pastos naturales en la cual existe una mayor digestibilidad de forraje debido a la menor cantidad de Fibra detergente Neutra (FDN), se incrementó la carga animal y la leche contiene mayor contenido de grasa y proteína al contrario del sistema tradicional.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de dos sistemas silvopastoriles de Aliso (*Alnus acuminata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*), en la producción de pasturas en la finca San Vicente, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los diferentes indicadores de utilización del pastizal (disponibilidad, consumo, aprovechamiento, presión de pastoreo) y composición botánica.
- Determinar los efectos de agro ecosistemas y periodos del año en los indicadores de utilización del pastizal y composición botánica.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuál es la influencia del sistema silvopastoril de aliso (*A. acuminata*) y acacia (*A. melanoxylon*) en la producción de biomasa?

¿Qué beneficios tiene la implementación de los sistemas silvopastoriles para las praderas?

¿La composición botánica tendrá variación durante el año de evaluación?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según un estudio de Flores & Umaña (2006) determinaron que la *Acacia decurrens* presentó los mejores parámetros agronómicos y de adaptabilidad; con un porcentaje de prendimiento de 98.2 y una altura total promedio de 1,47 m a los seis meses de siembra. Las otras dos especies también presentaron excelentes porcentajes de supervivencia. Las medidas de diámetro al cuello y a 40 cm. del suelo no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) Las tres especies evaluadas presentaron baja incidencia de plagas y enfermedades. El reporte de tres insectos y el ataque leve de hongo antracnosis no afectó el desarrollo de los árboles y el establecimiento general del sistema.

En cambio Gualdron & Padilla (2007) determinó la producción y calidad de leche en vacas holstein en dos arreglos silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo, (*pennisetum clandestinum*), dando como resultado una mayor producción de forraje aproximadamente del 25% en el tercer periodo en el sistema silvopastoril además el forraje de *P. clandestinum* asociado con árboles disminuyó sus contenidos de lignina en los dos sistemas silvopastoriles y en el sistema silvopastoril de sombra y ramoneo existe una mayor adaptación de las especies *A. acuminata* y *A. decurrens*.

En trabajos realizados por Insuasty, Apráez, & Navia (2011) en donde se evaluó el efecto del arreglo silvopastoril aliso (*Alnus Acuminata K.*) y kikuyo (*Pennisetum Clandestinum H.*) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño se obtuvo como resultado que existió una ligera superioridad (1,21%) en el contenido de proteína en la pradera de kikuyo asociado con aliso *A. acuminata*, además en el sistema silvopastoril el forraje de esta gramínea es generalmente rico en proteína y es muy palatable para el ganado.

Según investigaciones del Corpoica (2010) como resultado del proyecto “Alternativas silvopastoriles como estrategia de manejo sostenible de praderas” se analizó en la misma finca dos sistemas el uno con árboles de aliso (*A. acuminata*) y el otro sin árboles, el principal efecto que se obtuvo fue mayor cantidad de forraje producido es decir mayor alimento para los animales, además se encontró que la diversidad de la pradera del SSPs aumentó y estuvo

representada por mayor biomasa de kikuyo, falsa poa y raigrás en comparación con la pradera tradicional sin árboles.

Una investigación realizada por Criollo (2013) sobre la evaluación de alternativas silvopastoriles que promuevan la intensificación y recuperación de pasturas degradadas y contribuyan a reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera en la Amazonía ecuatoriana, al segundo año de establecimiento obtiene como resultado que las especies forrajeras leñosas, no tienen efecto significativo en las variables: agronómicas, ambientales ni económicas, la mejor alternativa silvopastoril en calidad y persistencia para la alimentación bovina es la alternativa: Pastura + Leucaena + Guayaba, por su alto contenido de proteína, alta digestibilidad y menor fibra detergente neutra.

En cambio Cuasquer (2016) en la determinación del comportamiento inicial de acacia (*Acacia melanoxylon R.Br.*), en asociación con tres tipos de pasto, en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi da como resultado que el tratamiento *Acacia melanoxylon* más *Trifolium repens* fue el que más sobresalió entre los demás tratamientos, respecto a las variables incremento en altura total y biomasa aérea, con 0,99 m y 0,030 kg/árbol, respectivamente y que el mayor incremento de N en el suelo por efecto de la especie forestal se registró en el tratamiento de *Acacia melanoxylon* más *Avena sativa*, tanto cerca del árbol como lejos de este, siendo de 0,48 % y 0,43 % respectivamente.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Sistema silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son sistemas que relacionan árboles con pastos obteniendo múltiples beneficios, en donde las plantas, animales y el suelo mejoran sus características productivas debido al manejo de los mismos se obtiene una diversificación en la producción, fijación de carbono y en algunos casos nitrógeno, protegen el suelo aumentando los ingresos para el productor (Deambrosi, Capozzolo, & César Castro, 2009).

2.2.1.1 Pastura en callejones

En este sistema los pastos se establecen dentro de las hileras de los árboles, para manejarlas bajo pastoreo se utilizan árboles principalmente leguminosos los cuales contribuyen al sistema con pastos de calidad, mejorando la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno y reduciendo las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión (Mendieta & Rocha, 2007).

2.2.1.2 El sistema silvopastoril en la producción y calidad de pasturas

Según Alonso (2009) los sistemas silvopastoriles tienen una mayor cantidad de biomasa en comparación al sistema tradicional, las interacciones entre los componentes del sistema determinan su productividad, mejorando la estabilidad de sus componentes vegetales reflejándose en expresiones biológicas como el crecimiento, rendimiento y la composición botánica que es un indicador que más influye en este aspecto.

2.2.1.3 Aliso (*Alnus acuminata*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Hamamelididae*

Orden: *Fagales*

Familia: *Betulaceae*

Género: *Alnus*

Especie: *acuminata*

b) Descripción

El aliso es una especie originaria de centro américa y américa del sur en zonas de media y alta montaña y se pueden encontrar en laderas montañosas muy inclinada en condiciones. Puede encontrarse a 2000 y 3100 msnm, con pH de 4,5 a 6 con alto contenido de humedad.

El aliso es un árbol caducifolio, monopódico y monoico con poda natural puede alcanzar hasta los 30 metros de altura (Corpoica, 2010).

2.2.1.4 Acacia (*Acacia melanoxylon*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Mimosoideae*

Tribu: *Acacieae*

Género: *Acacia*

b) Descripción

Acacia melanoxylon es un árbol de hoja perenne que puede alcanzar los 27 m de altura, pertenece a la familia de las leguminosas, también llamadas *Fabáceas* (*Leguminosae* o *Fabaceae*), presenta un porte recto con la copa espesa, redondeada o piramidal, la corteza es oscura y fisurada, carece por completo de espinas, tampoco tiene hojas al uso, en su lugar posee filodios de unos 12 cm, planos, anchos, algo curvos, de color verdoso y con nervios a lo largo, los filodios son hojas modificadas a partir del pecíolo (Corpoica, 2010).

2.2.2 Pasto

Son plantas naturales o cultivadas para que el ganado se alimente mientras pastorea, existe una gran diversidad de especies y se seleccionan por su productividad, adaptabilidad, buena capacidad de rebrote, resistentes al pisoteo de los animales y principalmente por su calidad nutritiva. Entre ellas tenemos gramíneas y leguminosas (INATEC, 2016).

2.2.2.1 Gramíneas

Las gramíneas son plantas herbáceas, monocotiledóneas, de tallos cilíndricos, huecos, con nudos llenos, hojas alternas y largas, con flores en espiga y granos secos. Se adaptan muy bien en varias condiciones climáticas y se encuentran como vegetación natural y agronómica del hombre (UMA, 2002).

2.2.2.1.1 Raigrás (*Lolium multiflorum*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Cyperales*

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Pooideae*

Tribu: *Poeae*

Subtribu: *Loliinae*

Género: *Lolium*

Especie: *L. multiflorum*

b) Descripción

Es un pasto de crecimiento erecto con gran producción de macollos tiene un desarrollo rápido y se establece fácilmente, la planta mide de 25 a 40 centímetros de altura, los tallos son cilíndricos con abundantes hojas de color verde oscuro (Castillo, 2015).

2.2.2.1.2 Holco (*Holcus lanatus*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida*
Subclase: *Commelinidae*
Orden: *Poales*
Familia: *Poaceae*
Subfamilia: *Pooideae*
Tribu: *Poeae*
Subtribu: *Airinae*
Género: *Holcus*
Especie: *H. lanatus*

b) Descripción

Es una gramínea que se desarrolla y produce cantidades importante de materia seca, aún en suelos de poca aptitud, se adapta a un amplio rango de suelos y tiene la característica de extraer nutrientes de suelos pobres. Se puede sembrar al voleo es de fácil manejo, de rápida diseminación por semilla. (Martínez, 2013).

2.2.2.1.3 Pasto azul (*Dactylis glomerata*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Liliopsida*
Orden: *Poales*
Familia: *Poaceae*
Subfamilia: *Pooideae*
Tribu: *Poeae*
Subtribu: *Dactylidinae*
Género: *Dactylis*
Especie: *Dactylis glomerata*

b) Descripción

Es una gramínea perenne, de crecimiento robusto, matas individuales en matorros, tallos florales miden hasta 1.3 m, muchos tallos, hojas plegadas y vainas comprimidas, inflorescencia conspicua, semejante a una panícula con numerosos racimos de espiguillas reducidas. Para producción de semilla los tallos se tornan duros, fibrosos y poco apetecibles (González, 2017).

2.2.2.1.4 Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Pennisetum*

Especie: *Pennisetum clandestinum*

b) Descripción

Pennisetum clandestinum es una planta perenne, estolonífera y rizomatosa, de 30 o 40 cm de altura. Los estolones son ramificados y aplanados. La vaina de la hoja es de color amarillo pálido verdoso. Inflorescencia reducida a un grupo de 2 - 4 espiguillas, casi encerrada en la vaina de la hoja. Espiguillas de 10-20 mm de largo, comprende dos flores, filamentos delgados de 50 mm de largo, con anteras 5-7 mm de largo. Cariópsides ovoides, de color marrón oscuro, de unos 2,5 mm de largo y 1,5 mm (Corpoica, 2016).

2.2.2.2 Leguminosas

Orden de plantas dicotiledóneas que incluye la familia de las *papilionáceas*, son plantas leñosas o herbáceas con fruto tipo legumbre y con diversas especies cultivadas por su importancia en la alimentación humana y del ganado y sus aplicaciones industriales, las leguminosas son capaces de fijar nitrógeno atmosférico por su simbiosis con el género

bacteriano *Rhizobium*. Se caracterizan por que su fruto está protegido por una vaina o baya como la alfalfa y el trébol (Schuldt, 2003).

2.2.2.2.1 Trébol

a) Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Faboideae*

Tribu: *Trifolieae*

Género: *Trifolium*

Especie: *Trifolium repens*

b) Descripción

Es una leguminosa perenne que se dispersa por estolones es muy apetecido por los animales. Se adapta mejor en suelos negros de superficiales a profundos, los productores la siembra para el aporte de proteína y su fijación biológica de nitrógeno (Pereira, 2017).

2.2.2.3 Indicadores de utilización del pastizal

2.2.2.3.1 Disponibilidad

Según Bendersky (2011) es la cantidad de pasto por hectárea que hay en un momento dado y varía de acuerdo al tipo de pastura, condiciones climáticas, fertilidad del suelo, manejo entre otros. Su cálculo se lo puede hacer por métodos directos como la evaluación por cortes e indirectos como la estimación visual, altura comprimida mediante dispositivos como el plato medidor de forraje (Abarzúa, y otros, 2007).

2.2.2.3.1.1. Método del cuadrante

Sirve para la estimación de la disponibilidad de forraje en donde se realiza cortes, pesajes y posterior secado del material, es un método muy exacto pero se dificulta por el tiempo que tarda este procedimiento (Pérez, 2017).

2.2.2.3.1.2. Plato medidor de forraje

Es un instrumento de fácil uso para el productores, solo se necesita un poco de instrucción y ajustar a la realidad de las praderas existentes. Con este instrumento se comprime la pradera y registra su altura, este movimiento se lo debe hacer varias veces dependiendo del tamaño de la pradera, los resultados obtenidos está en función de la calibración con el método de corte que da un valor expresado en kg MS/ha (San Martín & Tapia, 2015).

2.2.2.3.2 Consumo

Se refiere a la cantidad de pasto que consume el animal diariamente, está relacionado con la calidad de pasto, edad y peso del animal entre otros factores. Para estimar este valor se puede calcular la diferencia entre el forraje disponible y el residual o teniendo en cuenta los requerimientos del animal (Hammeleers, 2010).

2.2.2.3.3 Aprovechamiento

En los sistemas pastoriles el objetivo es dar la mayor cantidad de forraje por unidad de superficie, de la mejor calidad posible, para esto se debe tener en cuenta las fases de desarrollo del pasto para ofrecer a los animales en el tiempo adecuado. Para su cálculo se saca de la disponibilidad de pasto y el consumo (García A. N., 2006).

2.2.2.3.4 Presión de pastoreo

La presión de pastoreo corresponde al número de animales por una cantidad de forraje disponible. Puede ser calculada como la fitomasa de pre pastoreo, dividida por la densidad de pastoreo (Abarzúa, y otros, 2007).

2.2.2.4 Composición Botánica de las praderas

Es el porcentaje de especies de plantas que comprenden una pradera, entre ellas raigrás, trébol, llantén, kikuyo, etc. (Rodríguez, 2007) Para su estimación se utilizó el método de la punta del zapato que consiste en recorrer los lotes, si son pequeños se debe hacer cada 5 pasos caso contrario puede ser 10, para ello en un planilla se anota la diversidad de pastos y con una señal se va anotando según la incidencia del pasto que se observe en el punto imaginario de la punta del pie, se debe hacer alrededor de 150 a 300 observaciones por hectárea (FAO, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

3.1.1.1 Enfoque cuantitativo

La investigación es cuantitativa se hizo un análisis de los indicadores de utilización del pastizal como la disponibilidad, consumo, aprovechamiento y presión de pastoreo permite realizar una asociación de estas variables con la eficiencia productiva que tienen los AES evaluados según transcurre el tiempo (bimestres) y el efecto del sistema silvopastoril además se analizó la variabilidad de la composición botánica influenciada por los AES y el periodo del año (semestres).

3.1.2. Tipo de Investigación

Se realizará en 3 niveles: exploratorio, descriptivo y asociación de variables.

A nivel exploratorio en la investigación permitió dar un primer acercamiento al problema y así conocer la metodología que se va aplicar para evitar problemas posteriores.

Descriptivo se realizó un análisis para dar a conocer los resultados de la evaluación de los diferentes indicadores de utilización del pastizal y de la composición botánica mediante la asociación de variables.

3.2. HIPÓTESIS

Ha. Los sistemas silvopastoriles de Aliso (*A. acuminata*) y acacia (*A. melanoxyton*) influyen en la producción de pasturas y composición botánica.

Ho. Los sistemas silvopastoriles de Aliso (*A. acuminata*) y acacia (*A. melanoxyton*) no influyen en la producción de pasturas y composición botánica

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Los sistemas silvopastoriles de Aliso (<i>A. acuminata</i>) y acacia (<i>A. melanoxylon</i>) influyen en la producción de pasturas y composición botánica	Dependiente Producción de pasturas	Es la base principal de una producción ganadera, de esto depende el éxito de la producción	Indicadores de utilización de pasturas Composición botánica	Disponibilidad Consumo Aprovechamiento Presión de pastoreo % especies	Observación aforo Método de la punta de zapato	Plato medidor de forrajes Ficha técnica
	Independiente Sistema silvopastoril	Sistema que se compone de árboles intercalados con el pasto para alimento de los animales	SSP Aliso SSP Acacia Mezcla forrajera tradicional (testigo)	Área de pastoreo	Observaciones	GPS Cinta métrica Ficha técnica

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la Finca San Vicente de la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi, Ecuador, en el punto geográfico comprendido entre los 0° 38' 53'' latitud norte y 77° 35' 53'' longitud occidental, a una altitud de 2 856 msnm (Benavides & Gomez, 2002).

El SSP tiene una densidad de 1000 árboles/ha está formado por hileras a 10 metros (m) de distancia siguiendo las curva de nivel, la siembra de los árboles fue a tresbolillo con una distancia entre arboles de 2 m, el SSP fue evaluado desde el segundo año de instalación en el periodo 2017 – 2018.

3.4.2. Duración de la investigación

La investigación se realizó durante 12 meses.

3.4.3. Fase de campo

Se hizo un levantamiento de información de todos los lotes de los tres AES, identificándolos con una numeración y el área individual de cada lote como indican las (figuras 1, 2, 3,4) esto para llevar un registro individual y planificar el movimiento del rebaño.

El SSP aliso (Figura 1) está dividido en 2 los lotes del 4 al 14 se dedican para las vacas en producción es decir 10 lotes y se complementa con aliso sector aguafuerte (Figura 2) con 21 lotes más, aquí se mantiene 12 animales en producción aproximadamente.

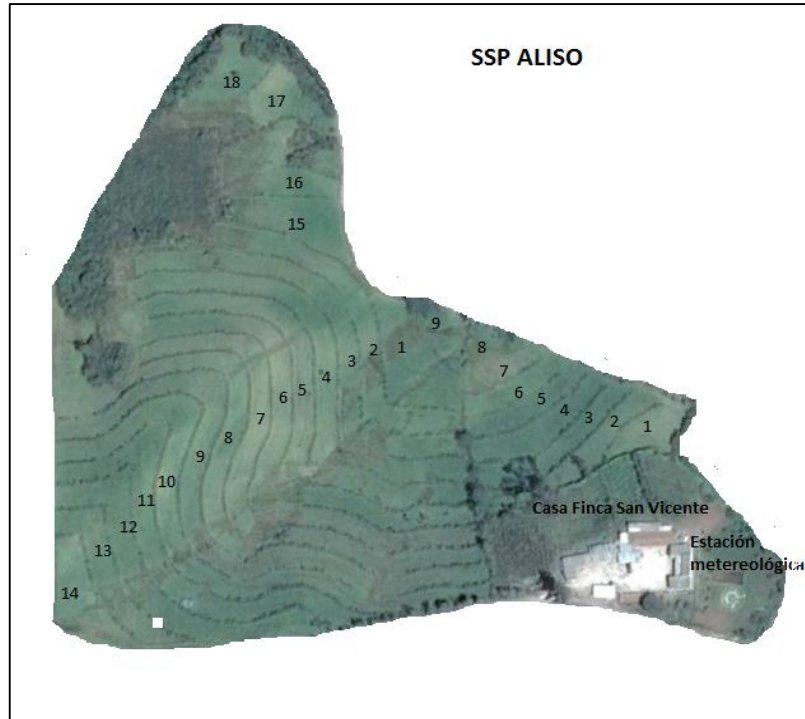


Figura 1. SSP Aliso (*A. Acuminata*)

Fuente. Elaborado por el autor

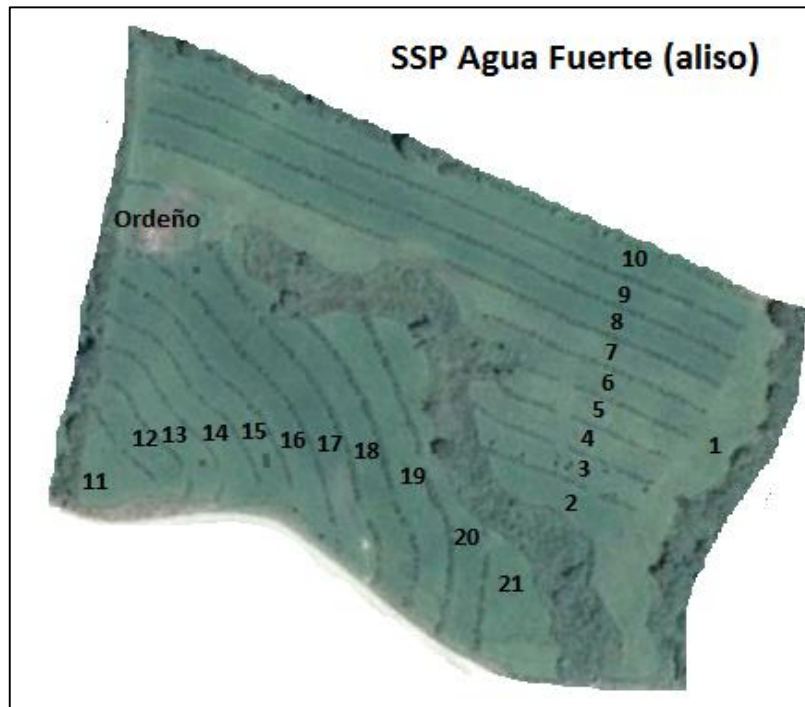


Figura 2. SSP Aliso (*A. acuminata*) sector Agua fuerte

Elaborador por. Autor

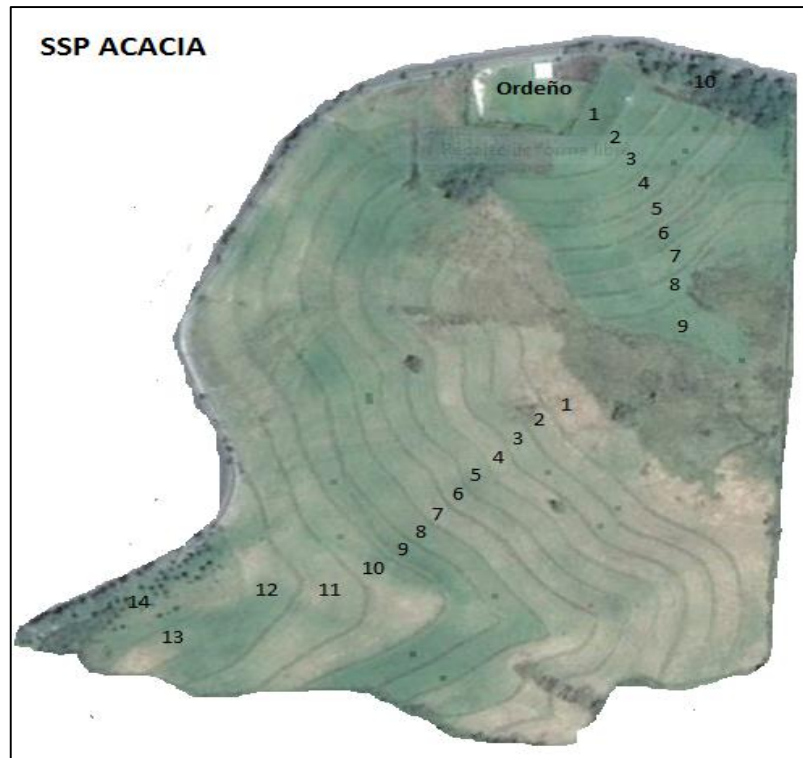


Figura 3. SSP. Acacia (*A. melanoxylon*)

Fuente. Elaborado por el autor

En el testigo se dedican a la producción de leche 6 hectáreas, el resto es para el ganado seco, levante de novillas y cultivos como maíz y papa. Se han dividido en 9 lotes en los cuales pastorean alrededor de 10 vacas en el que el manejo se lo hace tradicionalmente.



Figura 4. Testigo (manejo tradicional)

Fuente. (Google maps, 2017)

Cabe indicar que cada AES se trabaja individualmente, cada uno tiene su sitio de ordeño que facilita el registro individual de producción.

3.4.4. Muestreo empleado

Para la toma de datos se planificó como realizar aforos en cada uno de los lotes a pastorear para estimar los indicadores de utilización del pastizal, para ello se encuentra con la información de cada lote de los tres AES, con lo cual se procedió a realizar varios aforos en diferentes lotes (ver anexos) para calibrar el plato medidor de forrajes (Abarzúa, y otros, 2007), con ello se estableció la toma de datos una vez por semana de cada AES, es decir antes del pastoreo para estimar disponibilidad y luego para conocer el residual, lo que permite calcular el consumo diario.

Además para llevar el control de pastoreo se llevaba registros diarios por parte del mayordomo el cual anotaba el AES, el número del lote, fecha de ingreso y salida en recibos, los cuales se recolectaban el fin de semana para subir al registro.

La disponibilidad se calculó mediante la estimación de pasto con el plato medidor de forrajes de los lotes evaluados, se lo realizó al ingreso y a la salida de los animales con ello obtenemos el consumo que resulta de la diferencia de la disponibilidad menos el residual.

Para el cálculo del aprovechamiento se realizó una regla de tres en donde la disponibilidad es el 100% y el consumo es el porcentaje de aprovechamiento de esta pastura y la presión de pastoreo es el resultado de los $\text{kg MS lote}^{-1}\text{rot}^{-1}\text{día}^{-1}$ sobre el peso total de cada refo.

La composición botánica se realizó semestralmente, en donde se analiza por medio de la observación directa (Galt et al., 1969) la evolución de ciertas especies de interés para el productor durante cierto tiempo. Para este caso se utilizó el método de la punta del zapato (Staver, Steele, & Pilsen, 1993, págs. 33-34) en donde cada 5 pasos dependiente el área del lote se registra el pasto que más predomina y así se recorre los lotes evaluados, con ello se puede conocer el porcentaje de las diferentes especies que para nuestro estudio se tomó en cuenta el kikuyo, raigrás, trébol, holco, pasto azul y otras especies.

El chequeo de los 3 rejos se realizó de forma semestral cada vaca tiene sus identificación con ello se hace pesajes, desparasitaciones, vitaminización y chequeos ginecológicos, estimación de la condición corporal entre otros.

3.4.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos se organizó dos ficheros en Microsoft Excel uno para los indicadores de utilización del pastizal (IUP) y el otro analizar la composición botánica, para el primero se tomó en cuenta el agro ecosistema (AES), Periodo del año (PA), número de animales, peso vivo, disponibilidad, consumo, aprovechamiento y presión de pastoreo y para el segundo AES, PA, Muestra, especies y porcentaje de las mismas.

Estos indicadores fueron trasladados a una base de datos en SPSS para proceder al análisis estadístico para analizar los indicadores de utilización del pastizal por periodos de años se probó por bimestres, trimestres, cuatrimestres y el que mejor representaba fue por bimestres, por lo que se analizó de esa forma mediante la prueba de Tukey la cual permite probar todas

las diferencias entre las medias y hacer comparaciones múltiples (García, Castillo, Ramírez, Sánchez, & Larqué, 2001).

Para el análisis de la composición botánica se utilizó Duncan que se lo utilizó para comparar todos los pares de las medias (Mendoza, 2002) en donde el periodo del año fue evaluado por semestres.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

La evaluación de los indicadores de producción de pasto en este caso disponibilidad, consumo, aprovechamiento, presión de pastoreo y la composición botánica se analizaron de acuerdo al agro ecosistema (AES) y periodo del año (PA).

4.1.1. Composición botánica

La composición botánica analizando las especies por AES en (la tabla 1) se tiene que en el AES2 existe una mayor cantidad de kikuyo 44,74%, trébol 23,50%, y holco 21,32% y una baja cantidad de raigrás 6,19 % y 4,24% de otras especies, seguido por el AES3 que tiene 37,30% de kikuyo, 22,91% de trébol y un 21,67% de holco y una cantidad menor de raigrás 10,79% y un valor de 6,68 de otras especies un valor respectivamente más alto comparado con los otros AES. En el aliso se identifica que la mezcla forrajera es buena existe un 28,33% kikuyo, 22,93% de raigrás, 16,87 % de pasto azul cabe indicar que solo en este AES tien este pasto, 16% de trébol y 10,53% de holco y un valor de 5,33% en otras especies.

Tabla 1. Composición botánica por agro ecosistemas (AES)

AES	Diversidad de pastos (*), %						E.E ±
	Kikuyo	Raigrás	Pasto azul	Holco	Trébol blanco	Otros	
Aliso	28,33 ^c	22,93 ^a	16,87 ^c	10,53 ^b	16,00 ^b	5,33 ^b	0,87
Acacia	44,74 ^a	6,19 ^c	0,00 ^b	21,32 ^a	23,50 ^a	4,24 ^b	1,76
Testigo	37,30 ^b	10,79 ^b	0,65 ^b	21,67 ^a	22,91 ^a	6,68 ^a	1,40

Medias con superíndices no comunes en cada columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan): pastos

Elaborado por. Autor

Analizando estos valores mediante el periodo del año (tabla 2) se observa que solo en la especie pasto azul existe diferencia significativa donde refleja una notable disminución de 6,84% a 4,44% en los semestres evaluados, esto puede deberse al intervalo del tiempo de

cosecha por parte de los animales, en las demás especies no hay diferencias significativas por lo que se recomienda seguir analizando durante más tiempo.

Tabla 2. Composición botánica por periodo del año (PA)

PA	Diversidad de pastos (*), %						E.E ±
	Kikuyo	Raigrás	Pasto azul	Holco	Trébol blanco	Otros	
Semestre 1	36,03	13,97	6,27 ^a	17,73	21,08	4,91	1,20
Semestre 2	37,03	13,11	6,84 ^a	17,13	20,56	5,34	1,22
Semestre 3	37,31	12,85	4,44 ^b	18,67	20,76	5,98	1,27

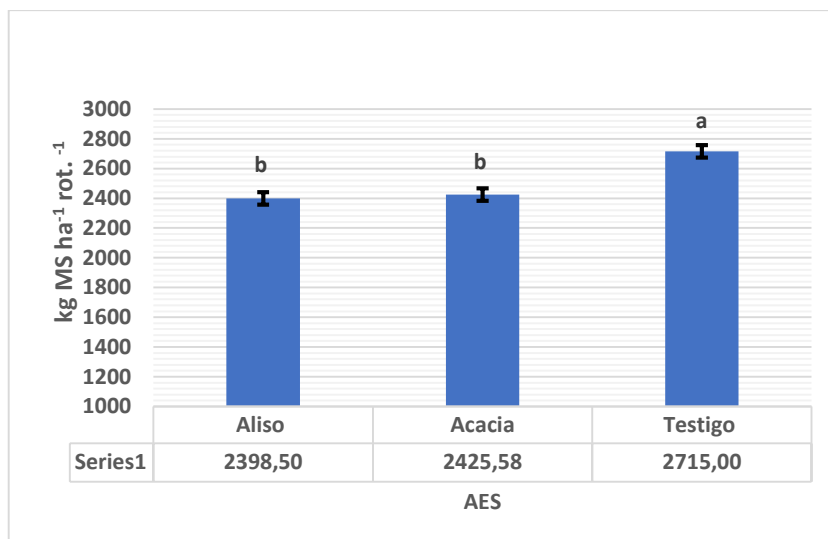
Medias con superíndices no comunes en cada columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan): pastos

Elaborado por. Autor

4.1.2. Disponibilidad

La disponibilidad analizada según el AES expresada $\text{kg MS vaca}^{-1} \text{ día}^{-1} \text{ rot.}^{-1}$, indica que es significativo ($P < 0.05$) el valor que existe en el AES3 testigo (2715 kg MS/ha) en relación al AES1 aliso (2398,50 kg MS/ha) y AES2 acacia (2425,58 kg MS/ha). Siendo el AES1 el que tiene menor disponibilidad de pastos esto influenciado por la sombra y la gran cantidad de hojarasca sin descomponer, además cabe indicar que en el análisis de la composición botánica, el pasto azul que tenía mayor porcentaje en este AES comparado con los otros tuvo una notable reducción en el tiempo evaluado (Tabla 2).

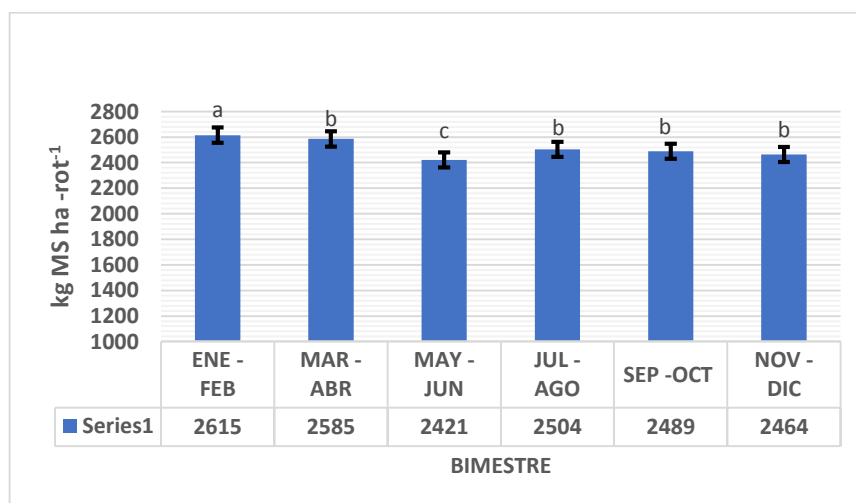
Pero si se analiza de forma general el AES1 tiene una gran cantidad de biomasa debido al follaje que pueden proveer los árboles de aliso (*A. acuminata*) en época de escasos y que se observa diariamente el ramoneo que ejercen los animales.



Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 5. Disponibilidad de pasto en los agro-ecosistemas

Si se hace el análisis según el PA en bimestres se observa diferencias significativas entre el primer bimestre (Ene-Feb) que tiene una mayor disponibilidad (2615 kg MS/ha) respecto a los demás y una reducción significativa en el tercer bimestre (2421 kg Ms/Ha), en los demás no existe diferencia. Esto da una pauta para dar mejor uso de este recurso en los meses que exista menor disponibilidad.

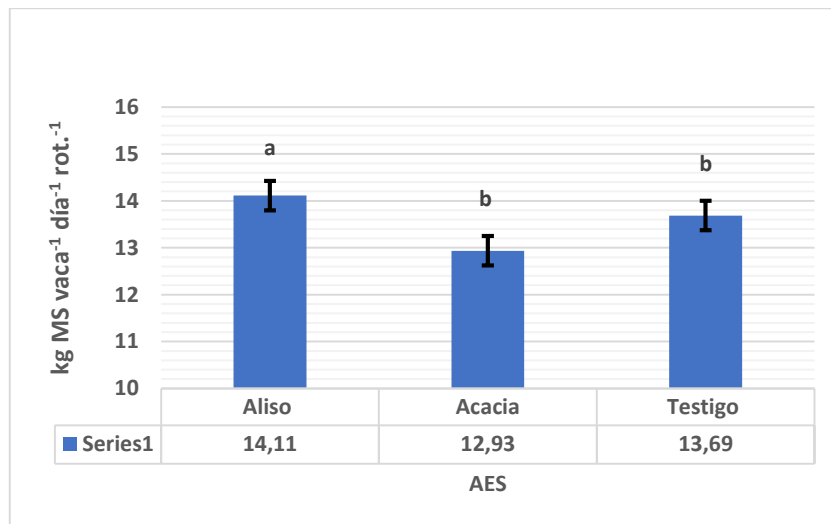


Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 6. Disponibilidad de pasto según el periodo del año

4.1.3. Consumo

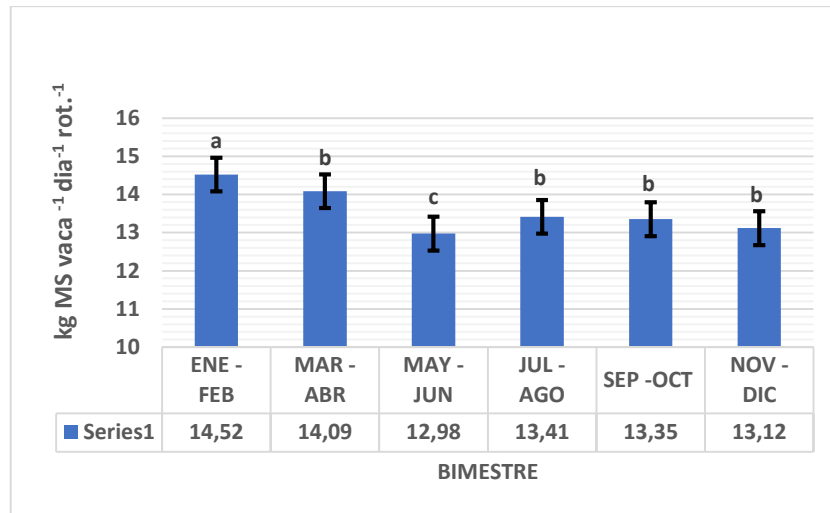
El consumo $\text{kg MS vaca}^{-1} \text{ día}^{-1} \text{ rot.}^{-1}$ se encuentra ligado a la disponibilidad dando como resultado una diferencia significativa entre el AES1 (14,11 kg MS/UA) con mayor consumo y el AES2 (12,93 kg MS/UA) con un menor consumo, con el AES3 no existe diferencia significativa ya que el AES2 y AES3 guardan relación. Este indicador está relacionado directamente con la calidad del pasto y en la tabla 1 se indica como el AES1 tiene una mezcla forrajera que permite al animal seleccionar las especies de su preferencia y esto incentiva al mayor consumo por parte de los animales a diferencia de los otros que tienen un mayor porcentaje de kikuyo.



Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 7. Consumo de pastos en los agro-ecosistemas

Analizando según el periodo año el primer bimestre del año (ene- feb), al igual que en la disponibilidad tiene un mayor consumo de 14,52 kg MS/UA, disminuyendo significativamente en el periodo (may-jun) con 12,98 kg MS/UA. Esto indica que si existe mayor disponibilidad en buenas condiciones, se incentiva el consumo de los animales.

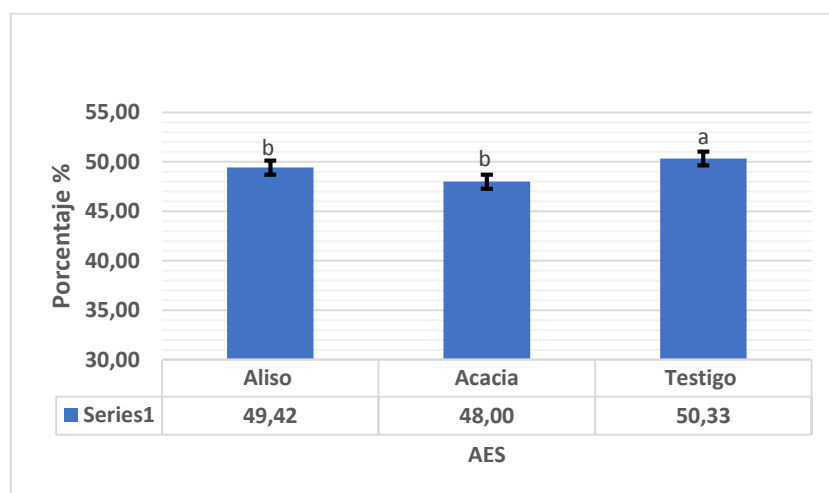


Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 8. Consumo de pasto según el periodo del año

4.1.4. Aprovechamiento

En el aprovechamiento se puede observar que existe diferencia significativa entre el AES3 (50,33 %) respecto a los demás, para el caso del AES1 (49,42%) y AES2 (48%), cabe indicar que en la AES2 existe un menor aprovechamiento por parte de los animales, esto se justifica con los resultados presentados en la tabla 1, en donde se encuentra un mayor porcentaje de kikuyo que dificulta la digestibilidad por parte de los animales.



Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 9. Aprovechamiento de pasto en los agro-ecosistemas

En el análisis según el PA no hubo diferencias significativa, el aprovechamiento se mantuvo entre el 50% al 48,67% a lo largo del tiempo investigado.

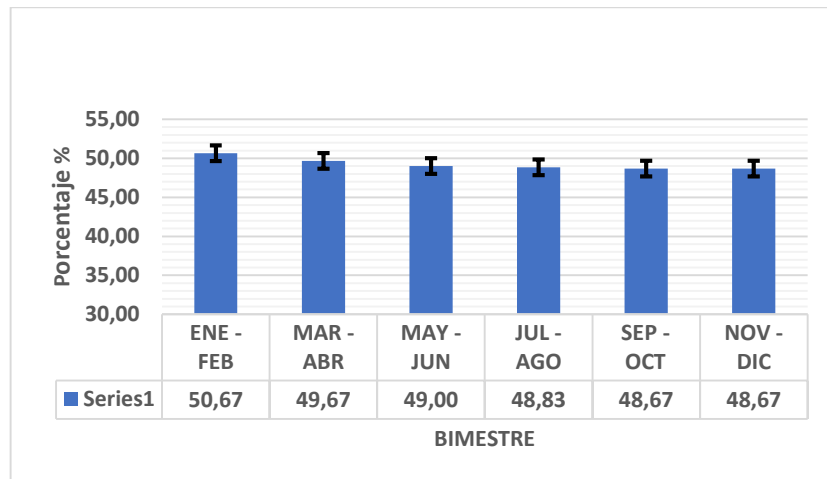
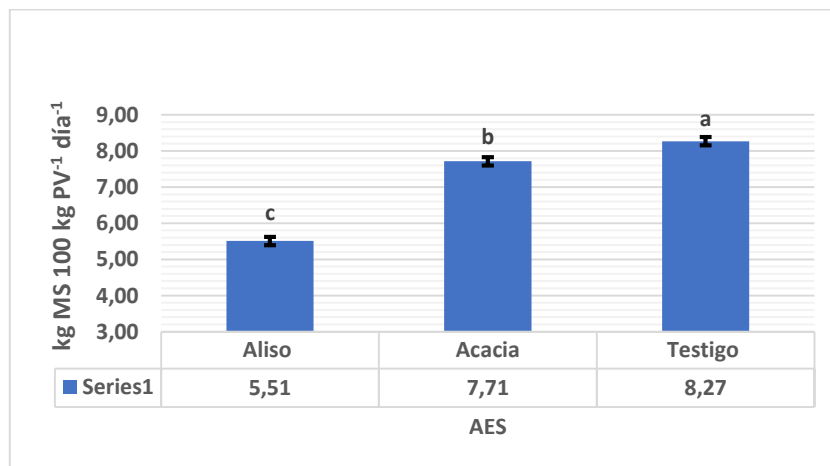


Figura 10. Aprovechamiento de pasto según el periodo del año

4.1.5. Presión de pastoreo

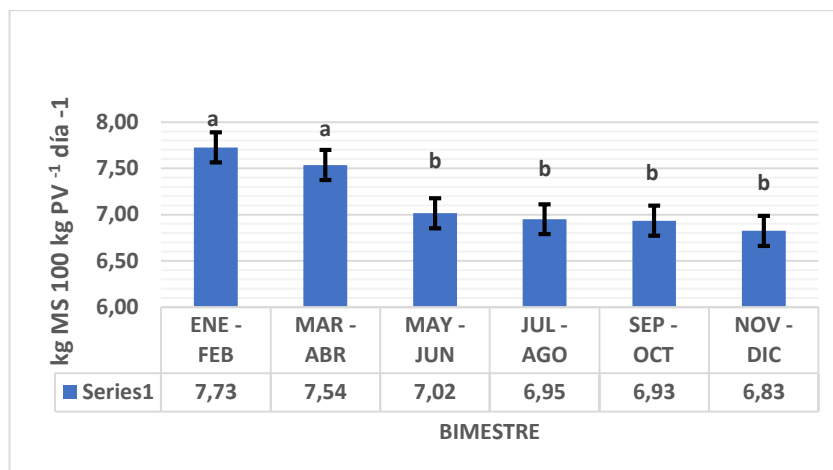
En la presión de pastoreo $\text{kg MS } 100 \text{ kg PV}^{-1} \text{ día}^{-1}$ existe diferencias significativas entre el AES3 (8,27 kg) con respecto al AES2 (7,71 kg) y el AES1 (5,51 kg), esto se debe a que AES3 tenía disponible una mayor cantidad de pasto en relación al número de animales. A pesar de que el consumo no es el más alto, el aprovechamiento es bueno debido a la composición botánica del mismo (tabla 1).



Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 11. Presión de pastoreo en los agro-ecosistemas

Analizando según el PA existe una diferencia significativa el primer y segundo semestre con respecto a los demás y conforme pasa el tiempo existe una menor presión de pastoreo. Es decir se le ofrece una menor cantidad de forraje por cada 100 kg de peso vivo.



Letras no comunes entre columnas difieren significativamente $P < 0.05$ (Tukey)

Figura 12. Presión de pastoreo según el periodo del año

4.2. DISCUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles según Alonso (2009) tienen mayor producción de biomasa en comparación con los que no tienen árboles (monocultivos), su capacidad productiva está relacionada con las interacciones que existen entre el suelo, planta y animales. Lo que se pretende es que haya un equilibrio entre los componentes del sistema para maximizar su productividad y se aproveche de la mejor manera los recursos disponibles para que sea un sistema eficiente y lo adopten más productores en la zona.

En la evaluación de las praderas en los tres AES la disponibilidad de forraje es de 2398,50 kg MS/ha en el AES1, en relación a la reportada por (Corpoica, 2010) se obtuvo 2687 kg MS/ha, en condiciones similares en especies a diferencia del pasto azul, aunque con un arreglo de 5x10 es decir de baja intensidad y una edad de los árboles de aliso (*A. Acuminata*) de 6 años, lo que le permite ser más eficiente.

En relación al AES2 la disponibilidad es de 2425,58 kg MS/ha siendo un valor más alto que lo obtenido (Giraldo & Bolivar, 2003) alrededor de 2084 kg MS/ha y 2130 kg MS/ha en un arreglo de baja densidad 5x5 de árboles de acacia (*A. decurrens*), con pasturas con un alto porcentaje de kikuyo (79,8%) comparado con el SSP evaluado que tiene (44,74%). Esto puede deberse a la ubicación de los árboles y la composición botánica que existe ya que se tiene un gran porcentaje de trébol en el SSP evaluado y según (Cuasquer, 2016) la acacia (*A. melanoxylon*) la producción de trébol se asocia bien con los árboles (Tabla 1) se lo puede

evidenciar tienen un porcentaje más alto con respecto a los otros AES. Se debe tener en cuenta que para ambos casos el SSP está en su fase inicial.

En el caso del AES 3 sin presencia de árboles con un manejo convencional se obtuvo 2715 kg MS/ha, comparada con (Corpoica, 2010) 1702,9 kg MS/ha con alto porcentaje de kikuyo, existe mucha diferencia se debe al manejo y la carga animal. En el caso de (Giraldo & Bolívar, 2003), el testigo tiene una producción de 2130 kg MS/ha cuando se analizó el efecto de *Pennisetum clandestinum* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* a dos densidades de siembra.

Un dato interesante es que en el AES1 fue mayor el consumo por parte de los animales respecto a los otros y esto se debe a que existe una estrecha relación entre el consumo voluntario y la fibra detergente neutra FDN que en este caso es menor lo que facilita la digestibilidad del forraje y por ende un consumo es más alto, presentando una mayor eficiencia de la utilización de la materia seca MS e incrementado la producción de leche en 1,6 litros⁻¹vaca⁻¹ día⁻¹ (Viveros & Rey, 2010).

Cabe indicar que en los AES evaluados no se tomó en cuenta el consumo voluntario del follaje de aliso y acacia mediante el ramoneo que (Viveros & Rey, 2010) mencionan que es la mejor respuesta para la producción debido a que este consumo aporta nutrientes necesarios para incrementar la producción de leche y de mayor calidad que superan a los sistemas tradicionales.

Los otros indicadores como el aprovechamiento y la presión de pastoreo permiten tomar mejores decisiones al momento de establecer el plan de pastoreo y ajustar la carga animal para evitar el sobrepastoreo, como indica (Melgar, 2017) el SSP llega a su máxima productividad y evolucione debería pasar el tiempo.

Según (Alonso, 2009) la composición botánica es un indicador de productividad en los SSP y su evolución está relacionado a la selección de las especies por parte de los animales, el control de la sombra mediante podas, y el ajuste de la carga animal con ello se aumenta la persistencia, estabilidad y productividad de los pastos asociados al sistema, además (Giraldo & Bolívar, 2003) la composición botánica cambió en donde el porcentaje de kikuyo disminuyó y el porcentaje de otras gramíneas aumentó igualmente que las malezas en el

sistema de alta densidad. En el de baja densidad se mantuvo la composición botánica igual que el sistema evaluado en donde solo hubo diferencia significativa en la especie pasto azul el cual existe una notable reducción debido a la intensidad del pastoreo el cual no le permite desarrollar su máximo potencial (González, 2017).

Según (Ospina , Rusch Graciela, Ibrahim, Finegan, & Casanoves , 2009) el buen manejo del pastoreo y tiempo de descanso adecuado, el SSP puede mantener los pastizales en buen estado y con una buena cobertura de especies adaptadas al pastoreo, a las condiciones climáticas del lugar y de buena aceptación por parte de los animales. Esto generalmente sucede en los AES del lugar en donde existe pastoreo a tiempo, los árboles crean un microclima adecuado para los pastos pero aún hay que tener en cuenta el efecto de la sombra especialmente en el AES1 en donde los árboles tuvieron un mayor desarrollo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los SSP influyen notablemente en la producción de pastos, así lo refleja los indicadores de utilización del pastizal (disponibilidad, consumo, aprovechamiento, presión de pastoreo) que permiten aprovechar de mejor manera los recursos forrajeros, ya que los árboles sirven de alimento y pueden compensar las épocas de escases.
- En la evaluación de los indicadores de la utilización del pastizal según el periodo de año se observa que en tercer bimestre (may- jun) existe una menor consumo de pasto debido a la disponibilidad, afectando la producción de leche.
- El tiempo transcurrido no es suficiente para que se observe un cambio significativo en la composición botánica. Únicamente en la especie pasto azul (*D. glomerata*) hubo diferencia significativa en el tercer semestre en donde se nota una disminución en el porcentaje de esta gramínea.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe evaluar el consumo del follaje de los árboles por parte de los animales y la composición química de los mismos, lo que permitirá conocer la cantidad exacta de materia seca que consumen y como cubrir sus necesidades nutricionales.
- En la composición botánica no hubo mayor variación por lo que se recomienda seguir evaluando para comprobar los efectos de los períodos del año.
- Estudiar la mejor manera de aprovechar el follaje de los árboles porque es necesario realizar podas continuas y se debe aprovechar de la mejor manera este material para el consumo de los animales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarzúa, A. A., Anwandter, V., Balocchi, O., Canseco, C., Demanet, R., Parga, J., . . . Teuber, N. (2007). *Manejo del pastoreo*. Osorno - Chile: Cooprinsem.
- Alonso, J. (24 de Octubre de 2009). *Revista Cubana de Ciencia Animal*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Benavides, & Gomez. (2002). *Academia Edu*. Recuperado de https://www.academia.edu/21226476/PROPUESTAS_PARA_LA_INNOVACION_3%93N_EN_LOS_SISTEMAS_AGROPRODUCTIVOS_Y_EL_DESARROLLO_SOSTENIBLE_DEL_VALLE_INTERANDINO_EN_CARCHI_ECUADOR?auto=downlod
- Bendersky, D. (29 de Agosto de 2011). *Ergomix* . Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/disponibilidad-de-forraje-t28969.htm>
- Castillo, H. (25 de Agosto de 2015). *Centro de Investigación Regional del Noreste*. Recuperado de INIFAP: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Siembra+Rye+Grass.pdf>
- Contexto Ganadero . (09 de Septiembre de 2013). *Ganadería* . Recuperado de <http://www.contextoganadero.com/blog/ganaderia-intensiva-vs-ganaderia-extensiva>
- Corpoica. (2010). *El aliso (Alnus Acuminata H.B.K) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto Colombiano*. Colombia : Produmedios.
- Corpoica. (Junio de 2016). *Universidad Nacional de Colombia* . Recuperado de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Fertilisation-des-Terres-et-des-Sols/eaux-et-sols-salins/plantes-pour-sols-salins/Pennisetum%20clandestinum/Pennisetum%20clandestinum_Kikuyo_Colombia.pdf
- Criollo, N. (2013). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2806/1/13T0772%20.pdf>
- Cuasquer, M. (2016). *Repositorio UTN*. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5819/1/03%20FOR%20239%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Deambrosi, A., Capozzolo, M., & César Castro. (2009). *Producción y sostenibilidad INTA*. Recuperado de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vocesyecos_nro29_sistemas_silvapastoriles.pdf
- El Productor. (29 de Febrero de 2016). *El Productor el periódico del campo*. Recuperado de <https://elproductor.com/noticias/carchi-la-caida-de-los-precios-de-la-leche-preocupa-a-los-productores-en-la-frontera-norte/>

- Escobar, P. (2011). *Noticias Remehue*. Recuperado de <http://www2.inia.cl/medios/remehue/noticias/DLECHE37.pdf>
- Estrada, J. C., & Rodriguez, V. (Mayo de 2015). *Universidad Politécnica Salesiana*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9547/1/UPS-QT07678.pdf>
- FAO. (23 de Octubre de 2008). *Natural Resources Management*. Recuperado de <http://teca.fao.org/read/3722>
- Flores, A., & Umaña, A. (2006). *Repositorio Universidad la Salle*. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6666/00797723.pdf?sequence=1>
- García, A. N. (2006). *Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio Ambiente - España*. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1972_06.pdf
- García, J., Castillo, A., Ramírez, M., Sánchez, G., & Larqué, M. (1 de Enero de 2001). *Redalyc*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/302/30235107.pdf>
- Giraldo, L., & Bolivar, D. (2003). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de Biblioteca Digital: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6692/1/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf
- González, K. (25 de Agosto de 2017). *Zootecnia y Veterinaria*. Recuperado de <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/pasto-azul-dactylis-glomerata/>
- Gualdron, E., & Padilla, C. (2007). *Repositorio Universidad la Salle*. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6842/T13.07%20G931p.pdf?sequence=1>
- Hammeleers, A. (2010). *Universidad de la República - Uruguay*. Recuperado de Departamento de producción animal y pasturas : <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/2010.Material%20de%20lectura%20consumoIII.pdf>
- INATEC. (2016). *Pastos y forrajes*. Recuperado de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf
- INEC. (01 de Enero de 2009). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado de <http://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/205/download/4089>
- INIAP. (septiembre de 2013). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1013/1/iniapscP.P153d2012.pdf>

- Insuasty, E., Apráez, J., & Navia, J. (2011). *Universidad de Nariño* . Recuperado de revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/download/13/13
- Jiménez, C. (29 de Febrero de 2016). *El Telegrafo* . Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-caida-de-los-precios-de-la-leche-preocupa-a-los-productores-en-la-frontera-norte>
- LAVET. (21 de Julio de 2015). *Análisis bromatológicos* . Recuperado de <http://www.lavet.com.mx/analizando-alimentos-analisis-bromatologicos/>
- MAGAP. (2011). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-trabaja-en-mejoramiento-genetico-de-ganado/>
- Martínez, M. M. (2013). *Plan Agropecuario*. Recuperado de <http://studylib.es/doc/7666502/holcus-lanatus---instituto-plan-agropecuario>
- MCPEC . (Mayo de 2011). *Agenda Teritorial Carchi*. Recuperado de <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/AGENDA-TERRITORIAL-CARCHI.pdf>
- Mejía, M. (2016). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11353>
- Melgar, O. P. (29 de Mayo de 2017). *Engormix* . Recuperado de Ganadería: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/determinacion-capacidad-carga-animal-t40866.htm>
- Mendieta, & Rocha. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2443/>
- Mendoza, H. (2002). *Universidad Nacional de Colombia* . Recuperado de http://168.176.60.11/cursos/ciencias/2000352/html/un3/cont_317-60.html
- Noni, G. d., & Trujillo, G. (2010). *Degradación del suelo en el Ecuador*. Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26531.pdf
- Ochoa, D., & Balarezo, J. (28 de octubre de 2014). *Universidad Nacional de Loja* .
- Ospina , S., Rusch Graciela, Ibrahim, M., Finegan, B., & Casanoves , F. (2009). *Agroforestería en las Américas* . Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5927/10.Ospina.pdf?sequence=1>
- Pereira, M. (Marzo de 2017). *Plan Agropecuario*. Recuperado de https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R123/R123_50.pdf

- Peréz, D. (Enero de 2017). *Universidad Central del Ecuador* . Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10281/1/T-UCE-0014-009-2017.pdf>
- Podwojewsk, P., & Poulenard, J. (Enero de 2000). *ResearchGate*.
- PRO ECUADOR. (2016). *Perfil Sectorial de Lácteos y Cárnicos*. Recuperado de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/proec_psi2016_lacteos.pdf
- Rios, R. (2014). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7559/1/tesis-021%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20244.pdf>
- Rodriguez, A. (2007). *Universidad Autónoma de León*. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/6205/1/1080071712.PDF>
- San Martín, D., & Tapia, A. (27 de Mayo de 2015). *El Mercurio*. Recuperado de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2015/05/27/Cinco-nuevas-alternativas-para-medir-la-materia-seca-en-praderas.aspx>
- Schuldt, M. (Noviembre de 2003). *Manual de lombricultura*. Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- Staver, C., Steele, W., & Pilsen, J. (29 de Julio de 1993). *Programa de agricultura sostenible*. Recuperado de Universidad de Maine.
- UMA. (2002). *Biología vegetal*. Recuperado de <http://webdeptos.uma.es/biolveg/02Aer/00HAer/PolGra.html>
- Universidad de los Andes. (20 de octubre de 2014). *Agronegocios e Industria de alimentos*. Recuperado de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2014/10/20/ganaderia-tradicional-vs-ganaderia-silvopastoril/>
- Viveros, D. C., & Rey, A. M. (06 de Abril de 2010). *Engormix* . Recuperado de Artículos técnicos: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/los-sistemas-silvopastoriles-como-t28359.htm>
- Zambrano, R. (09 de Julio de 2015). *Asamblea Nacional - República del Ecuador* . Recuperado de <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/la-ganaderia-bovina> 0

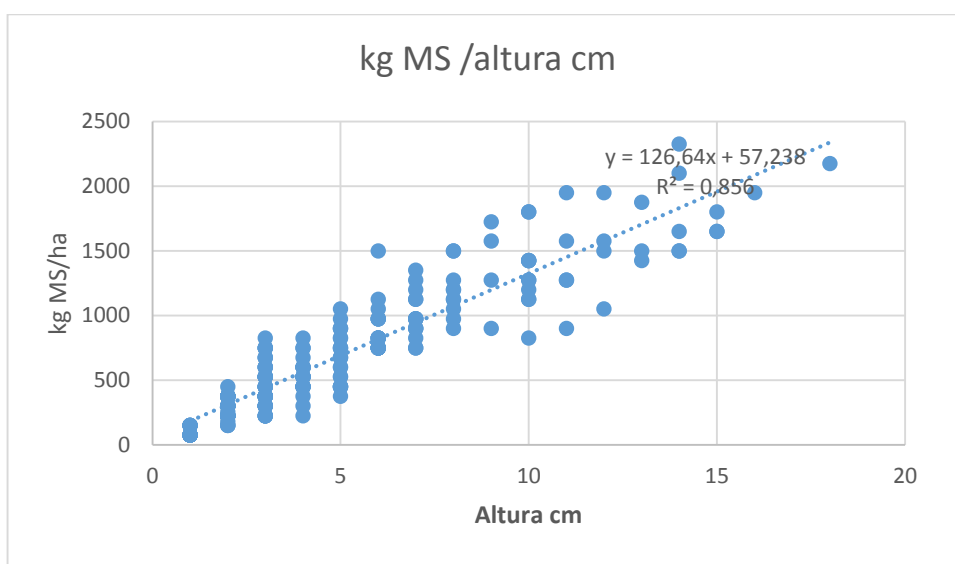
VII. ANEXOS

Anexo 1. Calibración del plato medidor de forrajes



Fuente. Autor

Anexo 1. Ecuación lineal del plato medidor de forrajes calibrada según los pastos de la finca San Vicente.



Fuente. Autor

Anexo 2. Agro ecosistemas en su fase inicial 2017- 2018



Sistema silvopastoril de aliso (*A. acuminata*)

Fuente. Autor



Sistema silvopastoril acacia (*A. melanoxylon*)

Fuente. Autor



Sistema Convencional o testigo

Fuente. Autor