

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

**“DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD FORRAJERA DE UN
SISTEMA TRADICIONAL DE PASTOREO CON PASTO MIEL FRENTE A UN
SISTEMA SILVOPASTORIL DE PASTO MIEL CON ALISO EN
NANEGALITO”**

PREVIA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:

INGENIERA AGROPECUARIA

ELABORADO POR:

CECILIA ELIZABETH ALTAMIRANO MENDOZA

SANGOLQUÍ, 18 DE ENERO DEL 2013

**“DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD FORRAJERA DE UN
SISTEMA TRADICIONAL DE PASTOREO CON PASTO MIEL FRENTE A UN
SISTEMA SILVOPASTORIL DE PASTO MIEL CON ALISO EN
NANEGALITO”**

ALTAMIRANO MENDOZA CECILIA ELIZABETH

REVISADO Y APROBADO

.....

Ing. Patricia Falconí

DIRECTOR DE CARRERA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Ing. Julio Pazmiño

DIRECTOR

Ing. Diego Vela

CODIRECTOR

.....

SECRETARÍA ACADÉMICA

RESUMEN

En la Hacienda “El Mirador” en el sector de Tulipe, Pichincha; se analizaron variables agronómicas de un monocultivo de pasto miel (*Setaria sphacelata*) (S1) y un sistema silvopastoril (*Alnus Acuminata* + *Setaria spacelata*) (S2), sobre el comportamiento de la productividad del pasto miel, evaluados durante dos épocas (lluviosa y seca), con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días para cada sistema evaluado. Se realizó análisis proximal y de digestibilidad para determinar la calidad del forraje. Se evaluó el rendimiento en forraje verde, materia seca, capacidad de carga, carga animal, proteína y digestibilidad, mediante un diseño de bloques completamente al azar. Las diferencias estadísticas fueron registradas en la época seca el S1 con 9.44 Tn/Ms/ha y S2 con 7.89 Tn/Ms/Ha. Igualmente presentó diferencias estadísticas en el contenido proteico del pasto miel, el S2 mostro mayor contenido, con un promedio de 17,41%. Y en la digestibilidad en el S2 contiene un promedio de 57.57%, y en el S1 posee un promedio de 55.22%. En conclusión los indicadores agronómicos y de productividad fueron mejores en el S2 en la época seca y el S1 en la época lluviosa, presentando el mayor contenido de proteína y digestibilidad en el S2 (sistema silvopastoril) en las dos épocas.

ABSTRACT

Setaria sphacelata was evaluated by agronomic indicators in a monoculture (S1) and silvopasture systems (*Setaria sphacelata* + *Alnus acuminata*) (S2), versus the *Setaria sphacelata* productivity, evaluated during two seasons (wet and dry), with cutting intervals at 30, 35 and 40 days for each system evaluated. Proximate analysis was performed to determine digestibility and forage quality. The forage yield, dry matter, loading, stocking, and protein digestibility were evaluated using a block design completely randomized. Statistical differences were recorded in the dry season the S1 with 9.44 Tn /Dm/ ha and S2 with 7.89 Tn / Dm / Ha. Also presented statistical differences in the protein content of the honey pasture, S2 showed higher content, with an average of 17.41%. And in S2 digestibility contains an average of 57.57% and has an average of 55.22% in S1. In conclusion the agronomic and productivity indicators were better in the S2.

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio Pazmiño

Ing. Diego Vela

Certifican:

Que el trabajo titulado “Determinación de la productividad forrajera de un Sistema Tradicional de pastoreo con pasto miel frente a un Sistema Silvopastoril de pasto miel con aliso en Nanegalito”, realizado por Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza que lo entregue a la Ing. Patricia Falconí, en su calidad de Directora de la Carrera.

El Prado, 18 de Enero del 2013

Ing. Julio Pazmiño

DIRECTOR

Ing. Diego Vela

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ALTAMIRANO MENDOZA CECILIA ELIZABETH

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD FORRAJERA DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PASTOREO CON PASTO MIEL FRENTE A UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE PASTO MIEL CON ALISO EN NANEGALITO”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

El Prado, 18 de Enero del 2013.

Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza

AUTORIZACIÓN

Yo, Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD FORRAJERA DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PASTOREO CON PASTO MIEL FRENTE A UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE PASTO MIEL CON ALISO EN NANEGALITO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

El Prado, 18 de Enero del 2013.

Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza

DEDICATORIA

A mis padres Francisco y Cecilia por brindarme su confianza principalmente por su apoyo, amor y dedicación; a mi hermano y hermana por su cariño, a mis abuelitos por sus bendiciones y su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen por ser mi guía en todo momento.

A mis padres y hermana por todo el apoyo a lo largo de mi carrera.

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y su personal Docente,
por los valiosos conocimientos impartidos.

A mi Director de este proyecto Ing. Julio Pazmiño y al Codirector Ing. Diego Vela, por
sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta Investigación.

Al propietario de la Hda. El Mirador Tcrnl. Luis Lomas que permitió el desarrollo de
este estudio.

A Oscar Castro por su apoyo en el incondicional en la carrera y en el desenvolvimiento
de la tesis.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

Cecilia Elizabeth Altamirano Mendoza

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Ing. Patricia Falconí

DELEGADO UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

Abg. Carlos Orozco Bravo, MSc

El Prado, 18 de Enero del 2013

**“DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD FORRAJERA DE UN
SISTEMA TRADICIONAL DE PASTOREO CON PASTO MIEL FRENTE A UN
SISTEMA SILVOPASTORIL DE PASTO MIEL CON ALISO EN
NANEGALITO”**

ALTAMIRANO MENDOZA CECILIA ELIZABETH

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.**

CALIFICACIÓN FECHA

Ing. Julio Pazmiño

DIRECTOR

Ing. Diego Vela

CODIRECTOR

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN

ESTA SECRETARÍA.

SECRETARÍA ACADÉMICA

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 PASTIZALES BAJO MANEJO DE UN SISTEMA TRADICIONAL	4
2.2 <u>PASTO MIEL</u> (<i>SETARIA SPHACELATA</i>).....	5
2.2.1 <i>Adaptación</i>	6
2.2.2 <i>Suelo</i>	6
2.2.3 <i>Taxonomía</i>	6
2.2.4 <i>Establecimiento</i>	7
2.2.5 <i>Aprovechamiento</i>	7
2.2.6 <i>Producción Forrajera</i>	7
2.2.7 <i>Calidad del Forraje</i>	8
2.3. SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	9
2.3.1 <i>Tipos de Sistemas Silvopastoriles</i>	9
2.3.2. <i>Ventajas</i>	12
2.4 INTERACCIÓN ARBOL CON PASTURA	16
2.4.1 <u><i>Competencia por Luz</i></u>	17
2.4.2 <u><i>Competencia por agua</i></u>	18

2.4.3 <u>Competencia por nutrientes</u>	19
2.5 ALISO (ALNUS ACUMINATA)	20
2.5.1 <u>Taxonomía</u>	21
2.5.2 <u>Clima</u>	21
2.5.3 <u>Suelos</u>	21
2.5.4 <u>Raíz</u>	22
2.5.5 <u>Características del aliso con la pastura</u>	22
2.6 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA OBTENER UN BUEN MANEJO DE LA PRADERA	23
2.6.1 <u>Cobertura de Forraje</u>	23
2.6.2 <u>Disponibilidad del forraje</u>	23
2.6.3 <u>Cobertura promedio del forraje</u>	24
2.6.4 <u>Carga animal</u>	24
2.6.5 <u>Capacidad de Carga</u>	24
2.6.6 <u>Producción por hectárea-año</u>	25
2.6.7 <u>Eficiencia de utilización del pastizal</u>	25
2.6.8 <u>Manejo de los potreros en el Sistema silvopastoril</u>	26
2.7 VALOR NUTRITIVO	27
III. MATERIALES Y METODOS	29
3.1.1. <u>Ubicación Política</u>	29
3.1.2. <u>Ubicación Geográfica</u>	29
3.1.3. <u>Ubicación Ecológica</u>	29
3.2. MATERIALES.....	30

3.3. MÉTODOS.....	31
3.3.1. <i><u>Diseño Experimental</u></i>	31
3.3.2. <i><u>Análisis Estadístico</u></i>	33
3.3.3. <i><u>Variables a Medir</u></i>	35
3.3.4. <i><u>Métodos Específicos de Manejo del Experimento</u></i>	37
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. RESUMEN.....	59
VIII. ABSTRACT	60
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	61
XI. ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de variancia de la interacción de la Producción de Forraje Verde entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel.....	39
Cuadro 2. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de forraje verde entre la época de evaluación y los sistemas.....	40
Cuadro 3 Análisis de variancia de la interacción de la Producción de Materia seca entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel.....	41
Cuadro 4. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de Materia Seca entre la época de evaluación y los sistemas.	42
Cuadro 5. Análisis de variancia de la interacción de la Capacidad de carga entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel.....	43
Cuadro 6. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la Capacidad de Carga entre la época de evaluación y los sistemas.	44
Cuadro 7. Análisis de variancia de la interacción de la Carga Animal entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel.....	45
Cuadro 8. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de Materia Seca entre la época de evaluación y los sistemas.	46
Cuadro 9. Análisis de variancia de la proteína en dos sistemas de pastoreo y dos épocas en el pasto miel.	50

Cuadro 10. Análisis de variancia de la digestibilidad en dos sistemas de pastoreo y dos épocas en el pasto miel.54

Cuadro 11. Análisis grupal de tratamientos y medias de la digestibilidad en las dos épocas de evaluación.54

TABLA DE GRAFICOS

Figura 1. Efecto de los Sistemas S1 y S2 sobre la época y el rendimiento de Forraje Verde en Tn FV/Ha. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.....	40
Figura 2. Interacción del Rendimiento de Materia Seca Tn MS /Ha evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 45 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.....	42
Figura 3. Interacción de la Capacidad de Carga Tn MS Ha/año evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 45 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.	44
Figura 4. Interacción de la Carga Animal UB/Ha evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 45 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013	47
Figura 5. Porcentaje de Proteína en la Época Lluviosa en dos sistemas de pastoreo con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.	48
Figura 6. Porcentaje de Proteína en la Época Seca en dos sistemas de pastoreo con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.	49
Figura 7. Influencia de la proteína en el S1 (sistema silvopastoril) y S2 (sistema abierto o tradicional).....	51
Figura 8. Porcentaje de Digestibilidad del Pasto miel en la época lluviosa en tres intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.	52
Figura 9. Porcentaje de Digestibilidad del Pasto miel en la época seca en tres intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2013.	53

Figura 10. Influencia de la digestibilidad sobre el S1 (sistema silvopastoril) y S2
(sistema abierto o tradicional).....55

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 30 días de corte en la época

lluviosa.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 2. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 35 días de corte en la época

lluviosa.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 3. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 40 días de corte en la época

lluviosa.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 4. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 30 días de corte en la época seca.

.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 5. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 35 días de corte en la época seca.

.....¡Error! Marcador no definido.

Anexo 6. Análisis Proximal y de Digestibilidad a los 40 días de corte en la época seca.

.....¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que presenta el Noroccidente de Pichincha es la falta de información respecto a la producción de forrajes para la alimentación animal. Las grandes extensiones de pasturas presentan un monocultivo en base a gramíneas como es el caso de pasto miel (*Setaria sphacelata*) sin disponer una alternativa de proteína para la dieta animal.

Por lo tanto es importante determinar el valor nutritivo y la productividad de las especies que sirven para la alimentación, ya que en los últimos 10 años se han utilizado con éxito, en condiciones de investigación y de producción, las asociaciones de gramíneas y leguminosas arbóreas denominándose sistema silvopastoril, y que es muy importante para la producción de leche especialmente en el subtrópico y trópico, en las cuales el componente vegetal presenta una población de especies mejoradas entre 70 y 80%; también se produce un incremento de la proteína bruta en las gramíneas, por el efecto de la asociación (Iglesias, 2003).

En el sector del Noroccidente de Pichincha no existe información, los cuales ayuden a un mejor manejo de potreros y/o suplementación de alimento a los animales, para tener una mejor producción, mediante sistemas amigables al medio ambiente y exclusivamente para el sector, como es el sistema silvopastoril que entre sus ventajas permite tener un pastizal siempre verde y los árboles pueden utilizarse en una variedad de formas: Para suministrar protección al ganado, los rompevientos al borde de los

terrenos de pastoreo, o contiguos a corrales, salas de ordeño, los cercos vivos y árboles para sombra proveen protección al ganado en pastizales y los bancos forrajeros como alimento para maximizar la producción. Los árboles pueden reducir la velocidad del viento, lo que ayuda enormemente a reducir los efectos de las temperaturas ambientales sobre los animales (Aldana, 2008). Esto puede disminuir significativamente el estrés en los animales y así reducir el consumo de energía utilizado para alimentarse.

Los beneficios del sistema silvopastoril incluyen una mejor salud de los animales, disminución del gasto en alimentos y un mayor ingreso. Al proveer sombra durante los meses de la estación seca y en las horas de mayor insolación del día, los árboles pueden reducir el estrés en los animales causado por radiación o altas temperaturas y protegerlos de ráfagas de viento caliente (Petit, 2008).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la productividad de un sistema tradicional de pastoreo con pasto miel frente a un sistema silvopastoril de pasto miel con aliso mediante intervalos de corte a los 30, 35 y 40; mediante análisis nutricional y digestibilidad in vitro en la zona de Nanegalito.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la productividad de forraje (Kg/Ha/corte), capacidad receptiva, valor nutricional y digestibilidad in vitro que presenta el sistema tradicional con pasto miel respecto al sistema silvopastoril de la asociación de pasto miel con aliso.
- Realizar análisis proximal vía laboratorio, en el sistema silvopastoril y en el sistema tradicional de pasto miel y de la asociación de pasto miel más aliso.
- Difundir los resultados obtenidos a los ganaderos del sector.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PASTIZALES BAJO MANEJO DE UN SISTEMA TRADICIONAL

Los pastizales con el manejo tradicional se caracterizan por tener a los pastos como elemento principal, estos pueden ser nativos o introducidos. Para su instalación no se considera la capacidad del uso del suelo. El proceso de instalación se inicia con la tala total del bosque primario, seguido de la quema del área, a su vez estas actividades están acompañadas de un deficiente manejo técnico, y que trae como consecuencia el deterioro del recurso suelo (erosión y posterior degradación) y la pérdida de la abundancia y diversidad de especies de flora y fauna (Roncal, 2007).

En este sistema la ganadería se basa en el cultivo de especies forrajeras para la alimentación del ganado, en el Noroccidente de Pichincha se encuentra braquiaria y pasto miel (*Setaria sphacelata*). La dieta de los animales se basa en un solo tipo de pasto. Además se estima que el 20% de la producción actual de alimentos en el mundo todavía se produce desde los tradicionales sistemas de cultivos múltiples (FAO, 1996).

El punto de equilibrio para la producción de materia seca, energía metabolizable y proteína digestible, en los pastos tropicales se cumple entre los 28 y 42 días de descanso de los potreros según la época del año. (León, 2002).

2.2 PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*)



Foto 1: Pasto miel (*Setaria Sphacelata*)

Fuente: La autor

Es una gramínea originaria de África, son plantas perennes, cespitosas, rizomatosas o estoloníferas, de crecimiento vigoroso, tallos finos que alcanzan de 60-150 cm. de altura. Abundantes hojas largas y finas, provistas de una vaina foliar dura y persistente que protege a los brotes tiernos. La inflorescencia es una panícula compacta, semejante a una espiga, que semilla profusamente y la inflorescencia es una panoja cilíndrica compacta. La planta se extiende rápidamente por medio de rizomas y por resiembra natural (León, 2008). Existen variedades introducidas y probadas que son Nadi, Kazungulu y Narok.

Mediante estudios realizados en Brasil (1983) el pasto miel en condiciones de campo, se ha obtenido buenas ganancias de peso durante la época seca con una carga

animal de 1.0 vacas por hectárea con intervalos de pastoreo entre los 30 y 40 días respectivamente según Monteiro D, y Zimmer A.

2.2.1 Adaptación

Se desarrolla en clima, tropical y subtropical. En el país se lo puede cultivar desde el nivel del mar hasta los valles bajos de la Sierra, desarrollándose mejor en altitudes entre los 600 a 2400 m.s.n.m. Requiere para su buena producción sobre 900 mm. de lluvia anual. Tolerante a la sequía y a niveles bajos de fósforo. (León, 2008).

2.2.2 Suelo

Crece en cualquier clase de suelo, desde los arenosos hasta los arcillosos pesados pero con fertilización adecuada. No se desarrolla bien en suelos pobres. Se muestra tolerante a suelos con mal drenaje, pero no soporta el empantanamiento. Relativamente tolerante a la salinidad y toxicidad por manganeso (León, 2008).

2.2.3 Taxonomía

Orden: Poales, Familia: Poaceas, Subfamilia: Panicoideas, Género: Setaria, Especie: Sphalaceta, Nombre científico: *Setaria sphacelata* (SCHUM) STAPF y HUBBARD, Nombre común: Setaria, pasto miel (León, 2008).

2.2.4 Establecimiento

Mediante semilla de 5-7 Kg/Ha o vegetativamente mediante esquejes o tallos enraizados. Tiempo de establecimiento 3-4 meses (León, 2008).

2.2.5 Aprovechamiento

La calidad del forraje es buena, todas las variedades de setaria presentan oxalatos especialmente en tejido joven y cuando se trabaja con alta fertilización de nitrógeno y potasio, puede contribuir a la presencia de problemas digestivos en animales que no estén acostumbrados a consumir este forraje o con vacas recién paridas o mal nutridas (León, 2008).

Álvarez, S. (2003) en un estudio de intervalos de 28 a 42 días, en el sector del Noroccidente de Pichincha, en el sector de Tulipe (1700 msnm) determina que el intervalo de pastoreo de 35 días permitió un mayor incremento en peso de los animales a lo largo de las ocho evaluaciones semanales, además fue el tratamiento más económico.

2.2.6 Producción Forrajera

Existen referencias del rendimiento del pasto miel en Brasil, que es citado por Álvarez, S. (2003) en donde la producción va desde las 8 a 10 Tn Ms ha/ año hasta 10 a 20 Tn Ms ha/año. Además según López en 1989 presenta que el pasto miel llegó a

producir 23.1 Tn Ms ha/año en once meses cortados en periodos de 56 días, y datos existentes de la India tiene producciones de 40 Tn/ ha de forraje verde (López, 1989).

Estudios realizados por López (1989), obtuvo a los 28 días con una producción de 36.2 Tn FV/ Ha de pasto miel y a los 42 días obtuvo 44.7 Tn FV/ Ha en experimentación al noroccidente de Pichincha.

2.2.7 Calidad del Forraje

Por las características presente en el pasto miel (*Setaria sphacelata*) son estimadas a través de la digestibilidad, variedad, el estado fisiológico, el manejo, la temperatura y los niveles de nitrógeno , entre otros factores, pero en términos generales se puede decir que la Setaria se enmarca dentro de las características de las gramíneas estivales que quiere decir valores relativamente bajos de digestibilidad y de proteína cruda, aunque se considerada dentro de ese grupo se ubica en el estrato superior.

Los valores de la digestibilidad que se encuentran en la bibliografía van de 50 a 70%, pero la mayoría se ubica entre 55 y 65%, la proteína cruda varía entre 5 y 15%. En un análisis reciente realizado sobre una muestra del cultivar Narok en estado vegetativo se obtuvieron valores de 59.7% para digestibilidad y 12.2% para la proteína cruda según Borrajo y otros (2010).

2.3. SISTEMAS SILVOPASTORILES



Foto 2: Sistema silvopastoril

Fuente: La autor

Es la asociación o combinación de la silvicultura con las pasturas de gramíneas y/o leguminosas para animales en pastoreo. La importancia radica en la recuperación y mejoramiento de suelos, mayor la fijación del nitrógeno, la movilización del fósforo, el mantenimiento, conservación, recuperación de la diversidad biológica y captura de CO₂, que se considera una contribución a fenómenos globales de interés internacional. Además de los beneficios ambientales, favorecen la economía y generan respuestas productivas y reproductivas de las explotaciones ganaderas (Murgeitio, E 2001).

2.3.1 Tipos de Sistemas Silvopastoriles

Existen algunas combinaciones de plantas leñosas con pasturas y animales esto corresponde a diferentes asociaciones o tipos de sistemas silvopastoriles que está

orientado a obtener beneficios económicos, ambientales, ecológicos que interactúan entre ellos provocando una simbiosis benéfica para el suelo, animal y el medio ambiente.

Los sistemas más utilizados en producciones ganaderas son los siguientes:

Cercas Vivas; es el más utilizado y simple que consiste en el establecimiento de árboles o arbustos que sirve para la delimitación y separación de potreros o propiedades, la cual reduce la presión existente sobre el bosque ya que se obtiene postes y leña. (Petit, J. 2001).

Bancos de Proteína; son arbustos o árboles con alto contenido de fitomasa que se cultiva en bloque compacto con alta densidad, posee alto contenido proteico, el cual se lo puede utilizar de dos formas como son la de ramoneo directo del ganado y la suplementación bajo un sistema de corte. (Petit, J. 2001).

Plantas leñosas perennes en callejones; es un sistema que permite establecer especies forrajeras dentro de bandas o hileras de árboles o arbustos ya que es una modificación agroforestal en el cual se establece en hileras de plantas leñosas perennes con cultivos anuales sembrados en los espacios entre las hileras. Lo más común es utilizar leguminosas de rápido crecimiento. Por lo tanto se considera silvopastoril cuando la plantas leñosas son sometidas regularmente a podas con propósitos forrajeros, o bien cuando el cultivo entre las hileras de leñosas es alguna especie forrajera. (SEGARPA, 2005).

Árboles dispersos en un potrero; es un sistema que integra árboles y arbustos con pasturas, que se encuentra de manera natural o por la intervención del hombre mediante el manejo selectivo del remanente o por la introducción de árboles en praderas ya existentes del cual se puede obtener ingresos dependiendo de la especie arbórea que se implemente en este sistema, como es el caso del aliso que aporta con nitrógeno al suelo, mejora la calidad de pasto y cuando alcance los árboles una condición rentable. (Petit, J. 2001; SEGARPA, 2005).

Pastoreo en plantaciones maderables o frutales; es el establecimiento de pasturas, y la introducción de ganado en plantaciones forestales o frutales ya que este sistema permite una relevancia en la reforestación, que permite cubrir con pasturas en áreas descubiertas, en la actividad ganadera permite tener ingresos hasta que alcance los árboles una condición rentable, mediante la extracción de madera o la recolección de frutos esto aumenta la rentabilidad del sistema. (SEGARPA, 2005).

Barreras vivas; son plantas leñosas perennes que sirve para proteger al suelo de la erosión, el follaje se utiliza como alimentación para el ganado, además este sistema es considerado para terrenos con pendientes pronunciadas, se recomienda que las forrajeras sean de corte, y si el objetivo es de pastorear es necesario que en los primeros años se realice una poda. (Petit, J. 2001).

Cortina rompevientos; es considerado sistema silvopastoril siempre y cuando este circunde las aéreas de pastoreo o de corte, lo que permite el bienestar del ganado porque contrarresta la fuerza del viento y de la lluvia sobre los animales y el pasto. Es importante considerar para zonas de sequías estacionales la presencia de cortinas rompevientos ya que prolongan la estación para el crecimiento del pasto, por su acción protectora, ya que pueden funcionar como cercas vivas y proporcionar forraje, leña, madera, postes y frutos. (SEGARPA, 2005).

2.3.2. Ventajas

Mediante la introducción de especies arbóreas y arbustivas se obtiene varios beneficios ya que proporciona un microclima ideal para que se desarrolle actividades agrícolas como pecuarias.

2.3.2.1 Regulación del estrés climático

Con la presencia de árboles existe una disminución de temperatura de 2°C- 3°C en zonas tropicales, disminuyendo hasta 10°C, lo que permite que la eliminación de calor por evaporación y reduce la carga calórica de los animales, teniendo como consecuencia el incremento de producción animal, ya que dedican mayor tiempo al consumo de forraje, a rumiar, por consiguiente el consumo de agua disminuye ya que el pasto posee mayor cantidad de agua y existe un incremento en la eficiencia de la conversión alimenticia lo que trae como consecuencia mayor ganancia de peso y

producción lechera. El follaje arbóreo reduce la velocidad del viento en el potrero, permitiendo la disminución entre las diferencias térmicas que existe entre el día y la noche (Baumer, 1991).



Foto 3: Regulación de estrés climático

Fuente: La autor

Según Baumer (1991), cuando los animales se encuentran protegidos del calor, pastan por períodos más largos, requieren menos agua (20%) para beber, y presentan mejor eficiencia de conversión de forraje, mayor crecimiento y producción de lana y de leche, pubertad más precoz, mayor tasa de concepción, mayor regularidad del período fértil y mayor vida reproductiva.

En Florida, Collier (1983) constató un aumento de un 10% en la producción de leche en el verano y una mejora de la tasa de concepción en vacas que tuvieron acceso a la sombra.

2.3.2.2 Suministro de alimento

Los árboles y arbustos sirven de alimento forrajero para el ganado, especialmente utilizados en zonas áridas y sub-húmedos lo cual reducen el uso de alimentos concentrados ya que los árboles y arbustos, incrementan la producción de biomasa por unidad de superficie. Además los árboles extraen nutrientes desde horizontes más profundos lo que facilita la disponibilidad de estos a nivel superficial, para que sean asimilados por los pastos(Souza de Abreu 2002)..

En el caso del aliso (*Alnus acuminata*), las micorrizas aportan nitrógeno al suelo y de manera más asimilable para el pasto mejorando la proteína. La sombra de árboles en pasturas está asociada a incrementos en la producción de leche y ganancia de peso entre el 13 y 28% (Souza de Abreu, 2002; Betancourt et al., 2003; Restrepo et al., 2004); lo cual se atribuye a la reducción del estrés calórico e incrementos en el consumo voluntario de los animales (Souza de Abreu 2002).

2.3.2.3. Mejoramiento del suelo

Los árboles le aportan a la protección al suelo, los cultivos y el ganado. Además el mejoramiento del suelo con los nutrientes que las raíces de los árboles extraen de capas profundas, disminución de costos por mantenimiento, deshierbas y fertilizantes, se atenúa el impacto del pisoteo del ganado al suelo, eliminación el CO₂ del aire y aporte O₂ (León R,

2008). La hojarasca en el campo y las excretas de los animales constituyen la principal vía para el reciclaje de nutrientes en los sistemas silvopastoriles.

2.3.2.4. Fijación de Nitrógeno

Las especies más conocidas por su capacidad de asociarse con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico, donde sobresalen: matarratón (*Gliricida sepiu*), acacia (*Leucaena leucocephala*) y aliso (*Alnus acuminata*), se ha determinado que la cantidad de nitrógeno fijado por leguminosas arbóreas puede ser hasta de 300 kg de N/ha/año, mientras que en leguminosas herbáceas es de 100 a 150 kg de N/ha/año (Benavides, 1994).

2.3.2.5 Control de la erosión

En producciones ganaderas existe problemas de erosión, escorrentía y lavado de nutrientes, regularmente están asociados a praderas degradadas, es decir, con pobre cobertura y poca productividad (Benavides, 1994).

Según SEGARPA (2005), Las especies leñosas arbóreas o arbustivas contribuyen a reducir la erosión, ya que son eficaces para contrarrestar la erosión por viento, también previene la erosión hídrica porque su copa, si no es muy alta, atenúa el impacto de las gotas de lluvia que caen sobre el suelo, y porque el mantillo de hojas y ramas en el suelo

previenen el impacto directo de las gotas. Además, con la incorporación de la materia orgánica, el suelo mejora su estabilidad y su capacidad para retener agua.

2.3.2.6 Eficiencia en el uso de nutrientes

La Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación en el año 2009, presenta que la sombra moderada estimula la absorción de nitrógeno en las gramíneas y la inhibe en las leguminosas, por lo que el crecimiento de las gramíneas es menos afectado en condiciones de baja radiación solar.

Por lo tanto las plantas cultivadas bajo sombra tienen un contenido mayor de proteína cruda. La temperatura del suelo puede ser 10° C menor bajo sombra que en condiciones abiertas, lo que permite una disminución en la tasa de mineralización de la materia orgánica pero no en la cantidad total de materia orgánica mineralizada. Debido a que la tasa de liberación de los elementos más móviles, como el nitrógeno y el potasio, es más lenta, hay una mayor eficiencia en el uso de tales nutrimentos, ya que su liberación es más compatible con la capacidad de absorción de la planta.

2.4 INTERACCIÓN ARBOL CON PASTURA

El árbol y la pastura, juegan un papel importante ya que los dos en medio de una simbiosis actúan en beneficio del crecimiento, mantenimiento y desarrollo de un pastizal y existe una gran variabilidad en el comportamiento de especies forrajeras tropicales en

función del nivel de insolación impuesto. En la literatura revisada por Toledo y Torres (1990), con *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* y *Setaria sphacelata*, estos forrajes reducen drásticamente su productividad cuando son sometidos a menos de 60% de radiación solar, mientras que el pasto “siempre-verde” (*P. maximum*) tolera niveles más altos de sombreado.

Esta interacción se presenta tanto en la parte aérea como en el sistema radicular y, por estar compartiendo el mismo espacio, satisfacen las necesidades de la pastura mediante recursos luz, agua y nutrientes. Por esto, es importante conocer los mecanismos básicos de esta competencia, buscando maximizar la producción biológica (Bastos, 2008).

2.4.1 Competencia por Luz

En sistemas multi-especies, la competencia por luz sólo pasa a ser de mayor relevancia cuando el suplemento de agua y nutrientes no es limitante (Connor, 1983).

En cambio en sistemas multi-estrato favorece plenamente a los árboles en la competencia por luz, quedando la producción de la vegetación herbácea sujeta a la densidad o espaciamiento del componente arbóreo y a su adaptación fisiológica a la baja intensidad de luz. Por esto, Tieszem (1983) especula que plantas C4, por su mejor desempeño fotosintético a pleno sol, serían las más indicadas para el estrato superior, mientras que plantas C3, fisiológicamente adaptadas a las condiciones de poca radiación,

deberían preferencialmente componer el estrato inferior. No obstante, son pocas la plantas C4 de posible utilización en el estrato superior de un sistema silvopastoril y ninguna de las gramíneas forrajeras tropicales recomendadas para la formación de pasturas es del tipo C3, a pesar de que algunas de ellas presenten cierta tolerancia al sombreado. Las plantas forrajeras C3 más utilizadas en el sotobosque de sistemas silvopastoriles en los trópicos son las leguminosas pueraria (*Pueraria phaseoloides*), centrosema (*Centrosema pubescens*) y calopogonio (*Calopogonium mucunoides*) como cobertura viva de cultivos perennes, tales como hule (*Hevea* spp.) y palma africana (*Elaeis* spp.) (Thomas, 1978).

2.4.2 Competencia por agua

En los Sistemas Silvopastoriles ocurre una disminución de la demanda evaporativa de las plantas herbáceas del sotobosque en base a las variaciones micro climáticas y a la velocidad de los vientos. En épocas críticas, el suelo presenta un mayor contenido de humedad debajo de los árboles que en áreas expuestas directamente al sol y al viento, contribuyendo para mejorar el desempeño de las pasturas (Anderson et al., 1988).

Por otro lado, debido a su posición en el perfil de la estructura multi-estrato, el árbol tiene una demanda evaporativa que excede a la de la pastura. Con todo, el acceso de las raíces a las capas más profundas del suelo parece compensar la competencia por agua (Connor, 1983).

2.4.3 Competencia por nutrientes

En condiciones de bajo uso de insumos, la diferencia en la extensión y eficiencia de absorción de las raíces de las plantas asociadas es muy importante en la competencia por nutrientes. Una de las mayores expectativas de los Sistemas silvopastoriles es que el componente arbóreo sea eficiente en la traslocación de nutrientes de las capas más profundas del suelo para la superficie donde ellos pueden estar disponibles a las plantas herbáceas de raíces superficiales.

Los árboles más productivos son aquellos que pueden extraer nutrientes a tasas más elevadas o que posean un eficiente sistema de reciclaje de nutrientes (Connor, 1983). Kellman (1999) mostró indicios de que ciertos árboles y arbustos de la sabana de Belice enriquecen el suelo debajo de sus copas en Ca, Mg, K, Na, P y N, y Ebersohn y Lucas (2005) comprobaron, en Australia, el efecto del árbol en la fertilidad del suelo de pastura (aumento de pH, P y K).

Árboles y arbustos con mayor capacidad de acumular nutrientes en sus tejidos, aun en suelos pobres, pueden también ser eficientes en el reciclaje de nutrientes. En estas condiciones, algunas leguminosas y no-leguminosas de la comunidad de plantas invasoras de pasturas cultivadas de la Amazonía Oriental son concentradoras de Ca, P y algunos micronutrientes (Hecht, 1979; Camarão et al., 1990).

El componente pastura, a su vez, puede desempeñar también un papel decisivo en la protección del suelo en los sistemas silvopastoriles. Esta protección es particularmente efectiva en la fase de establecimiento (principalmente si se utilizan leguminosas), cuando el desarrollo de los árboles aún no permite una buena cobertura del suelo, o mismo en la fase adulta, como en los sistemas que incluyen al árbol del hule y la palma africana (Thomas, 1978).

2.5 ALISO (*Alnus acuminata*)



Foto 1: Aliso (*Alnus acuminata*)

Fuente: La autor

Su origen es de los Andes, se localiza desde México hasta el norte de Argentina en formaciones de bosque montano de alturas entre 1500 y 3000 msnm. Es exigente en luz y agua, necesita para su buen crecimiento constante humedad en el suelo y en la

atmósfera. Árbol de tamaño mediano de 25 a 30 m de altura, en condiciones favorables alcanza hasta 40 m con DAP de 0,6 m. Presenta un rápido crecimiento en altura durante los primeros años en zonas húmedas (Hoeger, R. 1994).

2.5.1 Taxonomía

Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Fagales, Familia: Betulaceae, Género: *Alnus*, Especie: *A. acuminata*, Nombre científico: *Alnus acuminata* (Hoeger, R. 1994).

2.5.2 Clima

Requiere precipitaciones desde 1000 a 3000 mm por año, resistente a neblina, algunas heladas, 18° C de temperatura media con diferencias de 3° a 10°. Altitud 1200 a 3200 msnm. Resiste temperaturas mínimas por debajo de 0° C por corto tiempo, pero no prospera en microclimas con vientos secos (Hoeger, R. 1994).

2.5.3 Suelos

En general se considera no muy exigente, aunque prefiere suelos de textura liviana, húmedos. Crece muy bien en zonas con subsuelos rocosos e incluso arenosos. En lugares donde disminuye la humedad del suelo los alisos disminuyen en cantidad y calidad. Se desarrolla bien en suelos alterados (potreros), márgenes de ríos, pantanos y lugares erosionados. Se han reportado bosques de alisos (*Alnus acuminata*) sobre suelos

de origen volcánico son pH 5 – 6. Análisis realizados indican que la especie no exige suelos fértiles mientras tenga condiciones climatológicas favorables (Hoeger, R. 1994).

2.5.4 Raíz

Superficiales, con nódulos que se encuentran en los primeros 5 cm del suelo debido a la exigencia de oxígeno que presenta, un actinomiceto con el que presenta una asociación simbiótica que le permite fijar el nitrógeno libre, razón por la cual es muy usado en Europa para la repoblación de suelos estériles (Hoeger, R. 1994).

2.5.5 Características del aliso con la pastura

Es un árbol multipropósito que se le introduce en los poteros como beneficio para el pasto (fijación de nitrógeno), pero si hay una excesiva sombra puede reducir la producción de pasto. *Alnus acuminata* aporta con una cobertura con la hojarasca que permite una conservación de suelo. En el suelo fija nitrógeno lo que permite tomar al pasto para beneficiarse. Algunas especies de aliso contribuyen con 40 a 320Kg/N/Ha/año en condiciones de campo, y en algunas ha llegado hasta los 780 Kg/N en un período de 5 años.

Estudios realizados en Costa Rica con el aliso (*Alnus acuminata*) asociado con el kikuyo (*Penisetum clandestinum*) con una densidad de 30 árboles/ha. Presenta un aumento del 5% de contenidos proteicos en el pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*), y

proporciona condiciones de crecimiento favorables en la época seca lo que provoca un aumento de peso en el ganado vacuno (Pezo, 1998).

2.6 ASPECTOS A CONSIDERAR PARA OBTENER UN BUEN MANEJO DE LA PRADERA

Es necesario conocer la producción promedio de forraje por ha por año y como se distribuye a lo largo del mismo. Se debe tener un plan de producción, sin tener datos de la producción del rancho es necesario iniciar con la estimación de la cobertura de forraje y disponibilidad de forraje (León, 2008).

2.6.1 Cobertura de Forraje

Es la masa promedio de forraje en una finca en un tiempo determinado. Es la cantidad de masa de forraje por unidad de superficie que se encuentra en la parte superficial del suelo, expresada en kg de materia seca (MS) por hectárea. Generalmente se expresa en kg de MS en base verde por hectárea (León, 2008).

2.6.2 Disponibilidad del forraje

Es la cantidad de forraje destinada al ganado y es calculada dividiendo la masa pre - pastoreo entre el número de animales por unidad de superficie. Puede ser expresada como kg MS/ha/día o como kg MS/kg peso vivo/día (León, 2008).

2.6.3 Cobertura promedio del forraje

Se usa para describir los cambios en la cantidad de forraje presente en un rancho a través del tiempo. Para su cálculo se requiere, estimar la cantidad de forraje presente en cada potrero, multiplicar la cantidad de forraje/ha por el área efectiva de cada potrero, sumar la cantidad de pasto presente en cada potrero y dividirla por el área total de pastoreo efectivo (León 2008).

2.6.4 Carga animal

Es el número de animales que pastorean en una superficie dada y por un tiempo determinado y se expresa, comúnmente como la cantidad de unidades animal por ha. Se encuentra dividiendo el número de U.B. para la superficie de pastoreo (León, 2008).

$$\text{Carga Animal} = \frac{\text{UB}}{\text{Ha}}$$

2.6.5 Capacidad de Carga

La productividad potencial se mide a través de la capacidad de carga que toma en cuenta variaciones de producción de forraje a lo largo del año debidos a los efectos del clima y manejo agronómico de los pastos. Pero para fines de trabajos de programación esta medición puede realizarse en forma rápida tomando en cuenta un solo corte en la época de menor producción. (León, 2008).

Así el parámetro calculado indicará la carga mínima que puede sostener la pradera (León, 2008).

$$\textit{Capacidad de Carga} = \frac{\text{Producción de forraje} - \text{Pérdidas}}{\text{Período de descanso} \times \text{consumo} / \text{UB} / \text{día}}$$

2.6.6 Producción por hectárea-año

Esta forma de calcular la producción de leche por ha/año refleja en una sola cifra cuan eficientemente se explota la tierra y obviamente integra conceptos de producción individual, carga animal, nutrición, reproducción, uso de potreros, etc (León, 2008). Se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Producción} / \text{ha} / \text{año} = \# \text{días} \times \text{litros} \times \# \text{animales} \times \text{intervalo entre partos.}$$

Donde:

N° de días = duración de lactancia (promedio del hato).

lt. = producción vaca/día en litros (promedio).

N° animales = número de vacas en producción por ha.

2.6.7 Eficiencia de utilización del pastizal.

Según Ramírez, P. “la eficiencia de utilización es la cantidad de forraje utilizado

o consumido con relación a la cantidad de forraje disponible para consumo de los animales”. Se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de utilización} = (\text{Consumo estimado} / \text{Producción primaria potrero}) \times 100$$

2.6.8 Manejo de los potreros en el Sistema silvopastoril

Para la implementación de árboles o arbustos en un potrero es necesario un proceso que durante años que requiere cuidados para conservación del sistema silvopastoril, hay que tener en cuenta la especie a ser sembrada, la disponibilidad de plantas, la conformación y el desarrollo de la especie para brindar condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo sin perjudicar el desarrollo del pasto.

Según Ojeda, P (2003), el manejo de los pastos bajo un sistema silvopastoril es variable y depende del arreglo, que se implemente en la finca. En el caso de producir forraje para protección o para aumentar el contenido proteico del pasto el intervalo de pastoreo oscilará entre 30 y 45 días aproximadamente. Por el contrario; cuando el arreglo se utiliza bajo un manejo de pastoreo de ramoneo y la función del árbol y/o arbusto es la de proveer alimento para el animal, la frecuencia con que se realice el pastoreo va aumentar dependiendo de la capacidad de rebrote del componente leñoso y que generalmente se encuentra entre los 60 y 90 días aproximadamente.

Las pasturas asociadas a leñosas regularmente presentan valores más altos de nitrógeno. Además, el follaje de los árboles y/o arbustos debe contribuir a mejorar la calidad de la dieta del animal, por lo menos en cuanto al nivel de proteína. Ojeda, P (2003).

Ojeda (2003), recomienda asociar pastos con especies leñosas ya que presenten una capacidad de rebrote rápida, eficiente y de alto rendimiento. De esta manera se impide que la pastura pierda su alta palatabilidad y sea rechazada por el animal durante el pastoreo debido a la excesiva madurez de sus hojas y tallos.

2.7 VALOR NUTRITIVO

El valor nutritivo de los alimentos se mide según el porcentaje de digestibilidad de cada nutriente, valores que se usan para calcular los nutrientes digeribles totales. Para obtener los porcentajes de digestibilidad de cada nutriente se efectúan ensayos de digestión para lo cual se obtienen los datos, de la cantidad de alimento ingerido y la cantidad de las excretas expulsadas, a ambos materiales se le realizan análisis proximal Weende (Batallas, 2002).

Los nutrientes digeridos se obtienen por diferencia entre el contenido del alimento y el de las excretas, las cifras finales expresadas en porcentaje (%) de digestibilidad.

Según Álvarez 2003, dice que la calidad de un forraje puede expresarse de varias formas: materia seca, total de nutrientes digestibles, proteínas, digestibilidad, etc.

Además el consumo está directamente relacionado con la digestibilidad, es así que el consumo de forraje es bajo cuando la digestibilidad no sobrepasa el 47%, valor considerado para el sostenimiento del ganado; y es un consumo alto cuando la digestibilidad sobrepasa el 65%. (Baker, 1971).

$$\text{NDT (\%)} = \text{P.C} \times 1.15 + \text{E.E.} \times 1.75 + \text{F.C.} \times 0.45 + \text{ELN} \times 0.0085 + \text{ELN} \times 0.25^{-3.4}$$

Donde:

NDT: Nutrientes Digestibles Totales

P.C.: Proteína cruda

E.E: Extracto etéreo

F.C.: Fibra cruda

ELN: Extracto libre de nitrógeno

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

La fase de campo se efectuó en la Hda. “El Mirador”.

3.1.2. Ubicación Geográfica

La hacienda “El Mirador” está ubicada en el cantón Quito, parroquia Nanegalito, Sector las Tolas. Se encuentra entre las coordenadas:

- **PICHINCHA**
- **CANTÓN QUITO**
- **Longitud:** 78°45`161” w
- **Latitud:** 00°05`574” s
- **Altitud:** 1748 msnm
- **Superficie:** 45 ha.

3.1.3. Ubicación Ecológica

- Zona de vida: El clima del área está influenciado por varios factores como: la

latitud geográfica, altitud, condiciones atmosféricas y orientación de la zona. Se encuentra entre los 1200 y 2000 msnm. Tenemos las siguientes formaciones ecológicas: bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo y bosque muy húmedo pre montano.

- Se encuentra en la región andina, corresponde al piso latitudinal montano bajo, específicamente en el bosque húmedo MB., con una región latitudinal: templado
- Altitud.- 1748 msnm
- Temperatura.- La temperatura promedio de 18 °C y una humedad relativa promedio cercana al 70%.
- Precipitación.- El nivel de pluviosidad es 2000-3000 mm/ año promedio
- Suelos.- Textura franca, con un contenido de materia orgánica de 7.7%, y de pH de 6.9 prácticamente neutro (Chancusig y Simbaña, 2007).

3.2. MATERIALES

- Potreros formados por: Pasto miel y Aliso sembrado a una distancia de 7mx7m
- Flexómetro
- Hoz
- Fundas
- Cuadrante 1m x 1m
- Libreta de campo.
- GPS

- Etiquetas
- Balanza
- Materiales de oficina (lápices, hojas, computadora, impresora etc.).

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño Experimental

Diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial y pruebas de DMS.

3.3.1.1. Factores a probar

Dos sistemas de producción: Sistema tradicional frente aún Sistema Silvopastoril.

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Producción primaria en base al forraje en verde (FV) y materia seca (MS) a diferentes intervalos de corte de 30, 35 y 40 días de corte.

3.3.1.3. Tipo de diseño

Para este ensayo se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial. El modelo matemático a utilizar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + S_j + F_k + SF_{jk} + e_{ijk}$$

- ✓ Y_{ij} : Variable
- ✓ μ : Media
- ✓ B_i : Bloque
- ✓ S_j : Sistemas
- ✓ F_k : Intervalos
- ✓ SF_{jk} : Interacciones
- ✓ e_{ijk} :Error

3.3.1.4. Repeticiones

Las repeticiones dentro de este ensayo están dadas por el número de cortes dentro de cada parcela establecida, el cual será de 4 cortes por parcela.

3.3.1.5. Características de las UE

Cada unidad experimental estará conformada por parcelas en el caso del pasto miel de 7x7, y en el caso del sistema silvopastoril se va a medir el pasto bajo los árboles de manera específica en medio de 4 árboles por parcela para su estudio.

3.3.2. Análisis Estadístico

3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	71
TRATAMIENTOS	(2)
REPETICIONES	1
ERROR	69

3.3.2.2. Distribución en el campo

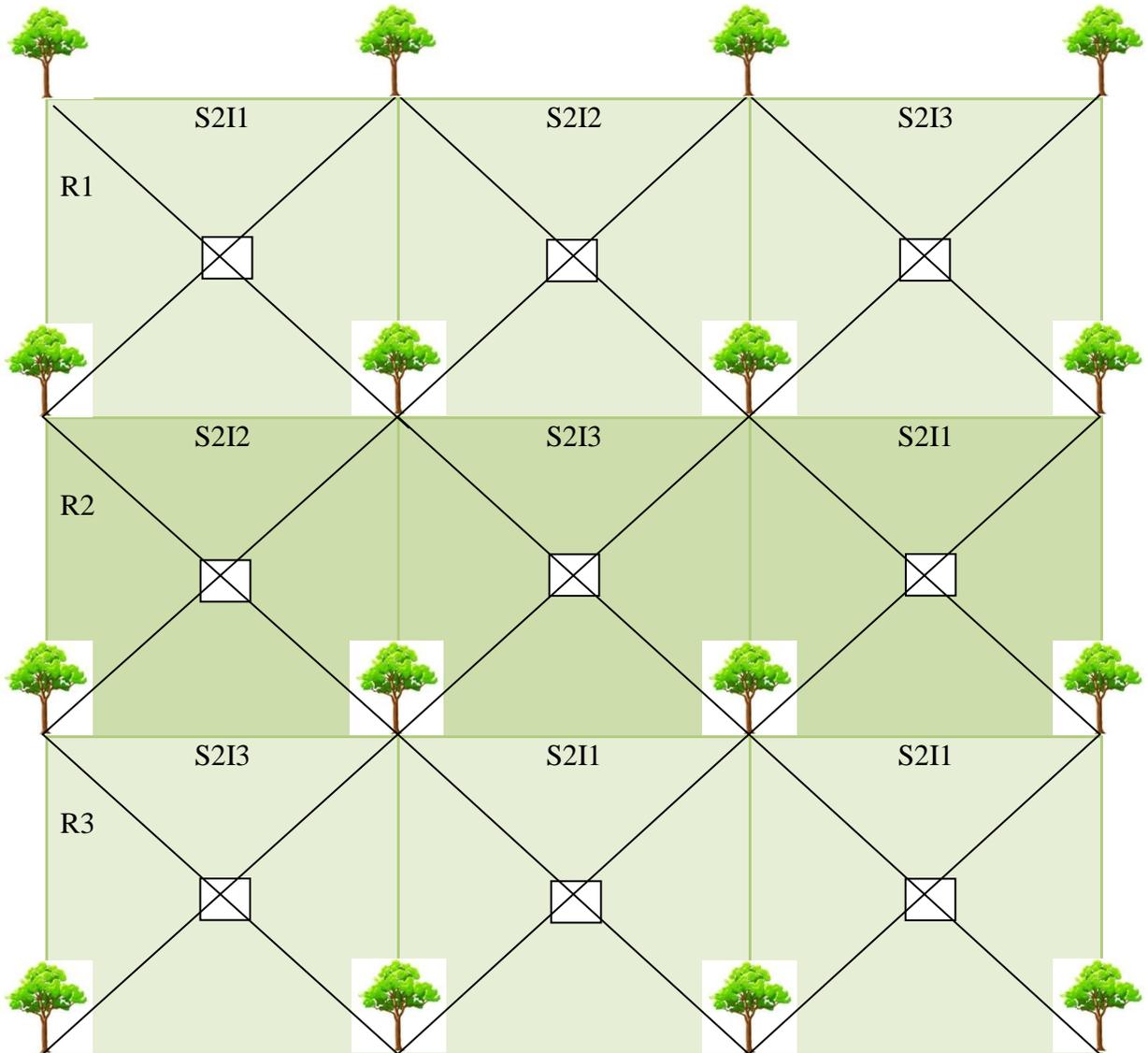
SISTEMA TRADICIONAL (muestras al azar mediante el cuadrante de 1m²)

R1	S1I1 <input type="checkbox"/>	S1I2 <input type="checkbox"/>	S1I3 <input type="checkbox"/>
R2	S1I2 <input type="checkbox"/>	S1I3 <input type="checkbox"/>	S1I1 <input type="checkbox"/>
R3	S1I3 <input type="checkbox"/>	S1I1 <input type="checkbox"/>	S1I1 <input type="checkbox"/>

- S1 Sistema tradicional.
- I1 Intervalos corte a los 30 días.
- I3 Intervalos corte a los 35 días.
- I2 Intervalos corte a los 40 días.

- R Repeticiones.

SISTEMA SILVOPASTORIL: Distancia entre árboles de 7m x 7m en cuadrado
(muestras específicas en medio de cuatro árboles).



- S2 Sistema silvopastoril.
- I1 Intervalos corte a los 30 días.

- I2 Intervalos corte a los 35 días.
- I3 Intervalos corte a los 40 días.
- R Repeticiones

3.3.2.3. Coeficiente de variación

Es un índice que mide el porcentaje (%) del error con respecto a la media. Valores altos del coeficiente de variación, indican que existe alta variabilidad en los datos, por lo tanto no estarían respaldando una verdadera evaluación de los tratamientos y en definitiva la credibilidad de los resultados y del experimento en general.

$$CV = \sqrt{CME/x} * 100$$

3.3.2.4. Análisis funcional

Se realizaron pruebas de comparación de media de Tukey al 5% para los sistemas, intervalos e interacciones.

3.3.3. Variables a Medir

Producción de forraje: Se realizó un corte de igualación y luego se tomaron las muestras en intervalos de 30, 35 y 40 días.

Producción primaria: Se procedió a cortar el forraje con la ayuda de un cuadrante de 1 m² y se pesó. Se tomó 6 muestras por hectárea y se determinó la producción promedio por tratamiento y se expresa en kilos/hectárea.

Digestibilidad: Esta variable se determinó mediante análisis de Laboratorio en el INIAP Santa Catalina, mediante la metodología de Tilley y Terry. Las muestras tomadas de cada parcela, se homogenizó debidamente por tratamientos de las tres repeticiones, se sacó una submuestra de dos kilos, la cual se etiquetó antes de envío para su análisis.

Valor Nutritivo: Se analizó la energía, proteína, cenizas, extracto etéreo y fibra, se tomó las muestras de los parcelas que tengan pasto miel y de los parcelas que poseen pasto miel en asociación con aliso las cuales se pesaron, se etiquetaron y se envió al INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina mediante la metodología de Van Soest.

Carga animal: Se determinó con todos los datos tomados y remplazando en la fórmula de CA para cada sistema. Según (León, 2008)

$$\text{Carga Animal} = \frac{\text{UB}}{\text{Ha}}$$

Capacidad receptiva: Con los datos obtenidos del estudio se obtuvo mediante el reemplazo de la fórmula de carga receptiva.

Capacidad receptiva = Producción de forraje en Kg/MS x Número de pastoreos al año

Capacidad de carga: Se obtuvo mediante el reemplazo en la fórmula de CC con los datos obtenidos del estudio.

$$\text{Capacidad de Carga} = \frac{\text{Producción de forraje} - \text{Pérdidas}}{\text{Período de descanso} \times \text{consumo} / \text{UB} / \text{día}}$$

En el sistema tradicional las variables se midieron mediante el cuadrante, en el sistema silvopastoril se midió bajo los árboles de manera específica en medio de 4 árboles y en las diagonales trazadas se determinó el sitio de muestreo mediante los intervalos de corte preestablecidos a los 30, 35 y 40 días respectivamente para cada sistema de estudio.

3.3.4. Métodos Específicos de Manejo del Experimento

Se estableció el ensayo a partir de corte de igualación, y la realización de parcelas para cada intervalo de corte y para cada sistema, los intervalos de pastoreo corresponden a los 30, 35 y 40 días y se analizó estos cortes para estimar la producción de forraje por un periodo de cinco meses (cuatro cortes); en el sistema tradicional se tomó las muestras al azar mediante un cuadrante de 1m², y en el sistema silvopastoril se va a medir el pasto

bajo los árboles de manera específica en medio de 4 árboles, las muestras tomadas fueron pesadas, etiquetadas respectivamente de cada sistema, y se envió al laboratorio para sus análisis, además se realizaron dos repeticiones para cada intervalo de corte y para cada época para la lluviosa y para la seca.

A partir de la producción primaria se analizó todas las variables y a partir de esta se tomó muestras para valorarlos en el laboratorio y determinar el valor nutritivo y digestibilidad.

Producción primaria

La producción primaria es la cantidad de forraje (Kg MS), contenidos químicos y digestibilidad de la biomasa producida en un pastizal. (Paladines 1996).

Se cumplió con el periodo de corte, con un cuadrante de 1m x 1m, en el sistema tradicional se lo realizó al azar y en el sistema silvopastoril se lo midió de manera específica en medio de 4 árboles, y se realizó una chapia a machete a la altura de 5 cm del suelo en cada unidad experimental. Se tomó una muestra de un kilo y se envió al laboratorio y se determinó su valor nutritivo y digestibilidad in vitro de cada uno de los intervalos de corte prefijados (Paladines 1996).

En el presente estudio no se realizó ninguna fertilización ni control de malezas presente para poder establecer el efecto de los árboles del sistema silvopastoril.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se analizó la producción primaria donde se determinó en Tn FV/Ha y Tn MS/ha los cuales se evaluaron en la época lluviosa y época seca de los dos sistemas: S1 (Sistema Tradicional) y S2 (Sistema Silvopastoril), mediante el diseño de DBCA en arreglo factorial. El análisis estadístico se realizó con el programa R utilizando el paquete estadístico *agricolae*.

4.1 Rendimiento del Pasto miel en Tn FV/ha

Cuadro 1. Análisis de variancia de la interacción de la Producción de Forraje Verde entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2012.

	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Ep-sis	3	203.1	67.69	71.69	<2e-16 ***
Remanente	68	64.2	0.94		
CME	0.9441835				

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Ep:tra, means and individual (95 %) CI

En el Cuadro 1 en el análisis de variancia se determinó que existe una interacción entre la época y el sistema S1 y S2, con un Pr(>F) de <2e-16 con diferencias estadísticas, entre la época lluviosa con aliso y la época lluviosa en el S1 (sistema tradicional), el rendimiento de forraje verde que se encuentra influenciado por la época, y por el tipo de sistema S1 y S2 con cuadrado medio del error de 0,9441.

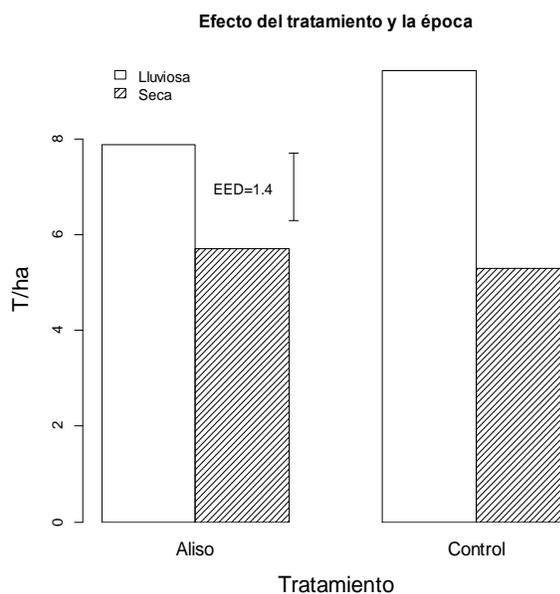
Cuadro 2. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de forraje verde entre la época de evaluación y los sistemas.

		Rend \bar{x} (Tn FV/Ha)	Error Estándar
Lluviosa.S2	a	7.89	0.347
Lluviosa.S1	b	9.44	0.282
Seca. S2	a	5.71	0.071
Seca. S1	a	5.29	0.069

Least Significant Difference 0.646

En el Cuadro 2 se analiza el promedio del rendimiento de forraje verde y se determinó que el mejor tratamiento corresponde a la época lluviosa en el S1 con un rendimiento de 9.43611 Tn FV/Ha, y en la época seca, existe un mayor rendimiento en el S2 (Sistema Silvopastoril) con un promedio de 5.71 Tn FV/Ha. Lo que concuerda con Toledo y Torres (1990), donde la *Setaria sphacelata*, reduce su productividad drásticamente cuando es sometido a menos del 60% de radiación solar.

Figura 1. Efecto de los Sistemas S1 y S2 sobre la época y el rendimiento de Forraje Verde en Tn FV/Ha.



En la figura 1 se encuentra el efecto de los sistema de pastoreo S1 (Sistema Tradicional) y S2 (Sistema Silvopastoril) sobre la época de evaluación, en donde la época lluviosa existe un mayor rendimiento en el S1 o control, por otro lado en la época seca existe mayor rendimiento en la asociación con aliso en la época seca.

4.2 Rendimiento de la materia Seca del Pasto miel

Cuadro 3. Análisis de variancia de la interacción de la Producción de Materia seca entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2012.

	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Epoca	1	1.1262	1.1262	129.495	< 2e-16 **
Dc	2	0.0206	0.0103	1.186	0.31260
Sist	1	0.3458	0.3458	39.757	3.78e-08 **
Epoca:dc	2	0.1324	0.0662	7.612	0.00113 **
Epoca:Sist	1	0.8281	0.8281	95.214	5.36e-14 **
dc:Sist	2	0.2191	0.1096	12.598	2.70e-05 **
Epoca:dc:Sist	2	0.3048	0.1524	17.525	1.01e-06 **
Remanente	60	0.5218	0.0087		
CME	0.166				

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

En el análisis de varianza se determina que existe una triple interacción entre la época (Lluviosa y Seca), los días de corte de corte (30, 35 y 40 días) y los sistemas

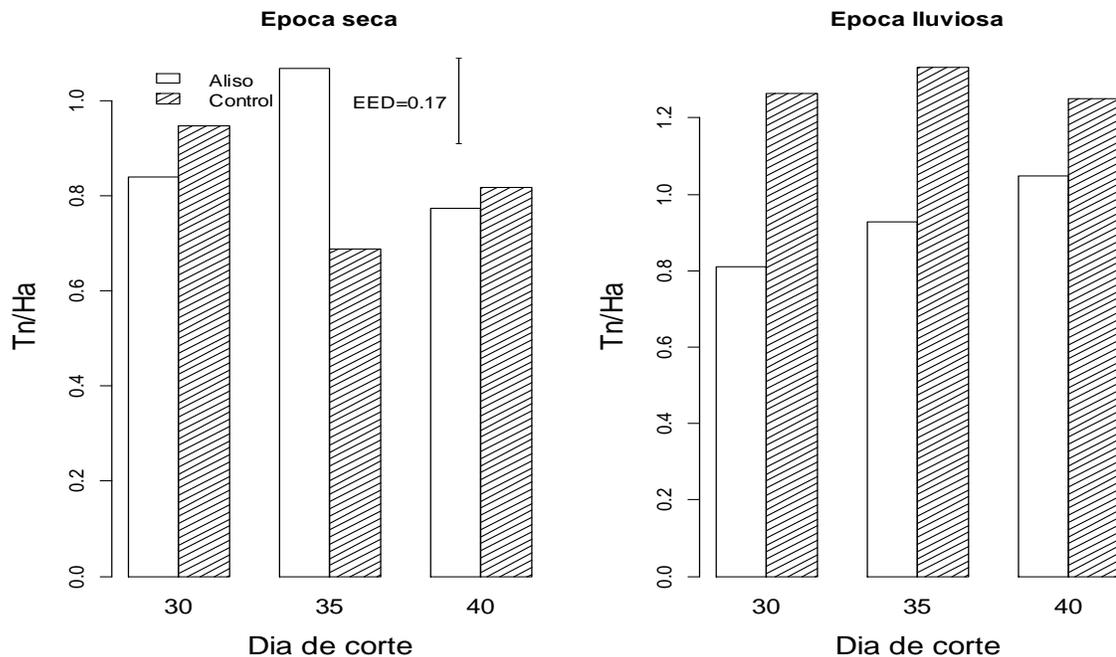
evaluados S1 y S2 (Sistema Tradicional y Sistema Silvopastoril) con un error estándar de 0.166 con una significancia al 1%.

Cuadro 4. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de Materia Seca entre la época de evaluación y los sistemas.

		Msrend \bar{x} (Tn Ms/ha)	Error Estándar
Lluviosa	A	1.106	0.0378
Seca	B	0.855	0.0213

En el Cuadro 4, se encuentra el promedio de producción de Materia Seca en donde existe una mayor producción en la época lluviosa con un rendimiento de 1.106 Tn MS/ha y en la época seca un rendimiento promedio de 0.855 Tn MS/ha.

Figura 2. Interacción del Rendimiento de Materia Seca Tn MS /Ha evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.



La materia seca del pasto miel en la época seca, presenta mayor contenido a los 35 días con 1.01 Tn/MS/ha en el sistema silvopastoril (S2) y en la época lluviosa la materia seca en el sistema tradicional (S1) con 1.3 Tn/MS/ha (Figura 2). Esto concuerda con Escobar y López (2001) donde describe que en el sistema silvopastoril, el aliso mantiene la humedad en la época seca y por medio de la fijación de nitrógeno de *alnus acuminata* hace que aumente cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, por lo cual aumenta la cantidad de materia seca.

4.3 Capacidad de Receptiva

Cuadro 5. Análisis de variancia de la interacción para la Capacidad Receptiva de los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2012.

	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Epoca	1	47.66	47.66	124.01	3.11e-16 ***
Dc	2	40.71	20.36	52.97	5.58e-14 ***
Sist	1	17.88	17.88	46.52	5.05e-09 ***
Epoca:dc	2	2.73	1.36	3.55	0.0349 *
Epoca:sist	1	39.24	39.24	102.10	1.44e-14 ***
dc:Sist	2	14.06	7.03	18.29	6.29e-07 ***
Epoca:dc:sist	2	13.93	6.97	18.12	6.96e-07 ***
Remanente	60	23.06	0.38		
CME	0.6199				

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

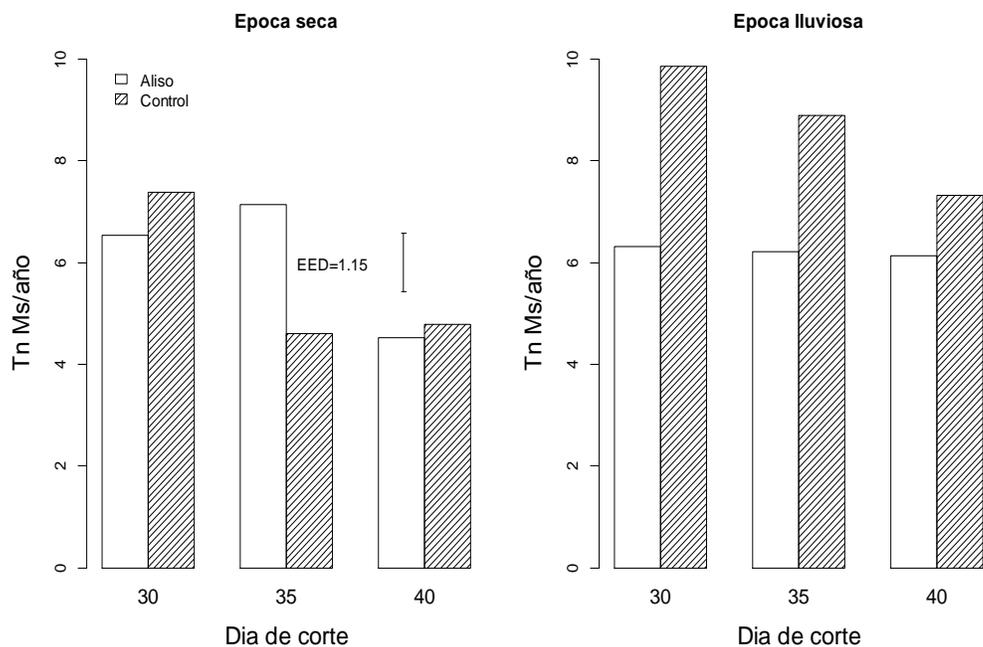
En el Cuadro 5 en el análisis de varianza se determinó que tiene significancia y que existe una interacción entre las épocas (lluviosa y seca) con los días de corte (30, 35 y 45 días) y los sistemas (S1 y S2) con un error medio cuadrático de 0.6199.

Cuadro 6. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la Capacidad Receptiva entre la época de evaluación y los sistemas.

		CR \bar{x} (Tn MS Ha/año)	Error Estándar
Lluviosa	a	7.46	0.2764
Seca	b	5.83	0.2096

En el Cuadro 6 corresponde al análisis del promedio de la capacidad receptiva se determinó que para la época lluviosa es de 7.46 Tn MS Ha/año y en la época lluviosa de 5.83 Tn MS Ha/año y que existe diferencias estadísticas para las dos épocas.

Figura 3. Interacción de la Capacidad Receptiva en Tn MS Ha/año evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.



La capacidad receptiva se encuentra influenciada por la época, por los sistemas evaluados S1 y S2, por los días de corte. Donde en la época seca sobresale el S2 a los 35 días con 7.2 Tn MS Ha/año, y en la época lluviosa la capacidad de carga es mayor (Figura 3), en el caso del S1 con 9.6 Tn MS Ha/año, ya que depende de la densidad de árboles/Ha por la competencia por luz, agua y nutrientes como lo citan Tieszem (1983); Connor,(1983), por otro lado Rodríguez (2011) quienes dicen que en el Sistema silvopastoril se puede mantener más animales por área ya que presenta mayor producción de forraje verde en la época seca.

4.4 Carga Animal

Cuadro 7. Análisis de variancia de la interacción de la Carga Animal entre los dos sistemas de pastoreo y dos épocas de evaluación en el pasto miel. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2012.

	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Epoca	1	1.6057	1.6057	124.01	3.11e-16 ***
Dc	2	1.3717	0.6858	52.97	5.58e-14 ***
Sist	1	0.6024	0.6024	46.52	5.05e-09 ***
Epoca:dc	2	0.0919	0.0460	3.55	0.0349 *
Epoca:sist	1	1.3220	1.3220	102.10	1.44e-14 ***
dc:sist	2	0.4736	0.2368	18.29	6.29e-07 ***
Epoca:dc:sist	2	0.4694	0.2347	18.12	6.96e-07 ***
Remanente	60	0.7769	0.0129		
CME	0.0129				

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

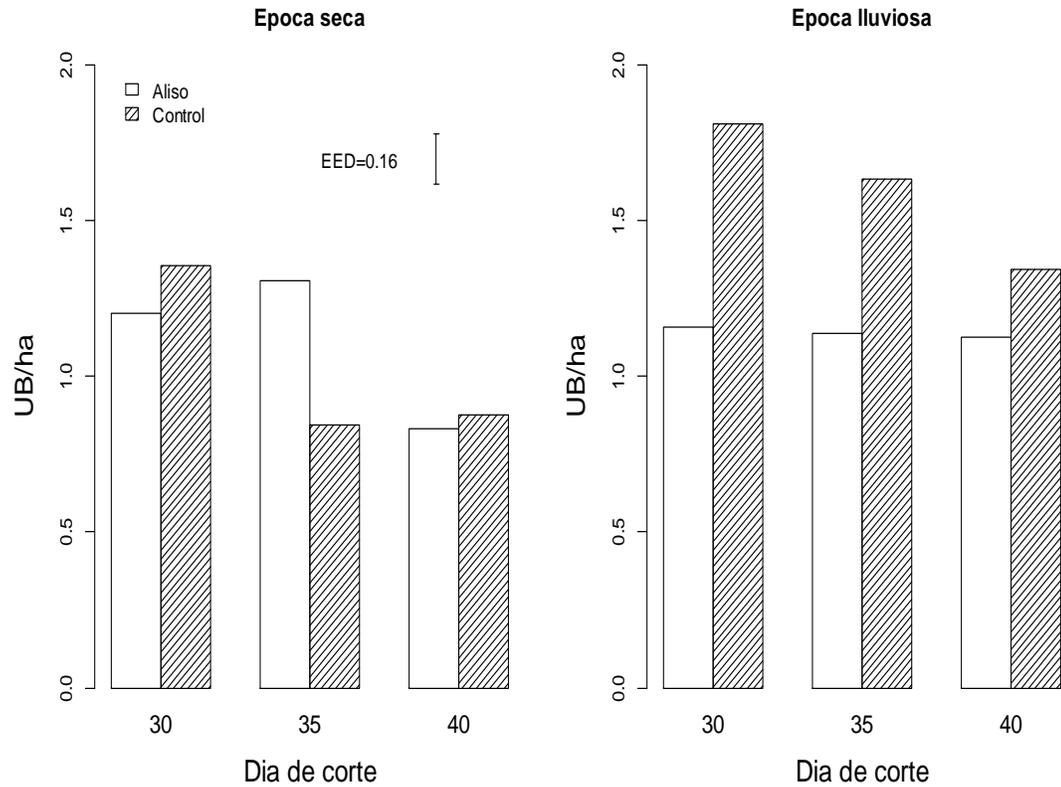
En el Cuadro 7, el análisis de varianza estableció que existe una influencia de la época, los días de corte con los sistemas el S1 y el S2 con respecto a la carga animal donde existe una alta significancia con un cuadrado medio del error de 0.01294838.

Cuadro 8. Análisis grupal de tratamientos y medias en la interacción de la producción de Materia Seca entre la época de evaluación y los sistemas.

		CA (UB/Ha) \bar{x}
30.Control	a	1.6
35.Control	b	1.3
35.Aliso	b	1.23
30.Aliso	bc	1.2
40.Control	bc	1.11
40.Aliso	c	1.09

De acuerdo al análisis grupal donde se analiza el promedio de la unidades bovinas por Ha, en el Cuadro 8 se encuentra la carga animal de 1.6 UB/Ha en el S1 a los 30 días y en segundo lugar el S2 a los 35 días con 1.23 UB/ha. Con respecto al S1 con 1.24 UB/Ha a los mismos 35 días no aunque sin diferencias estadísticas, donde se han obtenido resultados superiores a los encontrados por Álvarez 2003, quien registró una carga animal de 1 UA/ha en potreros de setaria.

Figura 4. Interacción de la Carga Animal UB/Ha evaluada en dos épocas y con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.

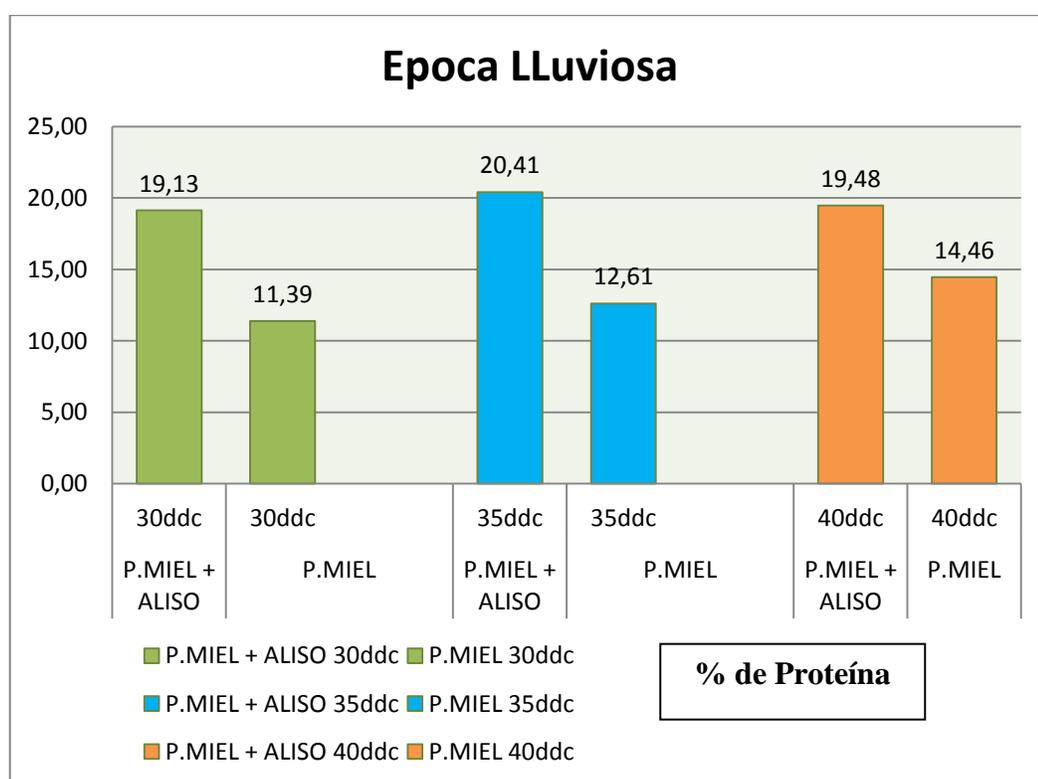


La carga animal se encuentra influenciada directamente por la época sea lluviosa o seca, por el tipo de sistema y el intervalo de días de corte, como observamos en la Figura 9. Donde existe mayor valor de UB/ha es al día 30 en el S1 (Sistema Tradicional) con 1.82UB/ha. Por otro lado, en el S2 (Sistema Silvopastoril) a los 35 días con un valor de 1,23 UB/Ha.

4.5 Porcentaje de Proteína

a. Época Lluviosa

Figura 5. Porcentaje de Proteína en la Época Lluviosa en dos sistemas de pastoreo con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.



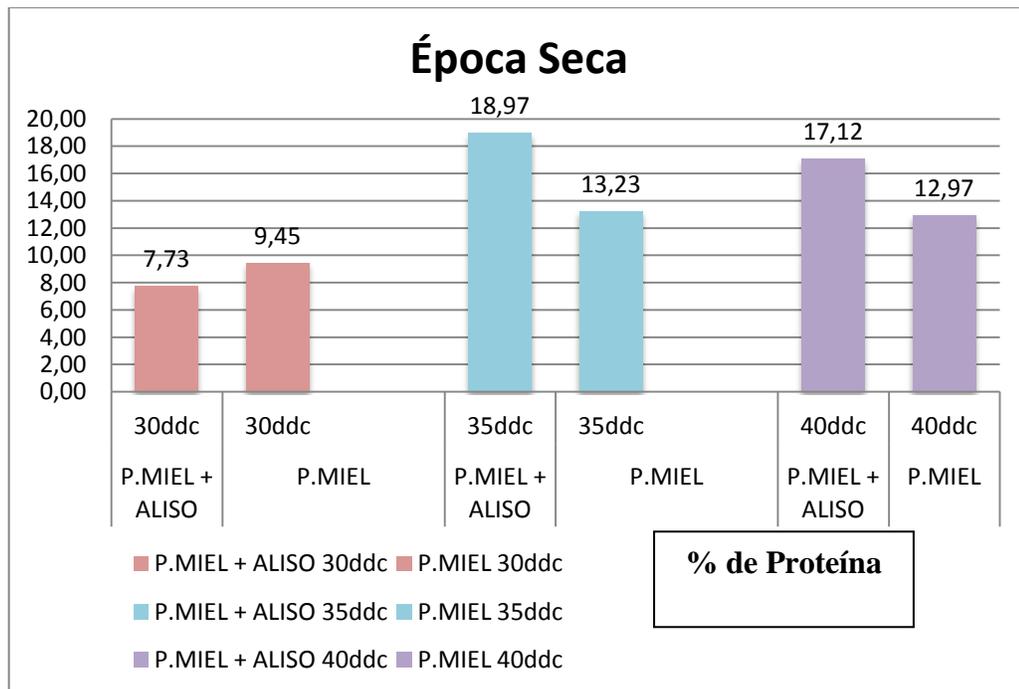
En la figura 5 se presentan los porcentajes de proteína para la época lluviosa en tres intervalos de corte, donde el S2 (sistema silvopastoril) presenta el mayor contenido de proteína (20.4 %) a los 35 días y el S1 (sistema tradicional) presenta un valor menor de proteína de 12.65% en el mismo intervalo de corte. Estos resultados

coinciden con los datos obtenidos por Álvarez S, (2003) quien recomienda el corte a los 35 días, donde se obtienen los mejores resultados en potreros de setaria para al cumplir satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de los animales.

Con el sistema silvopastoril (S2), de manera igual se incrementó en un 38% el contenido de proteína del pasto miel respecto al sistema tradicional (S2), lo que concuerda a lo manifestado por Benavides, (1994) que determinó que existe mayor fijación de nitrógeno en los sistemas silvopastoriles y que puede alcanzar los 300 Kg de N Ha/año (Figura 5).

b. Época Seca

Figura 6. Porcentaje de Proteína en la Época Seca en dos sistemas de pastoreo con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.



En la figura 6 se encuentra el porcentaje de proteína en la época seca con tres intervalos de corte. En el S2 (Sistema Silvopastoril) a los 35 días del corte tiene el 18.97% de contenido proteico, y en el S1 (sistema tradicional) posee un menor valor de de proteína de 13,23%. Con una diferencia del 30.26% que varía entre los sistemas en la época seca.

Cuadro 9. Análisis de variancia de la proteína en dos sistemas de pastoreo y dos épocas en el pasto miel.

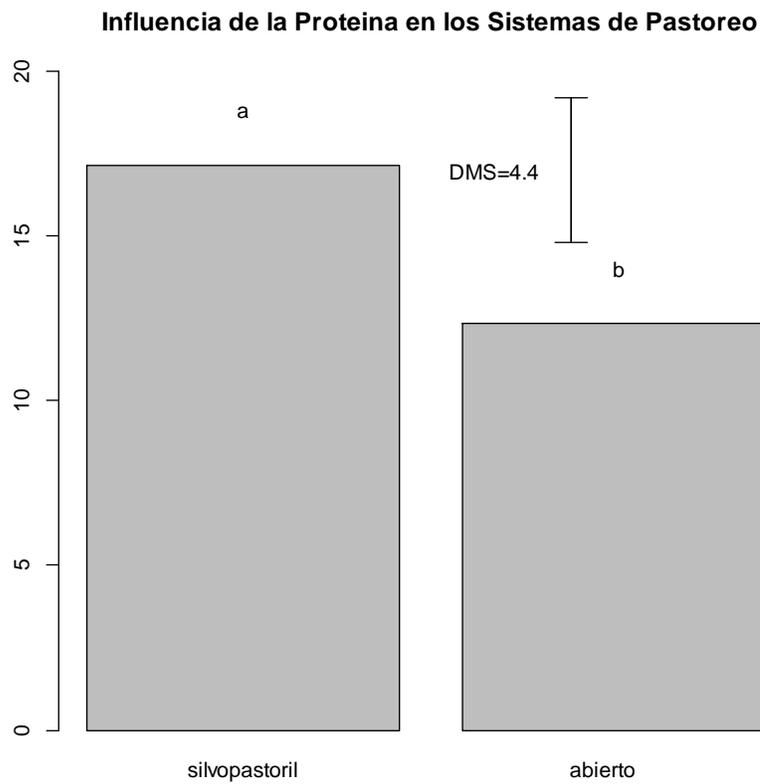
	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Epoca	1	27.03	27.03	2.433	0.1533
Sistema	1	68.78	68.78	6.190	0.0345 *
Remanente	9	100.01	11.11		
CME	11.112				

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Mediante pruebas de DMS al 5%, se ha encontrado diferencias estadísticas significativas con un error medio de 11.11, en donde el sistema de producción influye directamente en el contenido de proteína del pasto miel. Cuadro 5. Por otro lado en el S2 el pasto miel (*setaria sphacelata*) tiene mayor contenido de proteína que en el S1 como se puede observar en la Figura 7, como estudios realizados en Colombia donde no encontraron diferencias estadísticas significativas, pero si una superioridad de un sistema

silvopastoril de 1,21% ya que el aliso realiza un aporte al sistema que hace que manifieste en la gramínea sea rico en proteína y muy palatable, lo que no sucede con un sistema tradicional.

Figura 7. Influencia de la proteína en el S1 (sistema silvopastoril) y S2 (sistema abierto o tradicional).

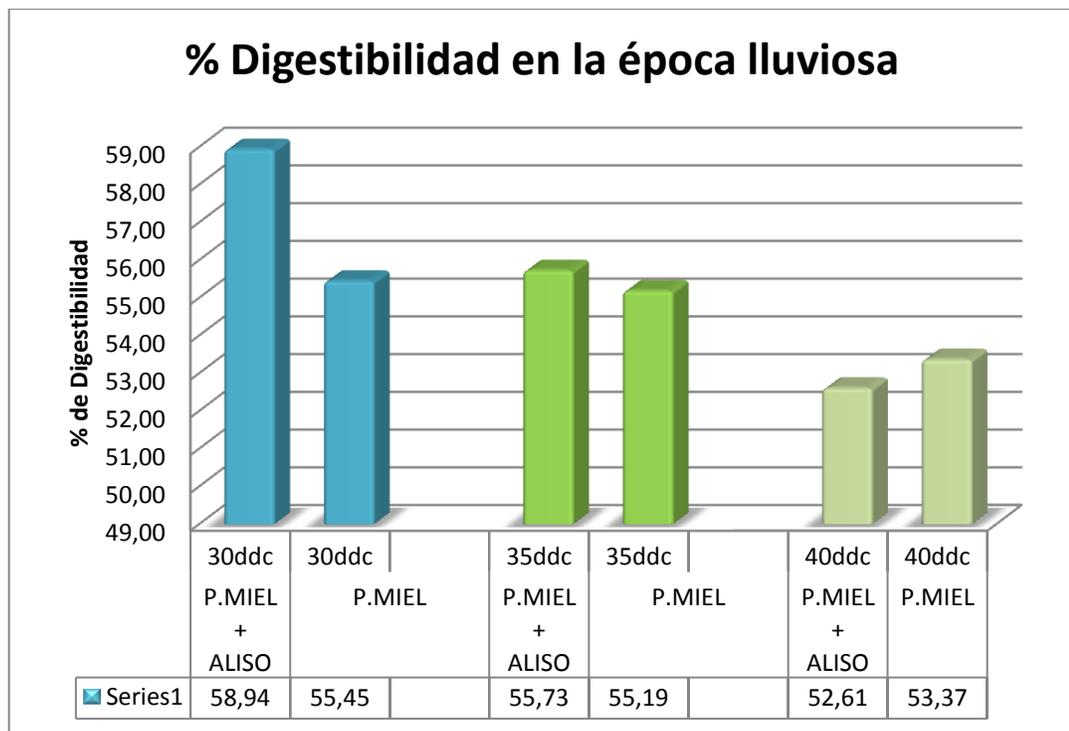


En la figura 7 en el S1 presenta menor porcentaje de proteína con respecto a S2 con pruebas de DMS igual a 4.4, donde existen diferencias estadísticas.

4.6 Porcentaje de Digestibilidad

a. Época Lluviosa

Figura 8. Porcentaje de Digestibilidad del Pasto miel en la época lluviosa en tres intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.

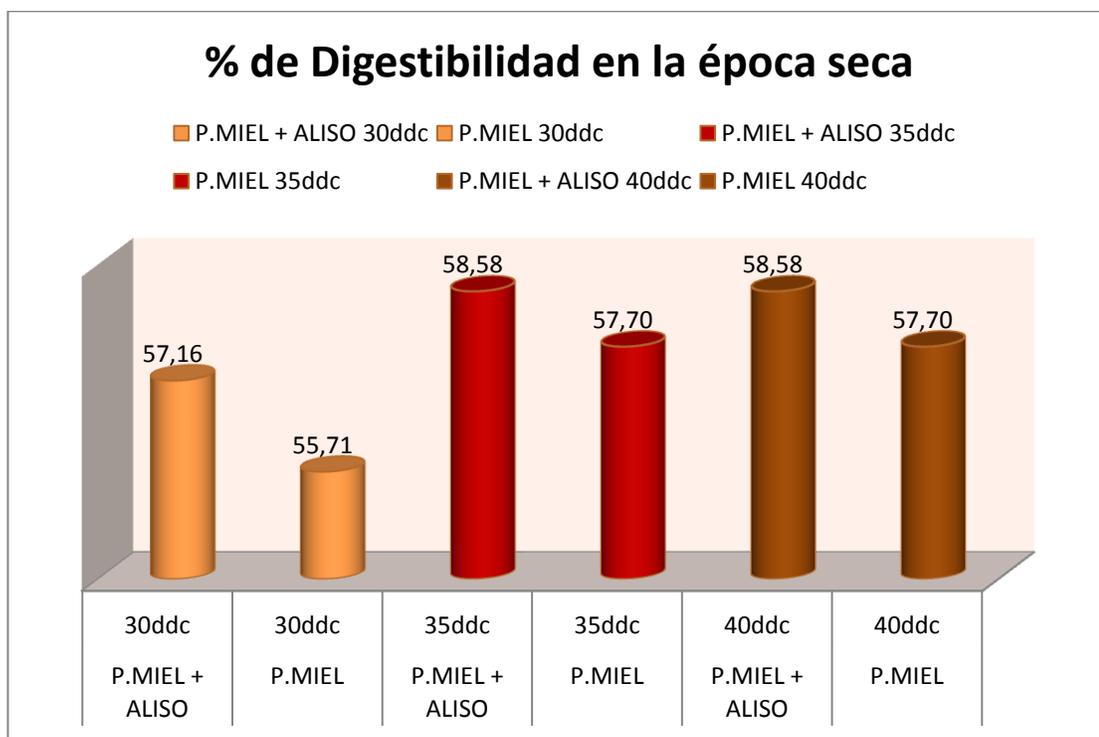


En la Figura 8 presenta el porcentaje de Digestibilidad del pasto miel en la época lluviosa, en donde en el mayor porcentaje presenta en el S2 a los 30 días después del corte con el 58,94%. En el S1 presenta el 55,45 en el mismo intervalo de corte, la

diferencia entre los sistemas se presenta con una superioridad el S2 con el 5.91% adicional con respecto al S1.

b. Época Seca

Figura 9. Porcentaje de Digestibilidad del Pasto miel en la época seca en tres intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días.



Al determinar la digestibilidad del pasto miel en la época seca se encontró que a los 35, 40 días del corte la digestibilidad no varió, correspondiendo al S1(Sistema Tradicional) con 57.70% y en el S2(Sistema silvopastoril) con 58.58%. Existe un incremento del 1,50% en el S2 lo que quiere decir que tiene mas digestibilidad para el animal como se puede observar en la figura 9.

Cuadro 10. Análisis de variancia de la digestibilidad en dos sistemas de pastoreo y dos épocas en el pasto miel. Tulipe, Nanegalito, Pichincha 2012.

	Df	SC	CM	F value	Pr(>F)
Epoca	1	16.662	16.662	5.640	0.0416 *
Sistema	1	3.499	3.499	1.184	0.3047
Remanente	9	26.589	2.954		
CME		2.95			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

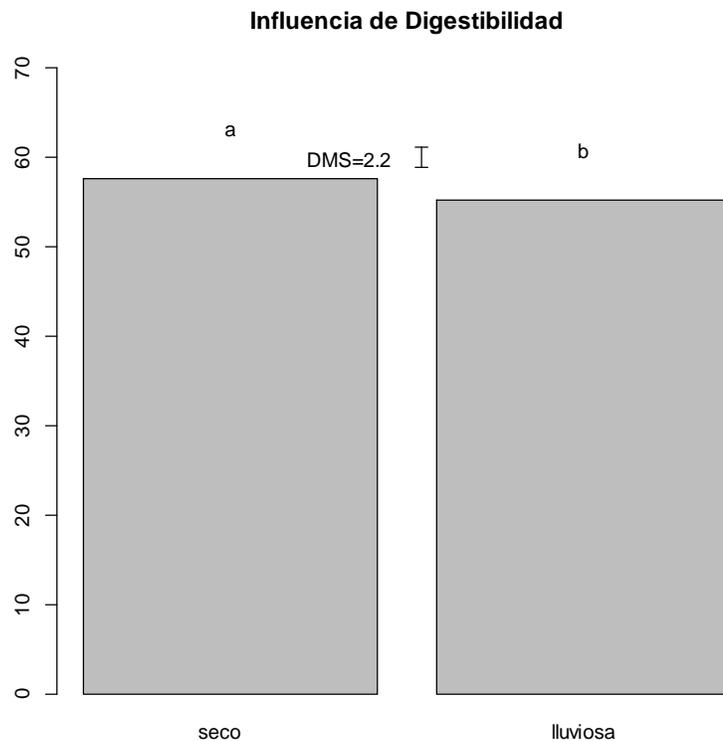
La digestibilidad se ve influenciada directamente por la época de evaluación ya que existe diferencias significativas al 5% como se puede observar en el Cuadro 10, mediante la prueba de DMS, existe mayor porcentaje de digestibilidad en la época seca que en la época lluviosa ya que existe diferencias estadísticas significativas, al igual que en estudios realizados en Colombia por ANEIA (2011), donde encontraron que existe mayor digestibilidad en sistemas silvopastoriles en asociaciones con aliso y sauco.

Cuadro 11. Análisis grupal de tratamientos y medias de la digestibilidad en las dos épocas de evaluación.

	Época	\bar{x} (% Digestibilidad)	Error Estándar
a	Seco	57.57	0.902
b	lluviosa	55.22	0.436

Mediante el análisis la digestibilidad promedio se determinó que en la época seca existe el 57.57% que es mayor que en la época lluviosa con un promedio de 55.22%, con una diferencia del 4.08% superior para la época.

Figura 10. Influencia de la digestibilidad sobre el S1 (sistema silvopastoril) y S2 (sistema abierto o tradicional).



En la figura 10 de puede observar que existe diferencias significativas entre las épocas evaluadas, donde existe mayor digestibilidad en la época seca que en la época lluviosa.

V. CONCLUSIONES

- El rendimiento de forraje verde se encontró influenciado por la época y el sistema de potreros S1 y S2, con una producción de 9.44 Tn/Ms/ha es mayor que el S2 con 7.89 Tn/Ms/Ha.
- El pasto miel (*Setaria Sphacelata*) en el S2 (sistema silvopastoril) a los 35 días del corte en la época seca permaneció en mejores condiciones con un mayor rendimiento en materia seca que en comparación con el S1 (sistema tradicional).
- Existe una triple interacción de entre las épocas evaluadas, días de corte (30,35 y 40) y los sistemas evaluados, el pasto miel en el S2 (sistema silvopastoril) a los 35 días del corte en la época seca con 5.82 Tn/Ms/año posee mayor capacidad de carga que en el S1 (sistema tradicional).
- La capacidad receptiva está influenciada por la época (lluviosa y seca), los sistemas evaluados (S1 y S2) y por los intervalos de corte (30, 35 y 40 días) con un promedio de producción de 7.5 Tm MS/ha/año para la época lluviosa y para la época seca con una producción de 5.8 Tm MS/ha/año.
- En este estudio se determinó que a los 35 días de evaluación en la época seca aloja mayor carga animal en el S2 (sistema silvopastoril) con 1.3 UB/Ha que en el S1 (sistema tradicional) con 1.24 UB/Ha, ya que se encuentra influenciada por época (lluviosa y seca), los sistemas evaluados (S1 y S2) y por los días de corte (30, 35 y 40).

- Se determinó que a los 30 días de evaluación en la época lluviosa presenta mayor carga animal en el S1 (sistema tradicional) con 1.82 UB/Ha que en el S2 (sistema silvopastoril) con 1.48 UB/Ha.
- El contenido de proteína se encuentra influenciado por el sistema evaluado, en la época lluviosa el mayor contenido proteico es a los 35 días de corte en el S2 (sistema silvopastoril) con el 20.41% y en el S1 (sistema tradicional) con 12,61% de proteína.
- Se determinó que a los 35 días de corte obtuvo mayor contenido de proteína en el S2 (sistema silvopastoril) con 18,97% y en el S1 (sistema tradicional) de 13.23% de proteína.
- La digestibilidad se encuentra influenciado por el sistema evaluado, el mayor porcentaje de digestibilidad a los 35 días de corte en la época lluviosa presenta S2 (sistema silvopastoril) con el 58.94% y con respecto al S1 (sistema tradicional) es de 55.45%, es decir tiene un aumento de 5.91%.
- En cuanto al porcentaje de digestibilidad en la época seca a los 35 y 40 días de corte el S2 (sistema silvopastoril) es del 58.58% y el S1 (sistema tradicional) con 57.70%, entre sistemas existe una diferencias de 1.50%.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del S2 (sistema silvopastoril) con intervalos de pastoreo a los 35 días para las dos épocas seca y lluviosa por presentar los mejores resultados en las variables analizadas, especialmente en el porcentaje de proteína y digestibilidad.
- Se recomienda realizar el pastoreo a los 35 días de rebrote en la época lluviosa y 40 días en la época seca, en el S1 (Sistema Tradicional) por presentar los mayores contenidos de productividad, en materia seca.
- En potreros de pasto miel, se recomienda implementar un sistema silvopastoril con diferentes densidades con aliso y complementar con estudios de suelo para observar los resultados de este sistema.

VII. RESUMEN

En la Hacienda “El Mirador” en el sector de Tulipe, Pichincha; se analizaron variables agronómicas de un monocultivo de pasto miel (*Setaria sphacelata*) (S1) y un sistema silvopastoril (*Alnus Acuminata* + *Setaria spaelata*) (S2), sobre el comportamiento de la productividad del pasto miel, evaluados durante dos épocas (lluviosa y seca), con intervalos de corte a los 30, 35 y 40 días para cada sistema evaluado. Se realizó análisis proximal y de digestibilidad para determinar la calidad del forraje. Se evaluó el rendimiento en forraje verde, materia seca, capacidad de carga, carga animal, proteína y digestibilidad, mediante un diseño de bloques completamente al azar. Las diferencias estadísticas fueron registradas en la época seca el S1 con 9.44 Tn/Ms/ha y S2 con 7.89 Tn/Ms/Ha. Igualmente presentó diferencias estadísticas en el contenido proteico del pasto miel, el S2 mostro mayor contenido, con un promedio de 17,41%. Y en la digestibilidad en el S2 contiene un promedio de 57.57%, y en el S1 posee un promedio de 55.22%. En conclusión los indicadores agronómicos y de productividad fueron mejores en el S2 en la época seca y el S1 en la época lluviosa, presentando el mayor contenido de proteína y digestibilidad en el S2 (sistema silvopastoril) en las dos épocas.

VIII. ABSTRACT

Setaria sphacelata was evaluated by agronomic indicators in a monoculture (S1) and silvopasture systems (*Setaria spacelata* + *Alnus acuminata*) (S2), versus the *Setaria sphacelata* productivity, evaluated during two seasons (wet and dry), with cutting intervals at 30, 35 and 40 days for each system evaluated. Proximate analysis was performed to determine digestibility and forage quality. The forage yield, dry matter, loading, stocking, and protein digestibility were evaluated using a block design completely randomized. Statistical differences were recorded in the dry season the S1 with 9.44 Tn /Dm/ ha and S2 with 7.89 Tn / Dm / Ha. Also presented statistical differences in the protein content of the honey pasture, S2 showed higher content, with an average of 17.41%. And in S2 digestibility contains an average of 57.57% and has an average of 55.22% in S1. In conclusion the agronomic and productivity indicators were better in the S2.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, S., LEON, R. 2003. Evaluación del incremento de peso de ganado de carne *Bos indicus* en tres intervalos de pastoreo de pasto miel *Setaria sphacelata* en Nanegalito-Pichincha.
- ANDERSON, G.W.; MODRE, R.W.; JENKINS, P.J. 1988. The integration of pasture, livestock and widely-space pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems*, 6: 195-211.
- BAKER y Otros. 1971. Métodos de producción intensiva de vacuno de carne, alimentación a base de hierbas. Benedicto Sanz. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. pp: 11-78.
- BASTOS, J.; FEIO, D.;2003. Sistemas silvopastoriles en la Amazonia Oriental.
- BATALLAS, C. 2002. Conceptos modernos de formación, manejo y explotación de la pastura para mejorar la producción lechera. Primer Seminario Internacional de Producción Animal.
- BAUMER, M. Animal production, agroforestry and similar techniques. *Agroforestry Abstracts*, 4(4): 179-98. 1991.
- BENAVIDES, J.E. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: Sánchez, M.D. & Rosales, M. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Memorias de la conferencia electrónica. FAO, Roma.
- BENAVIDES. J.E. 1994 Árboles y arbustos forrajes en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236.
- BENITEZ, A. 1985. Manejo de pasturas. Facultad de Ciencias Agrícolas, UCE.

Quito, Ecuador. pp:1-53.

- BENITEZ, R. 1980. Pastos y Forrajes. Quito, Universidad Central.
- BERNAL, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. Banco Ganadero. Cuarta edición. Ed. Bogotá.
- BETANCOURT, K., IBRAHIM, M., HARVEY, C. y VARGAS, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas 10(39-40):47-51.
- BORRAJO y Otros. 2010. Setaria Sphacelata: Curvas de crecimiento y fertilización. INTA. Serie Técnica. Hoja Informativa No. 20.
- CONNOR, D.J. 1983. Plants stress factors and their influence on production of agroforestry plant associations. In: P.A. Huxley (ed.). Plant Research and Agroforestry. ICRAF, Nairobi. p. 401-24.
- EBERSOHN, J.P.; LUCAS, P. 2005. Trees and soil nutrient in South-western Queensland. Queensland J. of Agriculture and Animal Science, 22: 431-5.
- HECHT, S.B.; NORGAARD, R.B.; POSSIO, G. 2005. The economics of cattle ranching in eastern Amazonia. Interciencia, 13 (5) : 233-40.
- HOEGER, R. 1994. Aliso alnus acuminata. Maderas comerciales de Venezuela. Ficha técnica #33. Mérida, Venezuela. 35 p.
- IGLESIAS, J. 2003. Los Sistemas Silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia

Animal-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 73 p.

- KELLMAN, M.C. 1999. Soil enrichment by neotropical savanna trees. Commonwealth Forestry Review, 42: 19-26 p.
- LEÓN, R. 2008 Pastos y forrajes. Manejo y producción. Segunda edición. Editorial Científicas Agustín Álvarez A. Cia. Ltda.
- LOPEZ, O., SÁNCHEZ, T., LAMELA L. 2007. Caracterización de la comunidad vegetal en una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. ¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.
- MONTEIRO D., Y ZIMMER A. 1983. Setaria Pastos. Formación y Gestión. Manual No 23.
- MURGEITIO, E.; IBRAHIM, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. Livestock Research for Rural Development (13) 3. <http://www.cipav.org.co/Irrd13/3/murg133.htm>
- OJEDA, P y otros. 2003. Sistemas Silvopastoriles. Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería. FIDAR. Manual de Capacitación
- PALADINES, O. 1992. Metodología de pastizales. PROFOGAN, MAG, GTZ. Serie metodológica, Manual N°1, Pastos y Forrajes.
- PETIT, J. 2001. Productos Forestales No Madereros de Venezuela. Compilación y Análisis. Proyecto GCP/RLA/133/EC. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe-Comisión Europea. 2001. <http://www.rlc.fao.org/proyecto/rla133ec>.
- PEZO, D.; IBRAHIM, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza

Agroforestal No. 2. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 258 p.

- RESTREPO, C., IBRAHIM, M., HARVEY, C., HARMAND, M. y MORALES, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 11(41-42):29-36.
- RONCAL, A.; FEBLES, G. 2007. Factores que influyen en la producción de biomasa durante el manejo del sistema silvopastoril. *Manejo Intensivo de Silvopastoreo*. Bogotá, Colombia. s/p.
- SEGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México) ,2005. *Sistemas Silvopastoriles*
- SOUZA DE ABREU, M. H. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE.
- THOMAS, D. 1978. Pasture and livestock under tree crops in the humid tropics. *Tropical Agriculture*, 55: 39-44.
- TIESZEM, L.L. 1983. Photosynthetic systems: Implications for agroforestry. In: P.A. Huxley (ed.). *Plant research and agroforestry*. ICRAF, Nairobi. p.323-46.
- TOLEDO, J.M. ; TORRES, F. Agroforestry land-use systems. In: *Proceedings of a Special Section on Agroforestry Land-use Systems in International Agronomy*. American Society of Agronomy Meeting. Nov. 28-29. 1988. Anaheim, CA. A special publication of Nitrogen Fixing Tree Association.. 112p. 1990.