UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES
U.D.C.A
Facultad de Ingeniería Agronómica

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Escuela de Formación de Investigadores y Capacitación en Agricultura Tropical - EFICAT

MAESTRIA EN AGROFORESTERIA TROPICAL

INFLUENCIA DE MOSCAS HEMATÓFAGAS DE BOVINOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES CLIMÁTICAS BAJO DOS SISTEMAS DE PASTOREO (TRADICIONAL Y SILVOPASTORIL) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN LA LIBERTAD DE CORPOICA VILLAVICENCIO META

POR
JUAN CARLOS BENAVIDES CRUZ
Zootecnista

BOGOTA D.C., COLOMBIA
2013

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y APLICADAS
U.D.C.A

Facultad de Ingeniería Agronómica

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
CORPOICA

Escuela De Formación de Investigadores y Capacitación en Agricultura Tropical
EFICAT

INFLUENCIA DE MOSCAS HEMATÓFAGAS DE BOVINOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES CLIMÁTICAS BAJO DOS SISTEMAS DE PASTOREO (TRADICIONAL Y SILVOPASTORIL) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN LA LIBERTAD DE CORPOICA VILLAVICENCIO META

Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Presentado Por

JUAN CARLOS BENAVIDES CRUZ

BOGOTA D.C., COLOMBIA
2013

CONSTANCIA APROBATORIA

El presente documento ha sido, debidamente revisado y evaluado de acuerdo a las normas establecidas por la Universidad, para validar el rigor científico de los planteamientos y conclusiones en él reflejadas, de tal manera que el mismo es aprobado por el Comité de Maestrías, en calidad requisito parcial para optar al título de:

Magister Scientiae en Agroforesteria Tropical

FIRMANTES:

GERMAN ANZOLA MONTERO
Rector y Presidente del Comité de Maestrías U.D.C.A

JESUS ANTONIO BETANCOURT
Director del trabajo de investigación

INGEBORG ZENNER DE POLANIA
Codirector del trabajo de investigación

MARIA ISABEL MORENO
Jurado evaluador

JUAN DAVID CORDOBA
Jurado evaluador

DEDICATORIA

A Dios por todo.
A mis Padres por sus consejos y comprensión.
A mis hermanos por su apoyo incondicional.
A Johanna por ser el ángel que incentivo la lucha de mis sueños.
A todas las personas que de alguna manera hicieron luz en mi camino.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos:

A Dios, fuente y centro de mi vida, quien ilumina siempre mi camino y abrió esta puerta de oportunidad como respuesta a una plegaria hecha al cielo.

Al Doctor Jesús Antonio Betancourt, Director de la investigación por su colaboración incondicional, su apoyo técnico, sus consejos y valiosa orientación.

A la Doctora Ingeborg Zenner de Polania, por la acertada codirección de esta investigación, sus aportes, comentarios y sugerencias que contribuyeron a mejorar el documento.

Al Doctor Luis Carlos Concha, Director del Programa de Maestría en Agroforesteria Tropical, por su amistad, su apoyo y excelente gestión en el desarrollo del programa que han contribuido a mi formación profesional y personal.

Al Doctor Braulio Gutiérrez, por su apoyo y guía desde la dirección de EFICAT en todo el desarrollo del programa académico.

A Hugo Ballesteros por su colaboración en los análisis estadísticos.

A Jorge Arguelles y Guillermo Carvajal por el apoyo incondicional como docentes, compañeros y orientadores en esta investigación.

A los Doctores Leonardo Sánchez y Luis Carlos Arreaza del Centro de investigación Tibaitata de Corpoica por su valiosa contribución y orientación en esta investigación.

A mis compañeros Niria Bonza, Jenny Alexandra Herrera, Aldemar Zuñiga y Albert Gutiérrez por su amistad, convivencia y apoyo. Un excelente grupo del que compartimos experiencias y conocimientos.

A Alirio Torres, Alfonso Martínez, Manuel Ostos y Luis Henao por su colaboración permanente en las actividades de campo; de igual manera a Eudoro Moreno y Gilma Serrano por su apoyo en las actividades de laboratorio.

Al Centro de Investigación La Libertad de Corpoica y en especial a los Investigadores Oscar Pardo, Henry Velásquez y Guillermo Velásquez por el apoyo permanente para la realización del trabajo de Investigación en esta Sede, donde se facilito los animales, las instalaciones y los laboratorios.

A la Alianza U.D.C.A – CORPOICA, por la formación profesional y personal que hacen parte de mi proyecto de vida.

RESUMEN

BENAVIDES, J.C. 2012. Influencia de Moscas hematófagas de Bovinos sobre la ganancia de peso y su relación con algunas variables climáticas bajo dos sistemas de pastoreo (tradicional y silvopastoril) en el Centro de Investigación La Libertad de Corpoica Villavicencio Meta.

Los sistemas de producción ganadera son cuestionados fuertemente por su desempeño productivo e impacto ambiental, debido a problemas que comprenden: degradación del suelo, baja disponibilidad de forraje, aumento de emisiones de metano, bajas capturas de carbono; factores que contribuyen al cambio climático y al cambio drástico del paisaje, con el consiguiente efecto negativo en la productividad y rentabilidad. Por otra parte, el problema se acentúa con la presencia de parásitos en el ganado como es el caso de las moscas hematófagas, parásitos de gran importancia económica, que afectan todos los sistemas productivos de la ganadería. Estos parásitos, además de ser vectores de enfermedades, de incidir en el estado sanitario, de bienestar y de producción del animal, acarrean altos costos para su control. Los sistemas silvopastoriles tienen un gran impacto en la producción ganadera debido a los beneficios que ofrecen y a los aportes en las interacciones del suelo, la pradera, el árbol y el animal.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de moscas hematófagas presentes en bovinos, sobre la ganancia de peso en condiciones de pastoreo tradicional y de un arreglo silvopastoril, tanto en temporada seca como lluviosa. El proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación La Libertad de Corpoica, ubicado en el Municipio de Villavicencio (Meta, Colombia). En un sistema silvopastoril (SSP), establecido con árboles dispersos (*Acacia mangium, Gmelina arborea, Piptadenia peregrina*), con pradera de pasto *Brachiaria decumbens*, y un sistema de pastoreo tradicional (ST) con pasto *Brachiaria decumbens*.

La especie de mosca que se identificó con mayor presencia fue la *Haematobia irritans*, para los dos sistemas y temporadas evaluadas; se encontró diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) en el numero de moscas, el ST presentó un promedio de 85,74 ± 48,93 moscas, siendo mayor que el SSP el cual fue de 40,87 ± 17,20; en cuanto a las temporadas se encontró diferencias significativas siendo mayor el número de moscas en la temporada de lluvias. Los resultados de correlación de presencia de la mosca *Heamatobia irritans* con las variables climáticas, se encontró para el SSP dependencias negativas de la temperatura mínima, máxima y promedio del 89,73, 51,61 y 59,29%, respectivamente; el ST las dependencias negativas fueron la temperatura mínima, máxima y promedio con valores de 55,89, 2,43 y 1,91%respectivamente. En la ganancia de peso diario (GPD), se encontró diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$), se encontró efecto del sistema de pastoreo (R^2 0,5099; Pr>F 0,0307) siendo mayor para el SSP (534,4 ± 35,4 gramos) respecto al ST (400,5 ± 97,6 gramos). Los sistemas silvopastoriles ejercen un efecto en la influencia de las moscas hematófagas de bovinos disminuyendo su número e incrementando la productividad animal en ganancias de peso.

Palabras clave: Ganancia de peso, sistema silvopastoril, sistema tradicional, moscas hematófagas, variables climáticas, ganado bovino.

ABSTRACT

BENAVIDES, J.C. 2012. Influence of hematophagous flies in cattle weight gain and its relation with some weather variables in two grazing systems (traditional and silvopastorile) at La Libertad Research Centre Corpoica Villavicencio Meta.

Cattle production systems are strongly questioned due to their productive performance and environmental impact. This is related to the following problems: soil degradation, low forage availability, increase of methane emissions, low Carbone captures. These factors contribute to drastic climate and landscape changes, and have a negative effect in productivity and profitability. Additionally, the problem increases due to the effect of parasites like hematophagous flies. These parasites are economically important not only because they affect all cattle production systems, carry diseases and affect the sanitary status, animal welfare level and production at farms, but also because their control costs. Silvopastorile systems have a great impact on cattle production due to their benefits on the interaction between ground, pastures, trees and the animal.

The aim of this research was to evaluate the influence that hematophagous flies have on cattle weight gain under two different conditions of grazing, traditional grazing (TG) and silvopastorile grazing (SG); during dry and rainy seasons. This project was done at La libertad Research Centre, Corpoica, located at Villavicencio (Meta, Colombia). For the traditional grazing system, *Brachiaria decumbens* was used as grass. For the silvopastorile grazing system, the following species of trees were used, *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* and *Piptadenia peregrine*; and *Brachiaria decumbens* as grass.

The main fly species identified for both systems and during both seasons was *Haematobia irritans*. There was a significant difference ($P \leq 0.05$) on the number of flies per animal between TG and SG (mean ± SD: 85,74 ± 48,83 and 40.87 ± 17,20, respectively). There was a significant difference on the number of flies per animal between dry and rainy season, where the latter had the highest number of flies. For SG, the correlation between the presence of *Haematobia irritans* and weather variables was negative. The negative dependencies for minimum temperature, maximum temperature and average temperature were 89,73, 51,61 and 59,29 %, respectively. The former had a significant incidence on the presence of *Haematobia irritans* ($Pr \mid r \mid < 0,05$). For TG, the correlation had the same trend; the negative dependencies for minimum temperature, maximum temperature and average temperature were 55.89, 2.43 and 1.91 %, respectively, without significant incidences. There was a significant difference ($P \leq 0,05$) on weight gain between TG and SG, where animals kept in SG gained more weight (mean ± SD: 400,5 ± 97,6 g. and 534,4 ± 35,4 g. respectively). To conclude, silvopastorile grazing systems had a positive effect on cattle productivity due to their positive effects on weight gain and by reducing flies populations.

Key words: Weight gain, silvopastorile system, traditional system, hematophagous flies, weather variables, cattle.

INDICE

RESUMEN 5

INTRODUCCIÓN 13

OBJETIVOS 15

General 15
Específicos 15

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

2. JUSTIFICACIÓN 19

3. MARCO TEÓRICO 21

3.1 Antecedentes 21
3.2 Reseña Teórica de los Factores Objeto de Investigación 23
3.2.1 Sistemas de Producción Bovina 23
3.2.1.1 Sistemas Tradicional o Extensivo 23
3.2.1.2 Sistemas Silvopastoriles. 25
3.2.1.3 Sistemas Silvopastoriles (SSP) y Control de Parásitos 26
3.2.3.4 Sistemas silvopastoriles en la producción animal 27
3.3 Moscas de importancia veterinaria 27
3.4 Ciclo de vida y biología general de los muscideos 28
3.5 Moscas picadoras 29
3.6 Identificación de las principales moscas picadoras. 30
3.7 Diferencias entre las moscas *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans* 31
3.8 La mosca del establo, *Stomoxys calcitrans* 32
3.8.1 Ciclo de vida de *Stomoxys calcitrans* 33

3.8.2 Importancia económica y Umbral de daño de la mosca del establo 34
3.8.3 Control de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* 35
3.9 Mosca de los Cuernos *Haematobia irritans* 36
3.9.1 Características Morfológicas 36
3.9.2 Ciclo Biológico 38
3.9.3 Aspectos epidemiológicos y distribución de la mosca *Haematobia Irritans* 41
3.9.4 Otras Características 42
3.9.5 Importancia Económica de la mosca *Haematobia Irritans* 43
3.9.6 Fluctuación estacional que favorecen el desarrollo de la mosca de los cuernos 44
3.9.7 Control de la mosca de los cuernos 45
3.9.8 Resistencia de la mosca *Haematobia irritans* 47
3.9.9 Combinación de compuestos 47
3.9.10 Control alternativo de la mosca de los cuernos 48
3.10 Ganancia de Peso……....49

4. METODOLOGÍA 50

4.1 Área de estudio. 50
4.2 Descripción del área experimental 51
4.3 Proceso Experimental 52
4.3.1 Variables a evaluar 52
4.3.2 Modelo Estadístico. 53
4.3.3 Análisis estadístico 54
4.3.4 Modelos de regresión 55
4.4 Animales objeto de seguimiento 56
4.5 Métodos y actividades por objetivo 56
4.5.1 Identificación de especies de moscas hematófagas 56
4.5.2 Conteos de moscas 57
4.5.3 Correlación 58
4.5.4 Efecto Sombra. 58
4.5.5 Producción y Calidad forrajera 59
4.5.6 Ganancia de peso. 59

4.5.7 Estrategias de manejo 60

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 61

Caracterización química de los suelos. 61
Identificación de las especies de moscas hematófagas. 62
Conteo de moscas *Haematobia irritans*. 63
Comportamiento de las variables climáticas 67
Comportamiento sombra 72
Correlación y modelos de predicción de moscas para los sistemas de pastoreo 75
Efecto de las variables climáticas sobre el conteo de moscas *Haematobia irritans* 75
Comparar la ganancia de peso de los bovinos, la producción y calidad forrajera 79
Comportamiento del peso animal 79
Niveles de Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS) 83
Disponibilidad y calidad forrajera 86
Efecto de las variables evaluadas sobre la ganancia de peso por sistema de pastoreo 94
Aporte de información para contribuir al diseño de estrategias. 98

CONCLUSIONES 101

RECOMENDACIONES 103

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

ANEXOS 117

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias Morfológicas y biológicas entre *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans* 32
Tabla 2. Variables evaluadas 53
Tabla 3**.** Características químicas de los suelos en los dos sistemas de pastoreo, Silvopastoril (SSP) y Tradicional (ST) 62
Tabla 4. Datos poblacionales de especies de moscas hematófagas observadas 62
Tabla 5. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada sistema de pastoreo 64
Tabla 6. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada temporada 64
Tabla 7. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada fecha por sistema de pastoreo 65
Tabla 8. Temperatura y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados 68
Tabla 9.Temperatura y su diferencia en la temporada de lluvias y seca 69
Tabla 10. Temperatura y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados por temporada durante el periodo de estudio 69
Tabla 11. Humedad y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados durante el periodo de estudio 71
Tabla 12. Humedad y su diferencia en la temporada húmeda y seca 71
Tabla 13. Humedad y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados por temporada 71
Tabla 14. Comportamiento dasométrico de las especies arbóreas involucradas en el SSP 74
Tabla 15. Coeficientes de correlación parciales para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en los bovinos en estudio respecto a las variables climáticas por sistema de pastoreo 75
Tabla 16. Estadísticos de los modelos de predicción para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en cada sistema de pastoreo 76
Tabla 17. Estadísticos de las variables incluidas en los modelos de predicción para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en cada sistema de pastoreo 77
Tabla 18. Comportamiento del peso bovino (kg), ganancia diaria de peso (gramos) y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados 81

Tabla 19. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada sistema de pastoreo.....83
Tabla 20. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada temporada 83
Tabla 21. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada fecha por sistema de pastoreo.....84
Tabla 22. Disponibilidad y calidad forrajera por sistema de pastoreo 87
Tabla 23. Disponibilidad de forraje verde (FV) y seco (FS) para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en kg/ha) 87
Tabla 24. Materia seca (MS) y ceniza del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje) 89
Tabla 25. Proteína cruda (PC) del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje).....91
Tabla 26. Fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje).....92
Tabla 27. Efecto del sistema de pastoreo sobre las variables evaluadas 95
Tabla 28. Coeficientes de correlación parciales para la ganancia de peso diario en los bovinos en estudio respecto a las variables evaluadas por sistema de pastoreo 96
Tabla 29. Estadísticos de los modelos de predicción para la ganancia de peso diaria bovina en cada sistema de pastoreo.....97

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Características morfológicas para mosca *Haematobia irritans* 30
Figura 2. Características morfológicas para mosca *Stomoxys calcitrans*.....31
Figura 3. Características morfológicas para *Musca domestica* 31
Figura 4. Ciclo Biológico de la Mosca *Haematobia irritans* 38
Figura 5. Localización geográfica de CORPOICA C.I. La Libertad 51
Figura 6. Localización de las parcelas de estudio. CORPOICA C.I. La Libertad 52
Figura 7. Procedimiento para captura e identificación de especies de moscas 57
Figura 8. Moscas identificadas en los sistemas de pastoreo.....63
Figura 9.Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo 66
Figura 10. Comportamiento de la lluvia durante el periodo de estudio 67
Figura 11. Distribución espacial 3D de árboles en el SSP. SLIM 2.0.....72
Figura 12. Comportamiento del peso de los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo.....82
Figura 13. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo.....85
Figura 14. Comportamiento del forraje verde (FV) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en kg/ha) 88
Figura 15. Comportamiento del forraje seco (FS) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en kg/ha) 89
Figura 16. Comportamiento de la materia seca (MS) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje).....90
Figura 17. Comportamiento de la proteína cruda (PC) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje).....91
Figura 18. Comportamiento de la fibra detergente neutro (FDN) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje).....92
Figura 19. Comportamiento de la fibra detergente ácido (FDA) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje).....93

INTRODUCCIÓN

La ganadería, una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo el país, es considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia para el desarrollo del campo (Mahecha *et al.*, 2002). Esta actividad ha sido y es cuestionada fuertemente por su desempeño productivo e impacto ambiental, debido a problemas que comprenden: degradación del suelo, baja disponibilidad de forraje, aumento de emisiones de metano, bajas capturas de carbono, factores que contribuyen al cambio climático y al cambio drástico del paisaje, con el consiguiente efecto negativo en la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción.

Además el problema se acentúa con la presencia de parásitos en el ganado como es el caso de las moscas hematófagas, parásitos de gran importancia económica, que afectan todos los sistemas productivos de la ganadería. Estos parásitos, además de ser vectores de enfermedades (Acevedo, 1996), de incidir en el estado sanitario, de bienestar, de producción del animal, incrementan los costos de producción en su control y afectan negativamente la economía del productor.

Para contrarrestar esta problemática la ganadería busca en los sistemas silvopastoriles una alternativa de uso del suelo, sostenible en lo ambiental y productivo, en razón a que el establecimiento y desarrollo del componente arbóreo y las interacciones con el suelo, la pradera y animal conforman un sistema productivo en el que se generan aportes benéficos para el sistema. Las diferencias entre potreros con árboles y sin árboles están en la producción y calidad del pasto, el bienestar animal, la protección del suelo y la menor incidencia de parásitos externos (Velásquez, 2010).

La importancia de la evaluación de los sistemas de pastoreo tradicional y silvopastoril en los sistemas de producción de ganadería de carne, permite a este estudio generar conocimientos y una línea base en la productividad animal, en la salud, el bienestar animal; además de entender las interacciones entre los árboles, animales y suelo. Sin embargo este tipo de investigaciones enfocadas a condiciones tropicales nos ayudan a entender los diferentes

comportamientos de los sistemas de producción ganadera en el país y buscar alternativas y recomendaciones para el manejo de una ganadería sostenible con beneficios en lo ambiental y en lo productivo.

Este tipo de investigación tiene como fin, orientar el diseño de estrategias racionales de manejo de la infestación por moscas picadoras, reducir el impacto ambiental que generan las actividades ganaderas, disminuir los residuos de pesticidas en carne y leche, optimizar el bienestar de los bovinos, mejorar la sostenibilidad e incrementar la rentabilidad de estos sistemas de explotación agropecuaria.

Se proyecta generar información acerca de la influencia de la cobertura arbórea de los sistemas silvopastoriles en el comportamiento de moscas hematófagas de los bovinos y aspectos productivos de los animales. Esta información contribuirá a entender las interacciones entre los árboles y estos ectoparásitos de manera que permita buscar alternativas integrales de control.

OBJETIVOS

General

Evaluar la influencia de moscas hematófagas presentes en bovinos, sobre la ganancia de peso bajo condiciones de pastoreo tradicional y de un arreglo silvopastoril, tanto en época seca como lluviosa, en sistemas de producción ganadera del C.I La Libertad.

Específicos

1. Identificar y realizar un seguimiento cuantitativo a poblaciones de moscas hematófagas presentes en bovinos en el C.I. La Libertad, sometidos a pastoreo tradicional y a un arreglo silvopastoril, tanto en temporada seca como lluviosa.

2. Buscar si existe asociación entre la población de moscas hematófagas, con temperatura (T), precipitación pluvial (PP), humedad relativa y efecto sombra; mediante el comportamiento de estas variables climáticas en los sistemas de pastoreo silvopastoril y tradicional

3. Comparar la ganancia de peso de los bovinos, la producción y calidad forrajera en los sistemas silvopastoril y tradicional.

4. Aportar información para contribuir al diseño de estrategias de manejo de las infestaciones por moscas hematófagas en los bovinos, para los sistemas de pastoreo citados, en el Piedemonte del Meta.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sostenibilidad de la ganadería está en constante cuestionamiento debido a problemas que comprenden: degradación del suelo, baja disponibilidad de forraje, aumento de emisiones de metano, bajas capturas de carbono, factores que contribuyen al cambio climático y al cambio drástico del paisaje, con el consiguiente efecto negativo en la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción.

Por otra parte, el problema se acentúa con la presencia de parásitos en el ganado como el caso de las moscas hematófagas, parásitos de gran importancia económica, que afectan todos los sistemas productivos de la ganadería. Estos parásitos, además de ser vectores de enfermedades (Acevedo, 1996), de impedir la adecuada alimentación del bovino, de incidir en el estado sanitario, de bienestar y de producción del animal, acarrean altos costos para su control y ponen en crisis la economía del productor.

En Colombia, los artrópodos ectoparásitos del ganado se consideran como una causa importante de las pérdidas económicas en la ganadería. Según estimativos del ICA, las pérdidas anuales ocasionadas por las enfermedades parasitarias en el país, en pesos de 2001, equivaldrían a $150.417.000.000; de estos, el 51% corresponde a garrapatas y moscas, el 29% a *Fasciola hepatica*, el 12% a parásitos internos y el 8% a hemoparásitos (Lobo, 1982). Datos notificados por la FAO, en 1984 y referenciados por Betancourt *et al.,* (1992), indican que la infestación por garrapatas y los costos involucrados en su control, significan una pérdida anual para la ganadería bovina de cerca de U.S. $7.3 cabeza/año. En otra publicación, se ha calculado que las pérdidas asociadas con las garrapatas y moscas para la ganadería colombiana, ascienden a 76.713 millones de pesos anuales (Benavides, 2001). Los ectoparásitos del ganado, moscas y garrapatas, además de ser vectores de hemopárasitos como rickettsias y protozoarios, alteran el bienestar de los animales principalmente en zonas cálidas; esto hace que el ganadero deba recurrir a una serie de estrategias basadas en compuestos químicos, pero también a alternativas no químicas para su control, constituyéndose en un costo adicional para la economía ganadera (Benavides y Romero, 2001).

Las moscas hematófagas “Mosca de los Cuernos” ó “Mosca de la Paleta” *Haematobia irritans irritans* y la “Mosca del Establo” ó “Mosca Brava” *Stomoxys calcitrans***,** constituyen un serio problema que afecta la productividad de los sistemas de producción ganaderos. Su importancia radica en sus efectos como parásitos, representados en la intranquilidad que impide la alimentación, en la irritación que provocan en el sitio de la picadura, en la apertura de puertas de entrada para microorganismos y larvas de otros dípteros (miasis), y en su papel como transmisores de patógenos (hemoparásitos, bacterias y virus) (Miller, 1995). A lo anterior se suman los costos asociados con el control, dificultado actualmente por el fenómeno de la quimiorresistencia a las principales moléculas que se vienen empleando para combatirlas. Por otra parte la presencia de moscas hematófagas reduce las ganancias de peso en el ganado destinado a la producción de carne (Wieman, 1992).

Las bajas ganancias de peso en sistemas de producción de carne, constituye un sistema complejo y multifactorial caracterizado por la interacción de un gran número de factores que incluye las praderas, los animales y las decisiones de manejo (Parra *et al*., 1998). Además del modelo imperante de producción, caracterizado por grandes extensiones de monocultivos, baja o nula diversidad de especies, deficiencia en calidad y oferta forrajera, deterioro del ambiente y bajo conocimiento y adopción de sistemas sostenibles ganaderos.

La existencia y la abundancia de las moscas picadoras está asociada con muchos factores interactuantes bióticos y abióticos, algunos de ellos relacionados con clima como: temperatura, humedad relativa, precipitación, brillo solar, evapotranspiración (Cruz Vásquez *et al.*, 2000), al igual que con características de la vegetación como: tipo de material, cobertura del pasto, altura del mismo, sombrío y con actividades controlables por el hombre como: manejo de potreros y animales, densidad animal, sobrecarga y sobrepastoreo. Si bien, existe información sobre la influencia de algunos de estos factores en las poblaciones de moscas picadoras en condiciones de pastoreo tradicional, la mayoría de los trabajos provienen de países diferentes al nuestro. Para bovinos bajo condiciones de silvopastoreo, no se dispone de información alguna sobre poblaciones de moscas picadoras en cuanto a su abundancia y

mucho menos en cuanto a su comportamiento en el tiempo, bajo los dos regímenes (seco y lluvioso).

En los sistemas de producción bovina, la productividad ha tendido a declinar como consecuencia de la implementación de sistemas más extensivos y la incorporación de suelos de menor fertilidad, en los que se sembraron especies no adaptadas, lo cual ha redundado en una mayor proporción de pasturas degradadas y poco productivas (Pezo *et al*., 1992).

Teniendo en cuenta este contexto, uno de los retos más grandes que enfrenta la investigación agropecuaria de Colombia es la necesidad de desarrollar una agricultura viable con sistemas de cultivos que sean capaces de asegurar la producción incrementada y sostenible con un mínimo de degradación del recurso suelo (Kang, 1994). Las investigaciones que se realizan en los diferentes sistemas agroforestales donde se pretenden evaluar las ventajas, desventajas y los efectos benéficos deben incorporar cada vez herramientas, diseños y metodologías que permitan validarlas y documentarlas.

De acuerdo a los problemas citados en el sistema de ganado bovino que afectan la competitividad y sostenibilidad se podría plantear el siguiente interrogante: ¿Cuál sería el efecto de los sistemas silvopastoriles en el comportamiento de los parásitos externos del ganado bovino, la productividad de los animales y del sistema en el Piedemonte Llanero?

2. JUSTIFICACIÓN

Este tipo de investigación tiene como fin, orientar el diseño de estrategias racionales de manejo de la infestación por moscas picadoras, reducir el impacto ambiental que generan las actividades ganaderas y optimizar el bienestar de los bovinos, mejorar la sostenibilidad e incrementar la rentabilidad de estos sistemas de explotación agropecuaria. La propuesta del trabajo se enfoca a desarrollar recomendaciones que ayuden en los esquemas de control de acuerdo con condiciones en el trópico, del sistema de pastoreo y de la ganadería, ya que el uso de químicos para el control de moscas hematófagas no es sostenible.

Para contrarrestar esta problemática la ganadería busca en los sistemas silvopastoriles una alternativa de uso del suelo, sostenible en lo ambiental y productivo, en razón a que el establecimiento y desarrollo del componente arbóreo las interacciones con el suelo, la pradera y el animal conforman un sistema productivo en el que se generan aportes benéficos para el sistema. Las diferencias entre potreros con árboles y sin árboles están en la producción y calidad del pasto, el bienestar animal, la protección del suelo y la menor incidencia de parásitos externos (Velásquez, 2010).

Estas soluciones podrían estar enmarcadas dentro de sistemas agroforestales o silvopastoriles que contribuyan a regular la dinámica poblacional de las moscas, determinar el cambio del paisaje y recuperación del suelo. Adicionalmente estas alternativas pueden contribuir a disminuir el uso indiscriminado de plaguicidas, promover un manejo integrado de plagas y reducir el desarrollo de nuevas plagas o resistencia en las mismas, además de minimizar riesgos en salud humana y en el ambiente.

El establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles permite proponer un manejo integrado de plagas a partir del mejoramiento del sistema productivo, la recuperación de la biodiversidad funcional, el uso racional de productos químicos, el mejoramiento de prácticas de manejo y el control biológico.

En recientes investigaciones (Murgueitio, 2000; Harvey *et al.*, 2003), han demostrado que las practicas ganaderas que involucren arreglos amigables con la naturaleza son una herramienta importante para la regulación de insectos plaga en los sistemas productivos. El mejoramiento del paisaje y recuperación del hábitat natural para el refugio de la diversidad, contribuyen a recuperar la funcionalidad ecológica y los servicios ambientales.

El ecosistema agroforestal es un sistema intensivo de manejo de tierra que combina arboles o arbustos con cultivos o ganado (Nair, 1993). Muchos de los beneficios de estos sistemas se derivan de la mayor diversidad en comparación con los respectivos cultivos herbáceos o leñosos. De acuerdo a Altieri y Nicholls (2010), se han llevado a cabo pocas investigaciones sobre interacciones de plagas dentro de los sistemas agroforestales, la Agroforesteria ha sido recomendada para reducir brotes de plagas generalmente asociadas con los monocultivos. Sin embargo, los efectos sobre las poblaciones de fitófagos de los distintos diseños agroforestales puede ser de distinta naturaleza (microclimática, nutricional, enemigos naturales, factores reguladores aisladamente unos de otros). Las pocas revisiones sobre el manejo de plagas en sistemas agroforestales (Rao *et al.*, 2000; Schroth *et al*., 2000) presuponen que la alta diversidad de las plantas los protege de una mayor cantidad de plagas y enfermedades.

Es necesario aprovechar las ventajas de los sistemas silvopastoriles en cuanto a la recuperación de la biodiversidad y la calidad del suelo, para hacer más racional el control de plagas y contribuir de una manera eficiente a la regulación de sus poblaciones.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Se reportan algunas investigaciones que señalan claramente que la ganadería y los bosques no sólo deben vivir en armonía, sino que es la única forma en que ambos sistemas de explotación sean rentables y contribuyan a la sostenibilidad de los bosques (Solano, 1994; Aguirre e Ibrahim, 1999).

En esta óptica, investigaciones realizadas en el marco de la agroecología han demostrado que lo ecológico es benéfico para la sostenibilidad del agroecosistema destinado a sistemas de producción ganadera, resaltando el hecho de que los potreros destinados para ganadería que involucran diferentes arreglos forestales con especies arbóreas y arbustivas, en los cuales se minimiza el uso de insecticidas químicos, son una alternativa interesante para la regulación natural de poblaciones de insectos plaga. En una investigación llevada a cabo por Galindo *et al.*, 2006, con apoyo de la CARDER (Corporación Autónoma Regional de Risaralda), en fincas de lechería especializada (Santa Rosa de Cabal –Risaralda) donde se han implementado cercas vivas, se encontró que en las cercas vivas con árboles nativos y forestales, la abundancia de escarabajos representa el 84% y en cercas muertas sólo el 16%. Al relacionar la abundancia de escarabajos estercoleros y moscas hematófagas en diferentes paisajes ganaderos, se encontró que en arreglos con cercas muertas la abundancia de moscas es mayor y los escarabajos se encuentran en menor proporción, mientras que en aquellos con cercas vivas, los escarabajos se incrementan y la abundancia de moscas desciende hasta en un 50%.

Al analizar la frecuencia de baños y la abundancia de escarabajos estercoleros y moscas en las fincas, se encontró que las fincas ganaderas con mayor población de moscas, en las cuales la presencia de escarabajos estercoleros fue escasa o nula, tuvieron mayores egresos representados en la compra de insumos y mano de obra para el control químico (cipermetrinas) de estos insectos. En estas fincas los baños para el ganado se realizan cada 15-30 días. En las fincas con cercas vivas y mayor abundancia de escarabajos, donde

probablemente se presenta una regulación natural de la población de moscas, el baño del ganado se lleva a cabo cada 3 meses y la compra de insumos químicos disminuye, lo cual representa menores costos para el productor (Giraldo *et al*., 2009).

Los sistemas silvopastoriles estimulan la fauna benéfica del suelo como lombrices, escarabajos estercoleros, hormigas, colémbolos, gusanos ciempiés y milpiés, entre otros organismos que degradan rápidamente el estiércol bovino, airean y descompactan el suelo e incrementan la fertilidad de las pasturas por la incorporación constante de nutrientes (Martínez y Lumaret, 2006; Giraldo, 2007).

En los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) con alta densidad del arbusto *Leucaena leucocephala*, una rotación con carga instantánea y largos periodos de descanso, se observa el estiércol removido sólo 10 días después de la salida del ganado. Este estiércol se incorpora al suelo antes de iniciar el siguiente pastoreo (36-42 días), de tal forma que cuando el ganado ingresa, encuentra la pastura libre de estiércol. En cambio, en las pasturas mejoradas (PM) sin árboles, las boñigas o bostas permanecen expuestas durante más de 45 días y, con frecuencia, 28 a 30 días después, el ganado encuentra estiércol reseco del pastoreo anterior, lo cual reduce el área de pastos e incrementa los problemas de moscas y ectoparásitos (Giraldo y Chará, 2008).

En los sistemas silvopastoriles intensivos se presenta una significativa regulación natural de la mosca de los cuernos *Haematobia irritans*. Los resultados de la investigación de Giraldo y Chará (2008), demuestran que en las fincas ganaderas con sistemas silvopastoriles de la cuenca media del río La Vieja (Quindío y Valle del Cauca), se encuentran diferentes grupos de organismos asociados al estiércol, que participan por tres vías diferentes en el control biológico de la mosca:

Escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae y Aphodinae), fuertes competidores por recurso y espacio.

Escarabajos estafilínidos e hidrofílidos (Coleoptera: Staphylinidae e Hidrophylidae), depredadores de huevos y larvas de moscas.

Trabajos realizados por Galindo *et al.* (2006) en caracterización y evaluación de experiencias en reconversión ganadera en el municipio de Santa Rosa de Cabal en la Mosca hematófaga del ganado *Haematobia irritans* en Ganadería lechera de trópico alto (1900-3200m) y con cercas vivas *Alnus acuminata, Montanoa quadrangularis* y *Eucalyptus grandi*s hubo una reducción en la frecuencia de baños mosquicidas en 84%.

En Ganadería doble propósito de la zona andina (1200-1300m) con sistemas silvopastoriles intensivos existió un incremento de insectos controladores: depredadores, descomponedores y parasitoides hasta un 67%.

3.2 Reseña Teórica de los Factores Objeto de Investigación

3.2.1 Sistemas de Producción Bovina

La ganadería colombiana está caracterizada por ser una actividad extensiva-extractiva, con bajos niveles de inversión y un deficiente desarrollo de acciones administrativas que la promuevan empresarialmente en un mercado globalizado, que es altamente competitivo. El silvopastoreo, los sistemas de conservación de forrajes y el uso de bloques multinutricionales, constituyen estrategias que pueden generar importantes avances en los aspectos productivo y ambiental, enmarcados en las exigencias de los mercados globalizados (Mahecha *et al*., 2002).

3.2.1.1 Sistemas Tradicional o Extensivo

El modelo tradicional de producción ganadera que se viene utilizando en Colombia se caracteriza por el uso generalizado de potreros limpios de malezas, no arborizados y sin cercas vivas, y por el uso de pastoreo continuo a baja altura (Bernal, 2003).

El Sistema de pastoreo extensivo tradicional se caracteriza por la incorporación de prácticas culturales de manejo, tanto de la pradera como de los animales, dirigidas a preservar y, a veces, potenciar las capacidades productivas del agroecosistema ganadero; la base fundamental de la producción es la pradera natural o introducida de baja productividad. Los indicadores de desarrollo social de estas regiones reflejan condiciones de aguda pobreza asociada a la concentración de los recursos productivos y los ingresos o a la precaria presencia del Estado (Arias *et al.,* 1990; Gómez 1993, Balcázar, 1994).

En este tipo de sistema de producción ganadera la alimentación del ganado depende exclusivamente de la pradera, la cual con un buen manejo de pastoreo y una adecuada fertilización pueden alcanzar niveles productivos que satisfagan las necesidades nutricionales de los animales de tal manera que estos tengan niveles de producción competentes. Boyazoglu (1998) establece que los sistemas extensivos de producción animal comparten tradicionalmente características comunes como:

- Número limitado de animales por unidad de superficie
- Uso limitado o nulo de los avances tecnológicos
- Baja productividad por animal o por hectárea
- Alimentación basada principalmente en pasto natural

En cuanto al sistema extractivo está basado en la capacidad productiva del medio natural para generar biomasa, con mínima influencia humana sobre estos procesos. Este tipo de ganadería se desarrolla en regiones apartadas de los Llanos Orientales, caracterizadas por la pobreza del suelo, praderas naturales que soportan cargas muy bajas y variables, con alta dependencia del régimen climático y de los recursos disponibles (Arias *et al*., 1990).

Según FEDEGAN (2006), en el departamento del Meta para las áreas destinadas al desarrollo de actividad pecuaria se puede establecer que de las 4.636.403 hectáreas, el 96% corresponde a pastos naturales y mejorados (4.443.430), donde se incluyen las sabanas naturales; el 4% restante corresponden a malezas y rastrojos usados en ganadería tradicional. Esta área da el sostenimiento a 1.682.984 bovinos, de los cuales 1.545.932 son de ganadería de carne.

3.2.1.2 Sistemas Silvopastoriles

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las especies leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996), tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema en el largo plazo (Somarriba, 1992).

Para que se den las interacciones, no necesariamente todos los componentes deben compartir el mismo espacio; así por ejemplo, aún se puede hablar de sistema silvopastoril cuando se tienen leñosas perennes sembradas en áreas de ladera y manejadas bajo un esquema de corte, en el cual el follaje cosechado es ofrecido a animales estabulados, pero será la interacción más intensa si es que las excretas de los animales son utilizadas para fertilizar las áreas donde crecen las especies arbóreas o arbustivas (Franco, 2008).

De la definición anterior queda claro que no sólo son sistemas silvopastoriles aquellos en los que las leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio para los animales, sino que las interacciones de las leñosas perennes con los animales y los otros componentes del sistema pueden manifestarse de maneras diversas. En dicho sistema las leñosas perennes no sólo producen follaje o frutos para los animales, sino que les pueden proveer sombra para contrarrestar el estrés calórico. También puede haber una interacción indirecta, a través de las especies herbáceas (pasto), pues por medio de sus sistemas radicales generalmente profundos, las leñosas perennes son capaces de explorar perfiles más profundos del suelo y "bombear los nutrientes" para hacerlos eventualmente disponibles a los pastos a través de la mineralización de las hojas, ramas y raíces superficiales del árbol que alcanzan la fase de senescencia (Belsky *et al.*, 1993).

Las leñosas perennes que forman parte de los sistemas silvopastoriles son especies multipropósito, ya que las mismas pueden cumplir diversas funciones dentro del sistema (Pezo *et al*., 1990; Preston y Murgueitio, 1992), a saber:

- Producen frutos y madera.
- Proveen de follajes ricos en proteína, minerales y vitaminas para la alimentación animal.
- Proveen de sombra, creando un microclima bajo su copa. Muchas de ellas son capaces de fijar nitrógeno (N_2) atmosférico.
- Varias de ellas poseen sistemas radicales profundos que les permiten absorber nutrientes de sectores del perfil del suelo generalmente no explorados por las especies herbáceas, además que les da una mayor habilidad para tolerar la sequía.
- Se pueden utilizar para diversos propósitos (cercas, cortinas rompevientos, soporte o guía de cultivos volubles sembrados en asocio)
- Son buenos reservorios de $C0_2$ y constituyen una fuente renovable de energía.
- Protegen el suelo contra la erosión y estimulan el reciclaje de nutrientes.

3.2.1.3 Sistemas Silvopastoriles (SSP) y Control de Parásitos

En la medida en que se recuperan las funciones ecológicas de la biodiversidad, tales como el reciclaje de nutrientes y el control biológico, el productor ganadero obtiene beneficios económicos reales, representados en la reducción del uso de fertilizantes e insecticidas químicos. La producción forrajera, base de la ganadería, depende del reciclaje de la materia orgánica, en particular del estiércol. Al aumentar la carga animal por mejores prácticas de rotación y renovación de praderas, se incrementa la cantidad de estiércol depositado en el suelo. Si el excedente se queda sin desintegrar por el uso excesivo de fármacos y agroquímicos, se pierden áreas de pastoreo (Murgueitio y Giraldo, 2009).

Los sistemas silvopastoriles estimulan la fauna benéfica del suelo como lombrices, escarabajos estercoleros, hormigas, colémbolos, gusanos ciempiés y milpiés, entre otros organismos que degradan rápidamente el estiércol bovino, airean y descompactan el suelo e incrementan la fertilidad de las pasturas por la incorporación constante de nutrientes (Martínez y Lumaret, 2006; Giraldo, 2007).

Los sistemas silvopastoriles han desarrollado mucho interés para el mejoramiento en el bienestar de los animales en pastoreo debido a la reducción de parásitos y vectores de enfermedades (Soca *et al*., 2002). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), producen forraje durante todo el año, aún en zonas de sequía prolongada e invierno fuerte. Esta disponibilidad de alimento hace que el ganado adquiera mayor resistencia frente a parásitos internos y externos porque mejora la nutrición y la respuesta inmune. Adicionalmente, la fauna asociada al sistema, también regula eficientemente las poblaciones de insectos vectores y esto hace que se reduzca la incidencia de ectoparásitos y la transmisión de enfermedades (Murgueitio y Giraldo, 2009).

3.2.3.4 Sistemas silvopastoriles en la producción animal

La utilización eficiente de la sombra así como la mayor persistencia y un manejo más sencillo (Simón, 2005); constituyen las fortalezas de estos sistemas, lo cual resulta, una opción tecnológica de grandes perspectivas para las condiciones tropicales. Los resultados logrados en términos de comportamiento animal lo reafirman, principalmente los obtenidos durante la temporada seca (la de mayor escasez de pastos) en la producción de leche, carne y hembras en desarrollo de la especie bovina (Iglesias *et al.*, 2006).

Martín *et al., (*2000), caracterizan a los sistemas silvopastoriles y distinguen peculiaridades como son; el componente plantas herbáceas que se destacan básicamente a las gramíneas y las leguminosas arbustivas, especies que conforman la dieta de los rumiantes y de donde obtienen la mayor parte de sus requerimientos.

3.3 Moscas de importancia veterinaria

Las moscas de importancia veterinaria incluyen las picadoras, también conocidas como hematófagas y las causantes de gusaneras. Los muscidos son dípteros (insectos con dos alas) de un tamaño superior a 3 mm que poseen la capacidad de ingerir sangre o fluidos biológicos

de los animales, para lo cual han desarrollado unas piezas bucales con capacidad de penetrar la piel del animal. (Wall y Shearer, 1997).

Dentro de las especies de Muscidae (Diptera) las más comunes están: la "Mosca de Establo" *Stomoxys calcitrans*, y la "Mosca de los Cuernos" *Haematobia irritans* que se consideran de mayor importancia veterinaria, dada su capacidad hematófaga. La "Mosca casera" *Musca domestica*, se considera también dentro de este grupo, bastante molesta por su alta capacidad reproductiva en condiciones de las explotaciones pecuarias y por su capacidad de contaminar fuentes de agua y alimento, aunque no posee piezas bucales adecuadas para succionar sangre. Los tábanos aunque de familia diferente (Tabanidae), se caracterizan por su gran tamaño y robustez, poseen fuertes piezas bucales que producen picaduras muy dolorosas. Los mosquitos, zancudos y jejenes son dípteros hematófagos poco considerados en el manejo de la industria ganadera, por lo que no se consideran una molestia; pero estos insectos pueden ser importantes transmisores de enfermedades en humanos y producen molestias en épocas de alta infestación (Byford *et al.*, 1992).

3.4 Ciclo de vida y biología general de los muscidos

Mosca es el nombre genérico de un extenso grupo de especies de insectos pertenecientes al orden de los dípteros (Díptera). Este orden incluye animales tan conocidos como las moscas, mosquitos y los tábanos. Se han descrito 120.000 especies pero se calculan más de 240.000. Así pues, una de cada diez especies animales reconocidas por la ciencia es una díptero, y existen muchas más especies distintas de dípteros que de vertebrados (Lima *et al.*, 2003). Las moscas poseen un cuerpo con cabeza, tórax y abdomen, dos alas, ojos compuestos por cientos de facetas sensibles a la luz individualmente, y piezas bucales adaptadas para succionar, lamer o perforar. Con un ciclo de vida holometábolo, compuesto de cuatro estados: el huevo, la larva, pupa, y el adulto (Hoell, 1998).

Las larvas y las pupas son los estadios preimaginales ("que preceden al imago"). Las larvas son muy distintas del adulto, tanto por lo que refiere a su anatomía como a su ecología. Mudan varias veces para crecer. El paso de larva a adulto requiere una serie de cambios drásticos que ocurren durante la fase de pupa, que es un estadio inmóvil intermedio entre larva e imago. Estos cambios incluyen la diferenciación de los tejidos y órganos del adulto; los adultos no mudan (excepto el preimago de los efemerópteros). Los dípteros (Diptera) son un orden de insectos caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas (Borror *et al*., 1976).

3.5 Moscas picadoras

Las moscas que afectan al ganado corresponden al orden Diptera, familia Muscidae; en ellas se distinguen las que se alimentan de sangre (picadoras) y las que no, y corresponden a más de 4.000 especies. Aunque los más pequeños, es decir, mosquitos y jejenes son importantes en cuanto a transmisión de enfermedades, incluidas las zoonosis, en esta revisión sólo se hará énfasis en las moscas que son más notorias para el productor por su obvia presencia, es decir las que son fácilmente visibles sobre el ganado. En Colombia, se destacan las siguientes especies de moscas (Benavides, 2006):

• La mosca común, *Musca domestica*, aunque es una molestia en las fincas no es hematófaga, pero se multiplica en basuras y su presencia es indicativa de mal manejo de residuos en la finca.

• La mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*, produce picaduras muy dolorosas y se multiplica en material vegetal descompuesto contaminado con excretas animales. Su presencia indica deficiencias en el manejo ambiental de residuos vegetales.

• La mosca de los cuernos, *Haematobia irritans;* el umbral económico para esta mosca es alto superando las 100 moscas por animal, se multiplica en las plastas de boñiga bovina en la pradera y sus niveles dependen de fluctuaciones climáticas.

•Los tábanos, grupo extenso de moscas hematófagas grandes pertenecientes a la familia Tabanidae, tienen fases larvarias que viven en pantanos y los adultos son robustos. Su presencia depende de hábitats favorables.

3.6 Identificación de las principales moscas picadoras

Entre las características que se han tenido en cuenta para la identificación de las especies de *H. irritans*, es su tamaño pequeño; palpos maxilares gruesos y tan largos como la probosis. Su aparato succionador es demasiado grande para el tamaño de su cuerpo; dicho aparato tiene el aspecto de un estilete, ubicado en la parte de adelante de la cabeza. La *H. irritans* o mosca de los cuernos, es pequeña (3 a 4 mm) y se caracteriza, además de su aparato bucal desarrollado de tipo picador por tener palpo y maxilares grandes, gruesos y tan largos como la probosis. En el ala su cuarta nervadura esta ligeramente curvada hacia la tercera nervadura, pero no se unen distalmente (Figura 1).

Figura 1. Características morfológicas para mosca *Haematobia irritans*
Fuente: Cassalett, 1996. Estudios de Distribución y dinámica de especies de dípteros

La S*tomoxys calcitrans* o mosca de los establos es de tamaño mediano (4 a 5mm). Con probosis desarrollada en forma de bayoneta, palpos maxilares muy cortos (la mitad de largos de la probosis) y en el ala la cuarta nervadura presenta una curvatura distal en dirección a la tercera nervadura, aunque no se unen sus extremos (Figura 2).

.

Figura 2. Características morfológicas para mosca *Stomoxys calcitrans*
Fuente: Cassalett, 1996. Estudios de Distribución y dinámica de especies de dípteros.

La mosca doméstica (Figura 3) tiene un tamaño que varía entre 5,8 hasta 7,5 mm, y en el ala presenta la cuarta nervadura que se encurva ostensiblemente sobre la tercera nervadura, pegándose a esta distalmente (Cassalett, 1995).

Figura 3. Características morfológicas para *Musca domestica*
Fuente: Cassalett, 1996. Estudios de Distribución y dinámica de especies de dípteros.

3.7 Diferencias entre las moscas *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*

En la tabla 1 se observa algunas de las diferencias morfológicas y biológicas de las principales moscas hematófagas de bovinos que causan graves perjuicios económicos en los diferentes sistemas de explotación bovina.

Tabla 1. Diferencias Morfológicas y biológicas entre *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*

Denominación	Mosca de los Cuernos (*Haematobia irritans*)	Mosca de los Establos (*Stomoxys calcitrans*)
Posición sobre el hospedador	Siempre apoyada con la cabeza en dirección al suelo.	Cualquier posición
Parte del hospedador en donde se ubica	Principalmente en la región de la paleta, cuello, giba, región dorso-lumbar	Vientre y patas
Alimentación	Sangre (hematófaga)	Sangre (hematófaga)
Especies animales más afectadas	Principalmente bovinos, ocasionalmente equinos, caninos y ovinos.	Principalmente equino, ocasionalmente todos los animales domésticos
Tamaño	2 a 3 mm	5 a 6 mm
Comportamiento	Se alimenta varias veces al día, puede permanecer día y noche sobre el animal	Son más activas por la mañana y la tarde

Fuente: Drugueri, 2004

3.8 La mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*

La *Stomoxys calcitrans* o mosca brava, es un díptero cuya morfología general y tamaño son muy similares a los de la mosca doméstica pero se distingue fácilmente de esta por el prominente aparato bucal (prosbócide) adaptado para la hematofagia. Al igual que la *Haematobia irritans*, ambos sexos se alimentan de sangre pero *Stomoxys* no es tan selectiva y su rango de hospedadores comunes incluyen también a equinos, porcinos, caninos y otros mamíferos (Anziani, 2010).

Son moscas robustas que pueden volar hasta dos kilómetros en búsqueda del hospedero, pueden atacar al ganado, equinos y al hombre; no suelen permanecer mucho tiempo sobre los animales; una vez obtenido su alimento (tanto hembras como machos toman sangre) la mosca busca sitios de reposo, generalmente las paredes de los establos y otras superficies planas. Para la postura esta especie prefiere material vegetal en descomposición, preferiblemente contaminado con orina o materia fecal. Es por esto que se observan explosiones poblacionales

de esta mosca, asociadas a la presencia de substratos que el hombre le provee; residuos de ensilajes y henos usados como camas (Anziani *et al.,* 1995).

Las moscas del establo *(Stomoxys calcitrans*) o moscas bravas son parásitos del ganado muy extendidos en todo el mundo. Son muy comunes en explotaciones de bovinos (sobre todo lecheras y de engorde), en establos porcinos y aviares, pero atacan a cualquier animal de sangre caliente (mulas, caballos, ovejas, perros, gatos, pollos, etc.) incluido el hombre (Campbell *et al.,* 1993). Este ectoparásito se presenta en todo el mundo y tiene un fuerte impacto económico en la producción ganadera debido a que causa reducción en la ganancia de peso y en la producción de leche.

Los hábitos de alimentación de la mosca brava sobre los bovinos producen severas formas de irritación y stress que resultan en pérdidas económicas por disminución en la ganancia de peso y en la eficiencia en la conversión del alimento. Cuando son atacados por la mosca brava, los bovinos reaccionan con patadas, movimientos de la cola y de la cabeza intentando proteger sus patas delanteras y flancos que son el sitio preferido de alimentación (Anziani, 2010).

3.8.1 Ciclo de vida de *Stomoxys calcitrans*

Las moscas adultas alcanzan 5 a 7 mm de largo. Se las encuentra sobre todo en las patas, en los flancos y en el lomo de las reses. Machos y hembras chupan sangre 2 o 3 veces al día, cada vez durante unos cinco minutos. Cuando no están chupando sangre suelen descansar fuera del hospedador, posadas en las paredes u objetos próximos a los hospedadores, o "tomando el sol" en épocas más frías. Las moscas adultas pueden volar distancias de hasta 40 kilómetros (Junquera, 2007).

El máximo estacional tiene lugar en primavera y verano, pero puede haber adultos durante todo el año. El ciclo vital dura de 25 a 40 días. Cada hembra pone unos 600 huevos en paquetes de 25 a 100 sobre materiales orgánicos en descomposición, que pueden ser de origen vegetal: balas de paja en descomposición, pozos de ensilaje, estiércol de caballo o vaca mezclado con paja y orina, rara vez en excremento puro (Junquera, 2007). Puede poner hasta

600 huevos en toda su vida y tarda hasta 72 horas para que ellos eclosionen unas pequeñas larvas blancas. Estas van a internarse en el material orgánico, que les sirve de sustrato, buscando la capa más seca que les va a servir para transformarse en pupas a las cuales les toma 6 días más para llegar a ser adultos. A las pocas horas de haber nacido, las hembras comienzan a alimentarse y un día después copulan; 4-5 días después empiezan a depositar los huevos (Campbell y Duane 2006).

3.8.2 Importancia económica y Umbral de daño de la mosca del establo

Poblaciones de cinco moscas por pata delantera (contadas sobre la superficie externa de una y la interna de la otra) constituyen el nivel de daño en el cual comienzan a producirse disminuciones en la ganancia de peso debido a los cambios en el comportamiento de los bovinos (Anziani, 2010). Las moscas del establo causan daños económicos substanciales. Son las más perjudiciales para las explotaciones bovinas lecheras y de carne en todo el mundo. La producción lechera puede bajar hasta el 60%. El umbral de daño económico se ha establecido en unas 25 moscas por animal. Infestaciones de unas 50 moscas por ternero disminuyen los incrementos de peso en hasta 1 kg diario (Junquera, 2007).

Como vectores de patógenos bovinos, si bien su importancia es menor que los tábanos, *Stomoxys calcitrans* puede transmitir anaplasmosis en forma mecánica. En menor medida, también han sido involucrados como potenciales transmisores mecánicos de carbunclo y de los virus de la diarrea viral y la leucosis bovina. Como sus picaduras son muy dolorosas, los bovinos inmediatamente tratan de liberarse de las moscas por lo que estas requieren volar hacia otros animales cercanos para completar la repleción de su aparato digestivo permitiendo de esta manera la transmisión mecánica de patógenos (Anziani, 2010). Dado que visitan a muchos hospedadores diferentes, pueden actuar como vectores mecánicos de enfermedades virales y bacterianas.

3.8.3 Control de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans*

El control de la mosca del establo se realiza principalmente por medio del uso de insecticidas químicos que actúan sobre los estados adultos, y también con medidas de manejo sanitario. No obstante, las estrategias de control se pueden complicar y ser poco efectivas debido a que *Stomoxys calcitrans* posee un comportamiento biológico diversificado que le permite utilizar sitios alternativos de reproducción, movimientos de migración y el uso de múltiples huéspedes incluido el hombre (Foil y Hogsette, 1994).

A diferencia de la mosca de los cuernos que permanece sobre los bovinos constantemente, la mosca brava toma contacto con estos solo tres o cuatro veces por día para alimentarse y luego permanece en el ambiente sobre la vegetación o estructuras cercanas. En este contexto, la aplicación de químicos sobre los animales produce un ligero contacto entre insecticida e insecto lo cual sumado a la gran movilidad de este díptero y a su baja especificidad de hospedadores resulta generalmente insuficiente para su control (Anziani, 2010).

Esto hace que el contacto con los mosquicidas sea a menudo fugaz e insuficiente para matar a las moscas. Además, en el ganado bovino, las patas de las reses que son uno de sus lugares preferidos para picar son la parte del cuerpo donde menos duran los mosquicidas aplicados: porque las reses entran en el agua (pozos y ríos) y pierden más rápido el producto, o porque la hierba de los pastos lo elimina por abrasión. Pero de ordinario no presentan problemas de resistencia. Las moscas del establo se pueden controlar en parte con la mayoría de los productos que se emplean para controlar a las moscas de los cuernos sobre el animal, especialmente los que contienen piretroides. Sin embargo, las patas, lugar donde las moscas del establo suelen atacar más frecuentemente, no quedan bien protegidas por las orejeras y los pour-ons, y con frecuencia los mosquicidas allí aplicados se pierden (Junquera, 2007).

Dado que las moscas del establo permanecen la mayoría del tiempo posadas en las paredes de edificios circundantes (establos, graneros, galpones, etc.), la aspersión de estas superficies con insecticidas de contacto suele ser bastante eficaz (Junquera, 2007).

Para poder sobrevivir a la constante presión de los insectos, el ser humano ha recurrido a los insecticidas químicos, estos se han aplicado indiscriminadamente sobre el ganado y zonas

aledañas para reducir temporalmente la población de insectos, lo cual ha generado en los sobrevivientes mecanismos de resistencia y contaminación ambiental (Parrodi y Martinez, 2002).

Se ha estudiado la posibilidad de controlar a la mosca del establo haciendo uso de sus enemigos naturales**.** *Spalangia* spp. y otros himenópteros que ponen huevos en las pupas de las moscas han sido identificados como los más eficaces. Se han obtenido resultados aceptables en explotaciones avícolas confinadas. Sin embargo, hasta la fecha los resultados han sido decepcionantes en explotaciones bovinas. Tal vez porque estos enemigos naturales ponen asimismo sus huevos en otras especies, lo que diluye su eficacia contra las moscas del establo (Petersen y Greene, 1989).

Cualquier alternativa racional de control debe basarse en la eliminación de los lugares de cría (huevos-larvas y pupas) los cuales están constituidos por cualquier materia orgánica que permanezca húmeda (los restos de heno, granos, alimentos balanceados y silos que se mezclan con orina y heces) son los sitios preferidos por la mosca brava para la ovoposición. Los rollos, cuando permanecen por tiempo prolongado sobre las pasturas o cuando son colocados en callejones y corrales también constituyen lugares productivos para la cría de este insecto y muy especialmente cuando son depositados en los mismos lugares (Anziani, 2010).

3.9 Mosca de los Cuernos *Haematobia irritans*

3.9.1 Características Morfológicas

Son moscas pequeñas de aproximadamente 4.5-5.5 mm. de largo, de cuerpo angosto y de color oscuro a negro (Artigas, 1994). Posee una cabeza con gran movilidad y de tamaño relativamente grande, ocupada en su mayor parte por dos ojos compuestos. Además, posee un par de antenas situadas en una depresión cefálica y un aparato bucal conformado por una probóscide de varias partes transformadas en un órgano perforante y succionador de sangre (Cicchino *et al.,* 1983). En la *H. irritans* el palpo ocupa 2/3 partes de la longitud de la

probóscide y la arista antenal tiene vellos largos y abiertos en forma de abanico. La vena posterior transversal del ala es casi recta (Cassalett, 1996).

La *H. Irritans* es de color carbón grisáceo con dos bandas oscuras sobre el tórax y un par de manchas difusas en la parte del abdomen; sus alas están parcialmente abiertas formando una V. Mide alrededor de 5mm, lo que equivale a la mitad o las dos terceras partes del tamaño de las moscas de los establos. Su aparato succionador es demasiado grande para el tamaño de su cuerpo, el cual tiene el aspecto de un estilete, ubicado en la parte de adelante de la cabeza (Artigas, 1994).

La larva: En su periodo de crecimiento se subdivide en tres estados: Las larvas de primer estado son delgadas siendo más anchas en la parte posterior adelgazándose paulatinamente hacia el extremo anterior. Está compuesta por 12 segmentos bien manifiestos; en la parte media la larva mide 1,5 mm x 0,25 mm. Luego de 10 a 12 horas, muda al segundo estado larval (Abrahamovich *et al.*, 1994).

El segundo estado larval es semejante al primero pero más grande. En este período permanece durante 18 a 20 horas. El tercer estado es aún mayor de 7 mm x 1 mm. En este estado permanece 24 horas, son de color amarillo y además tienen dos angostas separaciones en forma de " D " (formando agujeros respiratorios llamados "espiráculos" ubicados en el final del último segmento. Cada espiráculo está delimitado por una delgada banda oscura, con tres " S "). Estos agujeros respiratorios, forman un corte largo demarcando un botón ubicado hacia el interior (Kuramochi, 2000).

La pupa: En cambio la pupa es de color rojo marrón, con apariencia de un barril. Mide aproximadamente 3,3 mm x 1,4 mm. Bajo condiciones favorables de humedad (80% a 99%) y de temperatura (26º C a 30º C), el estado pupal dura 5 días aproximadamente. Abrahamovich *et al*., (1994), indican que las pupas se separan sin dificultad de la materia orgánica de la bosta y que el proceso de desarrollo y maduración de las pupas es continuo y se puede subdividir en 10 fases morfológicamente diferenciables.

3.9.2 Ciclo Biológico

Las moscas adultas de *H. irritans* viven entre 4 a 8 semanas y se aparean sobre el hospedador entre las 24 y 48 horas luego de haber nacido. Las hembras sólo abandonan a los bovinos para efectuar la ovoposición a partir del tercer día de vida (Harris *et al.*, 1968; Abrahamovich *et al.*, 1994).

La mosca de los cuernos se caracteriza por tener un ciclo biológico rápido, que depende de la temperatura ambiente, la humedad y la calidad de la boñiga. Durante el invierno o las temporadas de sequía el ciclo biológico tiende a alargarse (periodo diapausa). En estos casos el intervalo entre generaciones puede prolongarse hasta un mes. Sin embargo, tan pronto como las condiciones sean favorables por el aumento de la temperatura y la humedad, el intervalo se reduce de 7 a 10 días (SENASA, 1992).

La mosca de los cuernos *(Haematobia irritans*) es un díptero que parasita a los bovinos en pastoreo, alimentándose de la sangre y desarrollando las fases larvales y pupas en la materia fecal de estos (Figura 4). El tamaño de los adultos es de aproximadamente la mitad de la mosca doméstica, ambos sexos son hematófagos y permanecen constantemente sobre los bovinos al cual abandonan solamente para colocar los huevos en la materia fecal fresca (Anziani, 2010).

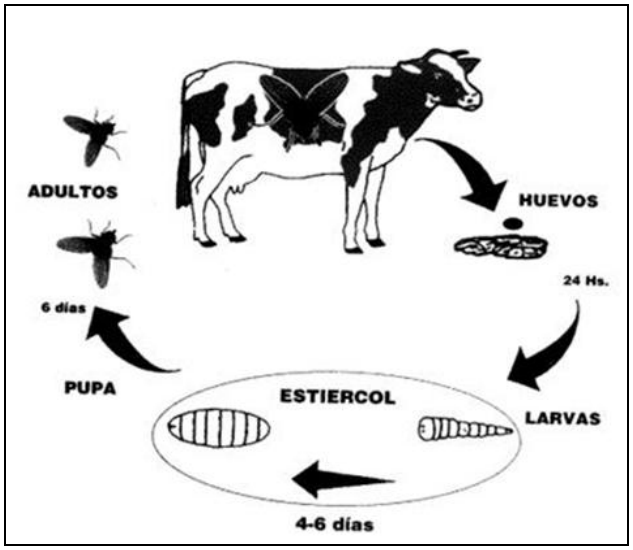


Figura 4. Ciclo Biológico de la Mosca *Haematobia irritans*
Fuente: SENASA, 1992

Cópula**:** Esta se observa en el segundo o el tercer día después de la emergencia de la pupa. Generalmente sucede en el mismo animal parasitado, en particular en las partes más altas del cuerpo, pero se puede observar también sobre la vegetación cerca del huésped. El apareamiento dura de 30 segundos a 5 minutos (Harris *et al*., 1968).

Ovoposición**:** Se realiza entre el primer al quinto día; luego de que las hembras han sido fecundadas depositan sus huevos exclusivamente en la materia fecal fresca del animal. Sanders y Dobson (1969), señalan que la mayoría de las moscas grávidas ovipositan inmediatamente seguida la defecación del animal. Algunas moscas pueden ovopositar luego de algunos minutos de la defecación, pero ninguna más allá de los 10 minutos. Cuando la materia fecal es grande y se rompen las costras externas, puede observarse que algunas moscas se posan y ovipositan en la materia fecal de 12 a 24 hs. Comúnmente las moscas permanecen sobre las heces de 6-8 minutos depositando uno o varios huevos durante el día y en muy raras ocasiones durante la noche.

El Huevo**:** La postura ocurre en áreas laterales de la materia fecal, evitando los efectos desfavorables de la luz solar y de las altas temperaturas. Los huevos son depositados individualmente, pudiendo realizar 15 (quince) posturas diarias de aproximadamente 24 (veinticuatro) huevos, dando un total de alrededor de 360 a 400 huevos durante su vida; para transformarse en larva tarda 24 horas (Rodríguez, 1994). La viabilidad de los huevos es extremadamente alta, aproximadamente un 98%. En cambio cuando se encuentran en la superficie de las heces, la luz solar directa los afecta negativamente. Los huevos expuestos más de 4 horas a la luz solar directa, son afectados en su incubación y pierden capacidad de eclosión (Rodríguez, 1994).

La Larva**:** La larva recién nacida inmediatamente trata de localizar una hendidura o una grieta en las heces en busca de alimento y de resguardo. En la medida que la materia fecal se seca busca lugares más húmedos. Permanece en este estado durante aproximadamente 10 a 11 horas, después de las cuales muda al segundo estado larvario, éste muda al tercer estado después de 25 horas, pero generalmente permanece en el segundo durante 32 horas. En cambio el tercer estado larval se mantiene como tal durante 64 horas promedio. En este estado

las larvas son más resistentes a las bajas temperaturas que en los anteriores períodos larvales (Romano, 1992).

La Pupa: La larva madura posee una gran sensibilidad a las condiciones de humedad, por lo que generalmente selecciona un buen lugar para pupar. Puede hacerlo en la materia fecal o bien en el suelo debajo de la boñiga. Si el suelo es seco y duro, la pupa hallará la humedad necesaria en las heces y si es suelo húmedo, lo hará en la porción de tierra inmediatamente, debajo de la bosta. Bajo condiciones naturales de campo favorables, el período pupal dura 5 días en promedio. En este estado la mosca resiste a las bajas temperaturas; incluso, sobrevive los inviernos de los países europeos y de Norte América. Tanto las bajas temperaturas como la falta de humedad son perjudiciales para la pupa (Chile, 1994).

La mosca adulta: Los adultos recién salidos del estado pupal, deambulan sin rumbo hasta que se desarrolla completamente su capacidad olfativa. Al ocurrir esto buscan los lugares en donde se encuentra el ganado, pudiendo recorrer hasta 15 km (Romano 1994). Los adultos inmediatamente a la emergencia del estado pupal desarrollan sus alas y permanecen inmóviles. Luego agitan sus alas y se posan sobre el hospedador. La mosca puede vivir de 6 a 8 semanas. Durante el verano el 99% emerge entre las 3 y las 6 horas de la tarde; en primavera emergen durante todo el día incluso durante la noche.

Alimentación: La alimentación de la *H. irritans* es hematófaga (de la sangre del animal). Esta puede ingerir por día de 11 a 21 mg de sangre, debido a que pica al vacuno de 20 a 40 veces, en el día y la noche. La mosca pica de 10 a 25 minutos por cada vez. Se alimenta de cualquier parte del animal, pero tiene preferencia por los lugares donde no son alcanzadas por la cola o la cabeza del vacuno (especialmente líneas medias, como la barriga, giba, ubre, escroto, papada, cuello y orejas). La sangre es requerida para la producción de huevos (Prieto *et al*., 1994).

Se ha observado que *H. irritans* puede picar a los bovinos alrededor de 20 a 40 veces al día (Chile, 1994). Harris y Frazar (1970), indican que los machos consumen en promedio 12.1mg de sangre/mosca por día y las hembras 17.1 mg./mosca por día. La mosca de los cuernos pica

usualmente varias veces al día en forma corta y 1 a 2 veces en forma prolongada. Igualmente, describen que los machos pican en promedio 24 veces al día, mientras que las hembras lo hacen 38 veces y se alimentan durante 163 minutos en total, ingiriendo en promedio 14.6 mg de sangre (Harris *et al.*, 1974).

Ubicación sobre el animal: La mosca de los cuernos tiene la particularidad de vivir permanentemente sobre el vacuno, ubicados principalmente en la base de los cuernos, lomo, costillar, abdomen y región metacarpiana. Permanece sobre el mismo animal día y noche, abandonándolo solo unos instantes para depositar los huevos en la materia fecal. En las horas de mayor temperatura, la mosca suele ubicarse en la parte inferior del animal para protegerse del calor. Además este parásito al momento de elegir su hospedero, tiene predilección por los animales de pelaje oscuro (Rodríguez, 1994).

Hábitos de la mosca: La *H. irritans* permanece sobre el animal día y noche y acompañan a estos cuando se trasladan. Las moscas son muy activas; frecuentemente realizan vuelos rápidos y cortos de una a otra parte del animal en forma de "nube", también al suelo y regresando al mismo animal o para pasar de un animal a otro. Esta no es una gran voladora, es dubitativa cuando debe realizar vuelos prolongados (Rodríguez, 1994).

3.9.3 Aspectos epidemiológicos y distribución de la mosca *Haematobia Irritans*

La Mosca de los Cuernos, *H. irritans*, es una mosca hematófaga que parásita principalmente los bovinos; las moscas adultas de ambos sexos parasitan al hospedero día y noche alimentándose de 20 hasta 38 veces al día consumiendo cuatro o cinco veces su peso en sangre (Williams *et al*., 1985). Esta mosca permanece casi toda su vida sobre el bovino, abandonándolo en forma temporal, volando desde el animal hacia el estiércol para depositar allí sus huevos y volver nuevamente al animal (Kunz *et al*., 1970); al existir temperatura y humedad adecuadas, su ciclo de vida dura de 10 a 14 días.

Cuando las temperaturas bajan, el ciclo se alarga hasta un mes. Al día de haber sido puestos los huevos, nacen larvas que se introducen en el interior del estiércol y luego de tres o cuatro

días y de varios estados larvarios, se transforman en pupas de las cuales seis días después nacen las moscas adultas, machos y hembras, las cuales a las pocas horas de haber nacido, empiezan a alimentarse. Un día después se aparean y luego de dos días las hembras comienzan su período de ovoposición.

Los adultos viven entre 6 y 8 semanas y en toda su vida pueden poner de 360 a 400 huevos. Sus lugares preferidos de ubicación sobre el animal están a nivel del lomo, cruz, paletas y porciones inferiores de los costillares. En épocas cálidas, o en épocas lluviosas, las moscas se agrupan en la porción inferior del vientre de los animales buscando protección. Sobre el cuerpo del bovino la mosca se ubica con su cabeza apoyada hacia abajo y con las alas ligeramente abiertas en forma de V (Lysyk, 1991).

3.9.4 Otras Características

Las migraciones**:** Se sabe que las moscas adultas pueden volar hasta 15 km de distancia y que pueden permanecer sin alimentarse de 18 o 26 horas, hasta encontrar el hospedero apropiado (Kunz *et al*., 1983).

Preferencias por el color: Dobson y Kutz (1970) y Rodríguez (1994), señalan que la mosca de los cuernos muestra preferencia por el ganado de piel oscura o con manchas oscuras. Análisis realizados por Schreiber y Campbell (1986), indican que un número significativamente mayor de moscas se observó en bovinos de caras blanco y negro.

Termo tolerancia: Es extremadamente sensible a los cambios de temperatura. Por debajo de los 20ºC sus movimientos son más lentos y a los 4ºC se inmovilizan, lo mismo sucede a 37ºC. Las temperaturas límites son entre 27ºC y 32ºC con porcentaje de humedad elevado. Las moscas tienen una especial sensibilidad por la temperatura; en los meses de bajas temperaturas se localizan sobre el dorso y en los meses de altas temperaturas se localizan bajo el vientre. Durante los meses de invierno tratan de permanecer en la base de los cuernos, debido a la mayor temperatura en esta zona que el resto del cuerpo y solo un pequeño porcentaje permanecen en la base de los cuernos en el verano. Prefieren los colores oscuros en

verano debido a que estos absorben más las radiaciones que los colores claros y consecuentemente la luz solar no ejerce efectos mortíferos sobre ellas. Morgan (1964), concluye que la temperatura es el principal factor que determina la presencia o ausencia de las moscas, las precipitaciones y la humedad ambiente su mayor o menor número.

Foto tolerancia: Existe un efecto nocivo de la luz sobre la mosca adulta y especialmente sobre los estados larvales; debido a estos es que la larva busca el alimento y se resguarda de la luz en las heces. La visión es el factor de orientación más importante de la mosca (SENASA, 1992).

Geotolernacia: Se observa tendencia permanente de la mosca a posarse con la cabeza hacia abajo, excepto cuando se encuentra sobre los planos horizontales (SENASA, 1992).

Quimiotaxias: Especialmente las moscas grávidas poseen una llamativa quimiotaxia por la materia fecal fresca, debido a su necesidad de ovopositar para perpetuar la especie, aunque en algunos casos también los machos insertan su probóscide en la materia fecal, posiblemente para alimentarse (Sereno y Sereno, 2000).

3.9.5 Importancia Económica de la mosca *Haematobia Irritans*

Los hábitos de alimentación de la mosca de los cuernos producen manifestaciones defensivas de los bovinos (como por ejemplo, movimientos bruscos y constantes de la cabeza y la cola, patadas) ocasionando estrés, irritación severa, pérdidas de energía y la disrupción del pastoreo que pueden causar disminución en la ganancia de peso o en la eficiencia en la conversión del alimento. Algunos bovinos presentan fenómenos alérgicos frente a la saliva de la mosca de los cuernos y en ocasiones el prurito y el rascado excesivo resultan en úlceras. Las dermatitis producidas también afectan la calidad de los cueros ocasionando pérdidas para la industria (Anziani, 2010).

Los perjuicios ocasionados por *H. irritans* se clasifican en primarios, como el malestar que produce la picadura y succión, impidiendo que el animal se alimente correctamente, y

secundarios que comprenden aquellas acciones por heridas auto infringidas por los animales al rascarse, vías de focos potenciales de miasis e infecciones bacterianas. Adicionalmente se produce pérdida de calidad de los cueros, ocasionada por el efecto de la picadura (Suárez *et al*., 1995).

El nivel o umbral de daño con el cual comienzan estas pérdidas económicas no está determinada con precisión y es motivo de controversias. No obstante, existe consenso para considerar que la disminución de la eficiencia productiva es de mayor importancia en animales altamente sensibles a cualquier tipo de estrés. Se utilizó con frecuencia al estudio de Haufe (1987), que afirma que los mayores perjuicios en bovinos en crecimiento ocurren cuando se supera una infestación promedio de 230 moscas por animal. Clymer (1995) y Barros (2007), establecieron que el umbral se encuentra en algún punto de infestaciones promedio de 50 a 300 moscas por bovino. Foil y Hogsette (1994), lo ubica en 150 moscas por animal. Mientras que Solari *et al.*, (2007), consideraron en su trabajo un umbral de 200 a 300 moscas por animal para tratamientos tácticos.

3.9.6 Fluctuación estacional y factores bióticos que favorecen el desarrollo de la mosca de los cuernos

La estacionalidad de *H. irritans* indican que, entre los paralelos 31° S y 31º N ocurre un pico poblacional a fin de la primavera-principio de verano y otro a fin de verano-mediados de otoño. Las temperaturas al inicio y al final de cada temporada de *H. irritans* aparentan ser el factor de mayor peso para incrementar y disminuir el número de moscas. Otras variables, como exceso de calor y lluvias no favorecen el desarrollo de esta mosca. Las moscas adultas permanecen la mayor parte del tiempo sobre los bovinos, alimentándose de su sangre varias veces por día. Las hembras depositan sus huevos en la materia fecal fresca de los bovinos y las larvas derivadas de ellas, pasan por tres estadios hasta convertirse en pupa (Barros *et al.*, 2002).

Investigaciones realizadas en Texas, muestran que en el sudeste de los Estados Unidos de América (EUA), los intervalos entre las generaciones pueden ocurrir en períodos menores a

dos semanas. Por otro lado, se ha demostrado que existen correlaciones entre los factores ambientales y las poblaciones de la mosca del cuerno. Esta plaga de pastoreo registra un rango óptimo de temperatura para su desarrollo de 10-38°C (Miller, 1986).

En trabajos desarrollados en Brasil Central (Honer *et al*., 1991) se observó que el proceso de desarrollo de las Moscas ocurre durante todo el año. Hay disminución del proceso en la época seca, sin embargo no hay interrupción.

La temperatura es el factor abiótico más importante en la regulación de la abundancia de *H. irritans* (Torres y Cicchino, 1996). El vuelo de esta mosca se correlaciona significativamente con la temperatura, siendo este un factor crucial para inicio y término de la temporada de vuelo, agregando que la pluviometría y la humedad relativa exhiben una pobre correlación con la estacionalidad de la especie (Guglielmone *et al*., 1997).

3.9.7 Control de la mosca de los cuernos

La permanencia constante de la mosca de los cuernos sobre los bovinos ha permitido el desarrollo de diversas alternativas químicas y métodos de aplicación (baños de inmersión y aspersión, inyectables, “pour on”, caravanas insecticidas y autoaplicadores) que controlan en forma eficiente a este insecto (Anziani, 2010).

El control químico consiste en el empleo de mosquicidas o insecticidas químicos basados en piretroides, avermectinas y fosforados entre otros. Un aspecto muy importante que debe ser utilizado como un punto favorable en el empleo del control químico es el hecho de que la mosca permanece 24 horas sobre el hospedador. Esta característica de la mosca del cuerno permitirá que un buen mosquicida cumpla la acción de repelencia y de eliminación del insecto adulto (Saueressing, 2006).

Sin embargo, la simple presencia de la mosca de los cuernos no implica la necesidad de realizar tratamientos insecticidas y los bovinos pueden tolerar cierto número de insectos sin

que se produzcan pérdidas productivas. Así, la primera de las alternativas que debería considerarse es la posibilidad de no tratar (Anziani, 2010).

En el caso de utilizar insecticidas se recomienda adoptar una actitud expectante y demorar la aplicación de los mismos hasta que se observen promedios de aproximadamente unas 100 moscas por lado de los bovinos o que estos muestren signos de marcada irritabilidad. Por otra parte e independientemente de razones económico-productivas, la instauración de los tratamientos específicos podría estar indicada en situaciones en las cuales el bienestar animal se encuentre comprometido (Aziani, 2010).

En Colombia, el control se basa en la aplicación de insecticidas sobre el ganado mediante métodos de aspersión o de inmersión, además del uso de orejeras insecticidas introducidos recientemente; esta estrategia de control no es sostenible por problemas de costo, desarrollo de resistencia a los insecticidas y residuos de pesticidas en carne y leche (Cilek y Knapp, 1986).

En el caso de mosca de los cuernos *H. irritans* el control químico reduce rápidamente los niveles, pero solo es recomendable cuando los niveles sobrepasan las 200 moscas por animal. Igualmente se emplean también orejeras impregnadas con insecticidas que tienen un efecto de 4 meses; sin embargo, la exposición prolongada de las moscas a este tipo de químicos puede generar la presencia de resistencia en el seno de estas poblaciones (Barros *et al*., 2001; Li *et al.*, 2007).

Los procedimientos utilizados para controlar esta plaga tienen vigencia desde hace muchas décadas y se basan en la integración de métodos culturales, biológicos y químicos, por cuanto en nuestros días este control se ha hecho más difícil Son los cambios y desarrollo de los programas de producción animal los que influyen a favor de una mayor proliferación de insectos: incremento de la población de animales, su confinamiento, acopio de materias primas para su nutrición, entre otras (Guglielmone *et al.*, 2000).

Un factor que ha aparecido con el uso de productos químicos y que es considerada como la principal limitante en su utilización, es la resistencia y esto ocurre en todas las áreas donde el ganado ha sido tratado constantemente con estos insecticidas; su presencia ha sido definida como el problema de mayor importancia para el control de las plagas, ya que torna parcial o totalmente ineficientes, los insecticidas hacia los cuales se manifiesta (Anziani, 2010).

3.9.8 Resistencia de la mosca *Haematobia irritans*

Resistencia a los pesticidas se define como la habilidad de una población de parásitos, para tolerar dosis de tóxicos que serían letales para la mayoría de individuos en una población normal (susceptible) de la misma especie (Stone, 1972). Este fenómeno es una habilidad fundamental de los seres vivos, para evolucionar en condiciones ambientales cambiantes con el fin de sobrevivir bajo nuevas circunstancias. La resistencia es una respuesta genético-evolutiva de las poblaciones de artrópodos expuestas a un estrés ambiental severo continuo, como lo son las aplicaciones frecuentes de un producto; en condiciones de una fuerte presión selectiva, el desarrollo de resistencia es un fenómeno ineludible (Conway y Comins, 1979). En el campo se sospecha la presencia de resistencia, cuando un producto que antes era útil para el control, ya no demuestra el mismo efecto, siempre y cuando se asegure que se está trabajando bajo óptimas condiciones de aplicación (Benavides, 2001).

3.9.9 Combinación de compuestos

El concepto de la rotación de pesticidas, se trata de la aplicación alternada en el tiempo de dos o más compuestos (moléculas), de modo que cada individuo de la población parasitaria es sólo expuesto a un compuesto a la vez, pero la población experimenta una exposición múltiple en el tiempo (Tabashnik, 1990; Roush, 1993).

El uso de mezclas o combinación de compuestos ha sido sugerido como estrategia para el manejo de la resistencia. Esto generalmente implica que dos productos sean aplicados de

forma conjunta y así los individuos de la población parasitaria son expuestos simultáneamente a más de un tóxico (Tabashnik, 1990).

El principio básico para que una mezcla sea útil, es que los dos productos no compartan el potencial de resistencia cruzada (Roush, 1993); es decir, que tengan modos de acción y metabolismo diferente. Se espera además que exista el efecto de sinergia o potenciación, o sea que el uso conjunto de los compuestos brinde mayor efecto que la simple adición del efecto de cada uno de los componentes (Kunz y Kemp, 1994).

3.9.10 Control alternativo de la mosca de los cuernos

De acuerdo a Geden (1992), el futuro del control de las plagas que afectan a los animales dependerá de la combinación racional de diferentes métodos de control que respeten el ecosistema y permitan una mayor rentabilidad en las explotaciones agropecuarias. El control integrado de plagas, constituye en el presente materia de permanente búsqueda e investigación con el fin de combatir a distintos múscidos que perjudican la producción pecuaria.

El control Biológico está basado en la utilización de enemigos naturales de la plaga que va a ser controlada. Encontrar una especie de enemigo natural es el mayor obstáculo para el éxito del control biológico, siendo muy difícil seleccionar enemigos naturales que bajen la población de la plaga a un nivel económico satisfactorio. Hasta el momento los cucarrones coprófagos son los enemigos naturales más viables (Saueressing, 2006).

Los cucarrones coprófagos y otros insectos benéficos destruyen las masas fecales tornando el ambiente desfavorable para el desarrollo de larvas de la mosca de los cuernos, además mejoran la productividad de los pastos a través de la incorporación de materia orgánica al suelo.

Las bostas en los potreros actúan como sitio de anidamiento de gran cantidad de parásitos intestinales y de moscas, generando problemas de sanidad en el sistema productivo. La presencia de escarabajos estercoleros disminuye los huevos o quistes de parásitos del ganado asociados a las bostas y generan competencia por los sitios de anidamiento de las moscas, particularmente *H. irritans*, produciendo una disminución considerable de estos insectos plaga en las praderas (Martínez y Lumaret, 2006; Galindo *et al*., 2006).

3.10 Ganancia de peso

Uno de los factores que afecta la producción de carne es la infestación masiva por moscas hematófagas de bovinos, esto viene dado básicamente por una menor entrada y una mayor salida energética en el sistema pradera-animal. Esto se traduce en disminucion en la ganancia de peso, disminución de la libido y mayor susceptibilidad a riesgos sanitarios (Velasco *et al.*, 2001). Una infestación mayor a 200 moscas por animal, puede producir una disminucion de ganancia de peso corporal en un rango que varía entre un 4 a 20% (Haufe, 1982; DeRouen *et al.*, 2003).

Estudios en otros países indican que la "mosca de los cuernos" puede disminuir el incremento de peso corporal en relación con bovinos mantenidos con infestaciones mínimas o nulas. Aunque no todos los estudios comprobaron tal deterioro, existe consenso en considerar que *H. irritans* produce un efecto deletéreo para compensar la extracción de sangre y la irritación que provocan. Hay también acuerdo para considerar que las pérdidas no son estrictamente lineales al número de moscas por bovino. A su vez, estudios de largo plazo realizados en Canadá, determinaron que una infestación mínima acarrea un costo, infestaciones intermedias (12-230 moscas promedio por vacuno) producen una pérdida similar a pesar de lo amplio de este rango y, luego la pérdida sería lineal en relación al número de moscas (Guglielmone *et al.*, 1998).

4. METODOLOGÍA

El tipo de estudio que se realizó es comparativo-evaluativo, ya que el objetivo del proyecto fue evaluar la influencia de moscas hematófagas sobre la ganancia de peso en bovinos bajo dos sistemas de pastoreo tradicional versus silvopastoril, en temporada seca y de lluvias. El método es experimental ya que se estableció una relación causa-efecto, comparando condiciones y controlando factores que pueden influir en la manifestación de un fenómeno, para aclarar el origen y causa del mismo y su interacción con dichos factores.

4.1 Área de estudio

El proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación La Libertad de Corpoica, kilometro 17 vía a Puerto López (Figura 5), ubicado en el Municipio de Villavicencio (Meta, Colombia) localizado a 9° 6’ de latitud norte y 73° 34’ de longitud oeste, a 330 msnm; la precipitación anual promedia ha sido de 2987mm, el promedio de temperatura es de 26°C y la Humedad relativa de 85% en temporada lluviosa (abril a noviembre) y de 65% en temporada seca (diciembre a marzo). El C.I. La Libertad cuenta con 1335 Hectáreas, se ubica en la región Bosque Húmedo Tropical de la Orinoquia Colombiana. Los suelos son representativos del Piedemonte llanero por ser fuertemente ácidos (pH= 4,5), con alto contenido de Aluminio intercambiable, de baja fertilidad y principalmente deficientes en Ca, P, N, Zn y Cu.

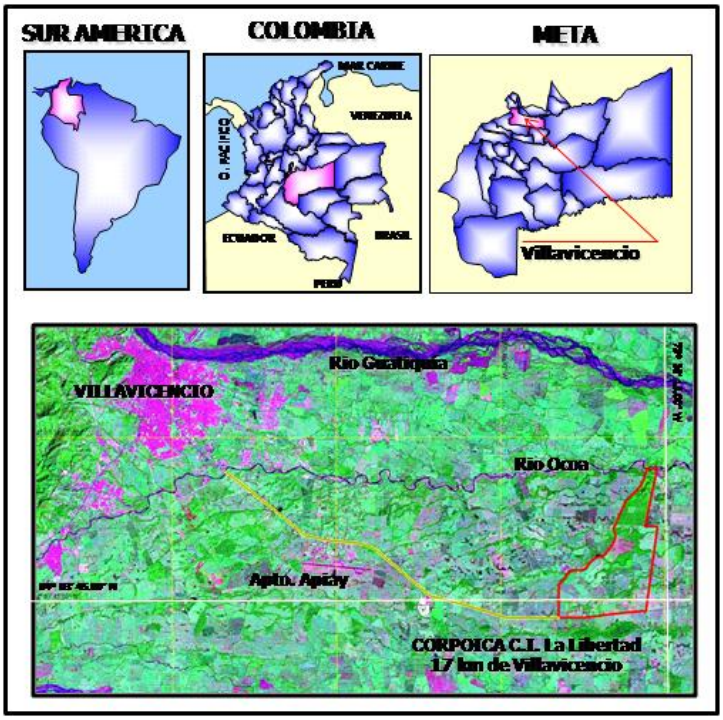


Figura 5. Localización geográfica de CORPOICA C.I. La Libertad

4.2 Descripción del área experimental

Las parcelas donde se desarrolló el experimento se ubican en el área denominada "La Pista", dentro del C. I. Corpoica - La Libertad. En la figura 6 se observa la localización de las parcelas para el estudio (Parcela silvopastoril arboles dispersos); con un área total de ocho hectáreas, distribuidas en cuatro hectáreas de un Sistema silvopastoril establecido con árboles dispersos (*Acacia mangium, Gmelina arborea, Piptadenia peregrina*) arreglados en hileras en distancias de siembra de 10m x 10m para una densidad de siembra de 100 árboles por hectárea con pradera de pasto *Brachiaria decumbens*, establecido a finales del segundo semestre del 2006 y dos hectáreas de un sistema de pastoreo tradicional con pasto *B. decumbens*.

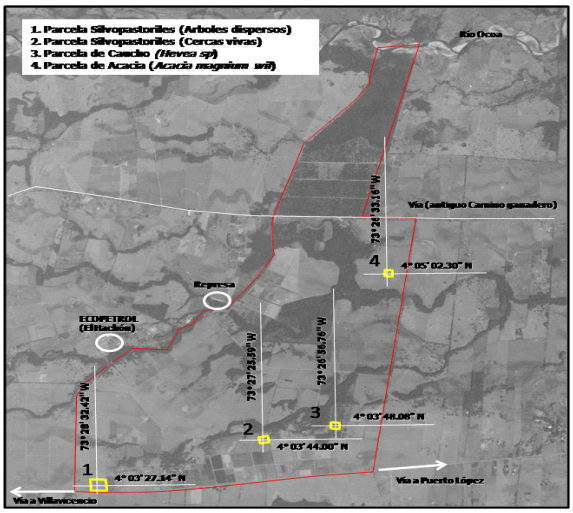


Figura 6. Localización de las parcelas de estudio. CORPOICA C.I. La Libertad

Se tomó de cada sistema un área aproximada de dos hectáreas donde se estableció un pastoreo rotacional en franja con cerca eléctrica por delante y por detrás, pastoreo que abarca todas las especies establecidas.

4.3 Proceso Experimental

La toma de datos se realizó durante un año para incluir dos periodos (temporada seca y temporada de lluvias), en cada uno de los dos sistemas definidos (silvopastoril y tradicional). La periodicidad del muestro se definió para cada una de las variables a considerar.

4.3.1 Variables a evaluar

Variables climáticas. Temperatura, precipitación, humedad relativa (temperatura media, humedad relativa media y precipitación), se tomaron a 1,5 metros sobre la superficie de la tierra, ubicadas en cada sistema de pastoreo (tradicional y silvopastoril). Los datos de temperatura y humedad fueron tomados con un datalogger USB, ubicado en cada parcela experimental. Este instrumento permite almacenar 16.000 datos de información por cada variable y descargarlos a archivos Excel.

Variables Dasométricas. Altura total, la profundidad de la copa, el diámetro de copa y el porcentaje de oclusión, se tomaron en el sistema silvopastoril para determinar cobertura arbórea, con toma de datos al inicio.

Variables zootécnicas. En el suelo se realizaron análisis fisicoquímicos en los dos sistemas, en la pradera se evaluó disponibilidad y calidad forrajera (Materia seca, proteína cruda, fibra cruda y cenizas) en los sistemas (tradicional y silvopastoril) con análisis en temporada seca y temporada de lluvias; en los animales se realizó seguimiento en la ganancia de peso con una toma de datos cada 28 días.

Tabla 2. Variables evaluadas

Objeto de estudio	Ítems	Indicadores
Bovinos	Comportamiento Moscas Hematófagas	➢ Identificación -Especies ➢ Cuantificación –Cantidad
	Variables Zootécnicas	➢ Ganancia de Peso
Sistema (Silvopastoril y Tradicional)	Climáticas en Ambiente	➢ Temperatura ➢ Precipitación ➢ Humedad Relativa ➢ Efecto Sombra
	Variables Zootécnicas	- Disponibilidad Forrajera - Calidad Forrajera ➢ Materia Seca ➢ Proteína Cruda ➢ Fibra Cruda ➢ Cenizas

4.3.2 Modelo Estadístico

La frecuencia de muestreo permitió establecer correlaciones entre las variables (clima, conteo, peso y productividad forrajera) observadas en uno y otro sistema. Para valorar el efecto de las variables época y sistema, se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_{ik} + S_{jk} + (ES)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} Valor de variable dependiente.
μ Promedio general.
E_{ik} Efecto debido a época.
S_{jk} Efecto debido al sistema.
$(ES)_{ijk}$ Efecto interacción época por sistema.
ε_{ijk} Error aleatorio.

Para establecer las diferencias de medias se utilizó una prueba de Tukey.

4.3.3 Análisis estadístico

Para evaluar el efecto del sistema de pastoreo sobre las variables climáticas, crecimiento de los bovinos, número de moscas presentes *Haematobia irritans*, NUS (Nitrógeno ureico en sangre) y la disponibilidad de forraje se utilizó el procedimiento GLM (General Lineal Model) del paquete estadístico SAS® (versión 9.0); además fue utilizado la prueba de Tukey para la comparación de medias y se utilizó un diseño completamente al azar; para el caso del crecimiento de los bovinos, la variable peso al inicio fue utilizada como una covariable, bajo el siguiente modelo (Montgomery, 1991):

$$Y_{ij} = \mu + S_i + T_j + ß + \varepsilon\varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_i variables respuesta del i-ésimo sistema de pastoreo, en la j-ésima temporada
μ es el promedio poblacional de las variables respuesta
S_i es el efecto del sistema de pastoreo "i", con i = 1 y 2 (1 = SSP, 2 = Tradicional)
T_j es el efecto de la temporada "j", con j = 1 y 2 (1=Húmeda, 2=Seca)
ß para el caso del crecimiento bovino la covariable fue peso inicial
$\varepsilon\varepsilon_{ij}$ es el error asociado i-ésimo sistema de pastoreo en la j-ésima temporada

Se comprobaron los supuestos del modelo: i) material experimental homogéneo, ii) el error experimental es una VAI ~ N (0; σ^2), iii) la covariable es independiente de la estructura de tratamiento (Shapiro y Wilk, 1965).

Para establecer las tendencias de las variables evaluadas fueron desarrollados modelos de predicción polinomial utilizando la plataforma Excel 2007, tratando de ajustar los coeficientes de determinación por encima de 0,7.

4.3.4 Modelos de regresión

Para el diseño de las ecuaciones de predicción se utilizó el paquete estadístico SAS (versión 9.0) con el cual fueron seleccionadas las variables a entrar en el modelo, mediante el procedimiento CORR, se utilizó el procedimiento REG con aquellas variables seleccionadas para determinar si existe regresión lineal; para el caso del modelo mosca se utilizó el procedimiento SELECTION=BACKWARD de SAS.

El modelo lineal ajustado fue el siguiente:

$$Y_i = ß_0 + ß_1X_{i1} + ß_2X_{i2} + ß_3X_{i3} + \circ\circ\circ + ƐƐ_i$$

Donde:

Y_i variable dependiente (presencia de mosca y ganancia de peso diaria)
$ß_0$ intercepto – valor de Y cuando X vale 0
$ß_i$ coeficiente de regresión – valor en el cual se modifica Y cuando X_i varía en una unidad con i variando de 1 hasta n
X_i variables independientes
$ƐƐ_i$ error de estimación

Además se comprobaron los supuestos del modelo: i) material experimental homogéneo, ii) la independencia de los errores, por medio del cálculo del coeficiente de correlación de los errores mediante la prueba de Durbin-Watson D, y iii) el error experimental es una VAI ~ N (0) utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y el método de los mínimos cuadrados (Graybill, 1961; Shapiro y Wilk, 1965).

4.4 Animales objeto de seguimiento.

Se utilizó para cada sistema de pastoreo cinco bovinos de 18 meses de edad de raza Romosinuano. Estos animales se sometieron a un monitoreo inicial en cuanto a la presencia, cantidad y tipo de moscas presentes, para luego continuar con dichas observaciones cada quince días, durante un lapso de un año, abarcando temporadas de lluvias y de sequia de acuerdo al régimen de lluvias (unimodal), que es predominante en la región de estudio.

4.5 Métodos y actividades por objetivo

4.5.1 Identificación de especies de Moscas Hematófagas

Las moscas se colectaron utilizando una red entomológica; se colocaron en frascos de boca ancha y se llevaron a refrigeración; posteriormente se trasportaron al laboratorio para su identificación con la ayuda de un estereoscopio (Figura 7) basándose en sus características morfológicas y taxonómicas de acuerdo a las claves establecidas para el género Díptera muscidae. (Lowell y Colville, 1991; Cassalette, 1995; Dwight *et al*., 1999).

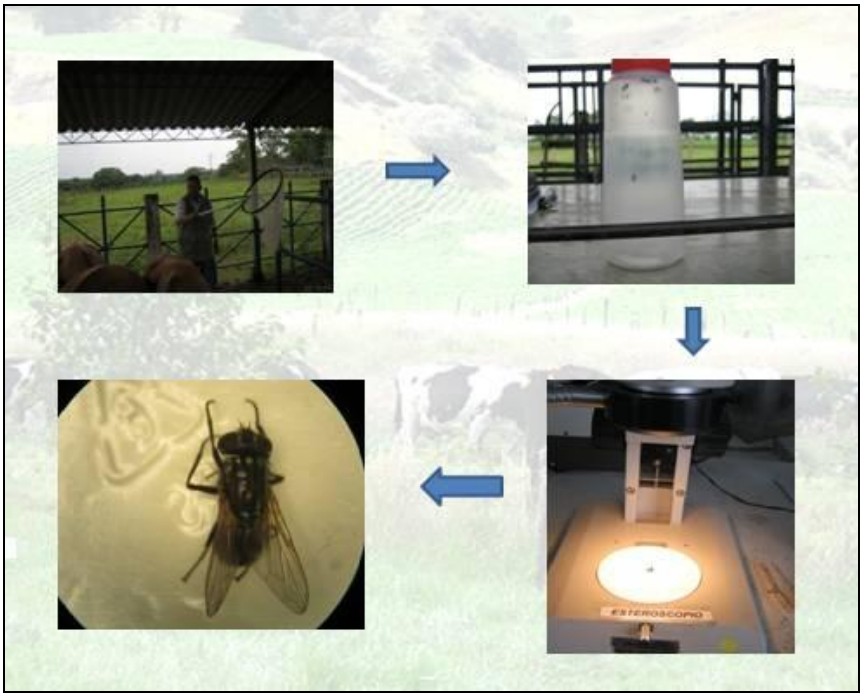


Figura 7. Procedimiento para captura e identificación de especies de moscas

4.5.2 Conteos de moscas

Los conteos de la población total de moscas (fase parasitaria) por animal en pie, se realizaron por observación directa en potrero; basados en la metodología usada por Guglielmone *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 2005. Esta metodología consiste en hacer un conteo, preferiblemente entre las 08.00 y las 10.00 horas, realizado por un observador entrenado, por un solo lado del animal estando en pie. Se anota el lado del animal en el cual se realiza el conteo en cada ocasión. Para estos conteos se tuvo en cuenta la ubicación de la mosca sobre el animal. Los conteos se realizaron quincenalmente durante un año. El número de moscas de cada animal se estableció de manera individual y se anotaron en los respectivos libros de registro tomando el número de moscas presentes por un lado del animal y multiplicando el resultado por dos para obtener la cantidad total de moscas (Brown *et al.*, 1992; Lima *et al.*, 2003).

4.5.3 Correlación

Los conteos de moscas se correlacionaron con las variables climáticas mediante índices de correlación basados en los datos registrados en la temperatura, humedad relativa y precipitación de cada sistema de pastoreo evaluados (ambos obtenidos a 1,5 m sobre la tierra). La variable dependiente correspondió a la cantidad de moscas y las variables independientes a la temperatura, precipitación y humedad relativa.

4.5.4 Efecto Sombra

Se realizó un inventario inicial de cobertura arbórea, a partir de variables dasométricas (altura total, la profundidad de la copa, el diámetro de copa y el porcentaje de oclusión) medidas a nivel de cada árbol individual**.**

Altura total y profundidad de la copa. La altura total se consideró como la distancia en metros medida desde la base del fuste hasta la máxima altura apical y se utilizó como instrumento de medición un clinómetro. De igual manera, la profundidad de la copa (altura de la copa) se midió desde la primera ramificación en la parte baja de la copa hasta la máxima altura.

Diámetro de copa. El diámetro de la copa se midió con el objetivo de conocer la cobertura de la especie. La fórmula utilizada para este estudio fue:

$$\text{d copa} = \frac{d_1+d_2}{2}$$

Donde:

d copa	Diámetro de Copa
d_1	Diámetro de Copa en dirección N – S
d_2	Diámetro de Copa en dirección E- Oe

Porcentaje de sombra. La estimación de sombra en el Sistema Silvopastoril se realizó con el método de medición de copas y factores de oclusión; a mayor número de diámetros medidos, menor el error de la estimación.

Estimación de porcentaje de oclusión: qué tan cerrado es la copa de los árboles, donde 1 es completamente sólido y 0 es completamente abierto (pleno sol).
Cálculo:

$$Sombra = \frac{\sum (Aci \times Oi)}{Atotal} \times 100$$

Sombra: Sombra arbórea (%)
Aci: Área de copa del árbol i (m^2)
Oi: Oclusión del árbol i (fracción)
Atotal: Área total del sistema (m^2)

4.5.5 Produccion y Calidad forrajera

Se realizaron aforos de disponibilidad de forraje y composición botanica de las praderas (formato en Anexo 1) un día antes de entrar el ganado a pastorear en las franjas, de acuerdo a la rotación de praderas, utilizando la metodologia de disponibilidad de forrajes (MDF) del CIAT. Se colectaron 500 gramos de muestra de forraje en cada aforo, para determinar la calidad nutricional del forraje mediante un analisis bromatologico realizado en el Laboratorio de Nutricion del C.I La libertad; en cada sistema y de acuerdo a las temporadas (lluvia y seca).

4.5.6 Ganancia de peso

Los animales sometidos a pastoreo tradicional y al sistema silvopastoril se pesaron cada 28 días, en bascula fija; los datos se anotaron en registros individuales y se analizaron para determinar la ganancia en gramos animal dia (GPD). Para evaluar el balance de la dieta se

tomó una muestra de sangre de la vena coccigea a cada animal experimental para análisis de Nitrogeno Ureico en Sangre (NUS), realizado en el Laboratorio Medico Veterinario (LMV).

4.5.7 Estrategias de manejo

De acuerdo con los resultados se aportaron recomendaciones para el manejo de moscas hematófagas para los sistemas de pastoreo tradicional y bajo un arreglo silvopastoril, que permita respetar el ambiente. El procedimiento para un esquema de control sostenible, racional y apropiado de parásitos externos del ganado en una explotación bovina se propuso de acuerdo con Benavides y Romero (2001):

- Identificar la problemática es el primer paso de acuerdo a las características propias de los sistemas de producción. El control racional de moscas parte de identificar apropiadamente el ectoparásito a atacar, pues, debido a las diferencias en su ciclo de vida y biología, la estrategia de control difiere en gran medida entre una especie y otra.

- Estudiar la fluctuación anual del parásito y los factores que la regulan para tratar de introducir estrategias poblacionales de control. En esto se debe contemplar el uso de métodos alternos no químicos, teniendo en cuenta consideraciones de competitividad , de ecología y medio ambiente (Nari, 2003).

- Considerar el nivel de infestación, para el control de la mosca de los cuernos; se debe considerar que el umbral económico es bastante alto (150-200 moscas/animal), mientras en la mosca de los establos es (25-30 moscas/animal) entonces los insecticidas solo se deben aplicar al superar ese nivel en épocas de alta infestación.

RESULTADOS Y DISCUSION

El periodo de evaluación del estudio comprendió desde el 7 de abril de 2011 al 29 de febrero de 2012, para un total de 328 días evaluados, periodo que abarca la temporada de lluvias y temporada seca, de acuerdo a la información histórica de las variables climáticas para la región. La toma de datos se realizo durante un año para incluir dos periodos (temporada seca y temporada de lluvias), en cada uno de los dos sistemas definidos, silvopastoril (SSP) y tradicional (ST)

Los datos obtenidos para número de moscas no se transformaron ya que existió homogeneidad en las pruebas de homogeneidad de varianzas y homogeneidad en errores. La especie de mosca que tuvo una presencia considerable fue la *Haematobia irritans*, razón de evaluación para este estudio; al realizar los diferentes conteos en potrero en los sistemas de pastoreo y en las temporadas evaluadas la presencia de *Stomoxys calcitrans* fue casi nula ya que esta especie se acentúa por su comportamiento en los establos y sistemas de producción en estabulación; la cantidad registrada no permitió realizar un análisis de comportamiento en esta especie.

Caracterización química de los suelos.

Los suelos son oxisoles que se caracterizan por un bajo contenido de nutrientes como se observa en la tabla 3, con una textura Franco arcillosa para los sistemas de pastoreo Tradicional (ST) y sistema Silvopastoril (SSP); materia orgánica estuvo alrededor del 2,2%, con un pH extremadamente ácidos para los sistemas de pastoreo evaluados, considerándose adecuada para las condiciones de la Altillanura (Rincón, 2004), en cuanto al contenido de Azufre es similar para los dos sistemas, pero los niveles son calificados como bajos; el contenido de Fosforo en mg/kg es mayor en el sistema silvopastoril, aunque estos niveles son considerados como bajos. Los elementos menores, en promedio, se encuentran de medios a deficiente a excepción del Hierro que se encuentra en niveles altos.

Tabla 3. Características químicas de los suelos en los dos sistemas de pastoreo, Silvopastoril (SSP) y Tradicional (ST)

Sistema	pH	M.O. %	P	S	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			Mg/kg		Cmol(+) / kg						mg/kg	mg / kg			
ST	4,9	2,2	2,8	2,2	1,25	0,47	0,13	0,08	0,04	2,16	242	1,3	2,0	0,4	0,21
SSP	5,2	2,2	9,0	1,9	0,56	1,45	0,50	0,06	0,04	2,80	232	1,5	2,1	0,9	0,10

Fuente: Laboratorio Lissalab química de suelo, agua y foliar. CORPOICA

Identificación de las especies de moscas hematófagas

En la tabla 4, se observan los datos con respecto a las moscas colectadas e identificadas, datos correspondientes al periodo del 14 de abril del 2011al 29 de febrero de 2012, donde la especie predominante fue la *Haematobia irritans* tanto para el sistema silvopastoril como para el tradicional; de igual manera las hembras predominan sobre los machos. Se colectaron e identificaron 643 especímenes de los cuales 634 correspondieron a *Haematobia irritans,* ocho especímenes a *Stomoxys calcitrans,* y un espécimen de *Musca domestica*. El 98,6% de moscas colectadas e identificadas correspondió a *Haematobia irritans* y tan solo el 1,24% y 0,16% corresponden a *Stomoxys calcitrans* y *Musca domestica,* respectivamente.

Tabla 4. Datos poblacionales de especies de moscas hematófagas observadas

Especie	ST			SSP			Total	%
	Hembra	Macho	Total	Hembra	Macho	Total		
H. irritans	244	145	389	148	97	245	634	98,60
S. calcitrans	3	2	5	2	1	3	8	1,24
M. domestica	1	0	1	1	0	1	1	0,16
							643	100

ST= Sistema Tradicional; SSP= Sistema Silvopastoril

En la figura 8, se observa mayor cantidad de moscas *Haematobia irritans* colectadas e identificadas en el sistema de pastoreo tradicional, mientras que los especímenes de *Stomoxys calcitrans* y *Musca domestica* capturados están en menor número, pero siempre predominando en el sistema tradicional.

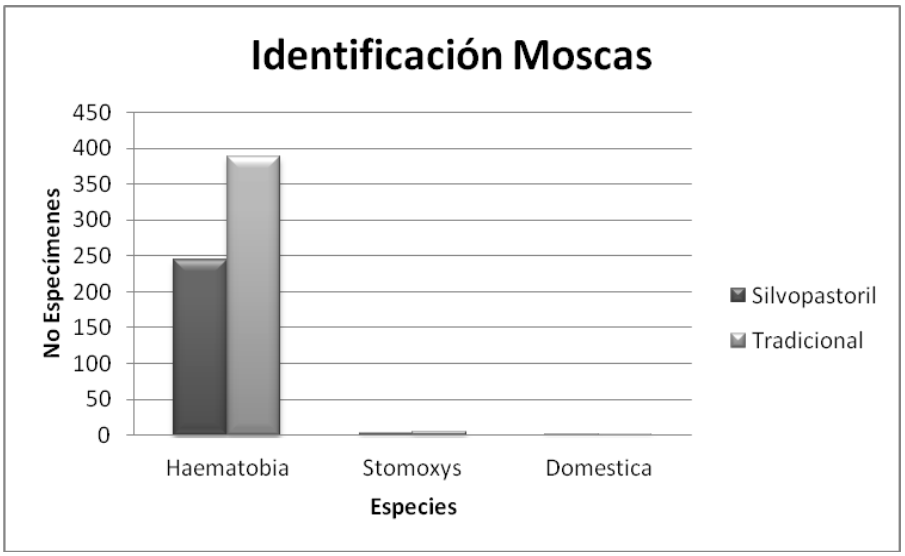


Figura 8. Moscas identificadas en los sistemas de pastoreo

Las moscas hematófagas identificadas y contabilizadas por Cruz *et al.*, (2000) y Almazan *et al.*, (2001), coinciden con las identificadas en este estudio; donde la presencia de *Haematobia irritans* predominó sobre las otras especies, además se encontró en todo el periodo de evaluación, en la temporada seca y en la temporada de lluvias.

La correcta identificación de las especies permite seleccionar estrategias para el control de moscas, al atacarlos en sus estadios más susceptibles así como en las épocas más apropiadas, al conocer bien sus ciclos de vida y aspectos biológicos. La identificación corresponde a una de las acciones más importantes en la implementación de estrategias para un manejo integrado.

Conteo de moscas *Haematobia irritans*

Para el número de moscas *Haematobia irritans* presentes en los bovinos se encontraron diferencias (R^2 0,8879) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F <,0001), la temporada (Pr>F 0,0032), la fecha (Pr>F <,0001) en la cual se evaluó y la interacción sistema de pastoreo – fecha de muestreo (Pr>F <,0001); es así que el ST presento un promedio de 85,74 ± 48,93 moscas, siendo mayor que el SSP el cual fue de 40,87 ± 17,20 (Tabla 5); durante la temporada

de lluvias dicho promedio fue de 65,62 ± 42,46, mayor respecto a la temporada seca, que fue de 54,35 ± 44,13 (Tabla 6).

Tabla 5. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo	n	Promedio
ST	117	85,74[a] ± 48,93
SSP	117	40,87[b] ± 17,20
Total general		63,31 ± 16,27

Letras diferentes indican diferencias estadísticas P≤0,05.

Tabla 6. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada temporada

Temporada	n	Promedio
Lluvias	186	65,62[a] ± 42,46
Seca	48	54,35[b] ± 44,13
Total general		63,31 ± 16,27

Letras diferentes indican diferencias estadísticas P≤0,05.

En cuanto a la interacción sistema de pastoreo – fecha de muestreo no se observaron diferencias del 08/04/2011 al 15/07/2011 entre los sistemas evaluados, pero existió un crecimiento del número de moscas sobre los bovinos tendiendo a ser mayor en el ST; del 29/07/2011 al 16/12/2011; se observaron diferencias entre los sistemas de pastoreo, siendo mayor en el ST en todos los muestreos respecto al SSP y se observó un crecimiento del número de moscas durante este periodo hasta el 21/10/2011, decreciendo su número luego de esta fecha; del 30/12/2011 al 10/02/2012 no se observaron diferencias significativas entre los sistemas de pastoreo manteniéndose constante el número de moscas, aunque fue siempre mayor su número en el ST respecto al SSP; del 24/02/2012 al 02/03/2012 el número de moscas aumento nuevamente, siendo mayor para este periodo en el ST respecto al SPP (Tabla 7).

Tabla 7. Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en bovinos para cada fecha por sistema de pastoreo

Fecha	ST		SSP		General
	n	Promedio	n	Promedio	
08/04/2011	5	16,4[a]	5	16,8[a]	16,6
14/04/2011	5	28,4[a]	5	18,8[a]	23,6
27/04/2011	5	38,8[a]	5	23,6[a]	31,2
06/05/2011	5	37,6[a]	5	32,8[a]	35,2
19/05/2011	5	47,6[a]	5	40,8[a]	44,2
03/06/2011	5	66,4[a]	5	43,6[a]	55,0
17/06/2011	5	71,2[a]	5	42,4[a]	56,8
01/07/2011	5	74,0[a]	5	43,2[a]	58,6
15/07/2011	5	76,0[a]	5	38,4[a]	57,2
29/07/2011	5	98,4[a]	5	44,4[b]	71,4
12/08/2011	5	129,2[a]	5	46,0[b]	87,6
27/08/2011	5	119,2[a]	5	60,4[b]	89,8
09/09/2011	5	164,4[a]	5	76,4[b]	120,4
23/09/2011	4	139,0[a]	4	71,5[b]	105,3
07/10/2011	4	117,5[a]	4	57,8[b]	87,6
21/10/2011	4	179,0[a]	4	56,0[b]	117,5
04/11/2011	4	111,0[a]	4	49,8[b]	80,4
18/11/2011	4	95,5[a]	4	43,5[b]	69,5
02/12/2011	4	114,5[a]	4	41,5[b]	78,0
16/12/2011	4	79,5[a]	4	26,3[b]	52,9
30/12/2011	4	47,5[a]	4	19,5[a]	33,5
13/01/2012	4	49,0[a]	4	22,8[a]	35,9
27/01/2012	4	40,5[a]	4	27,0[a]	33,8
10/02/2012	4	40,5[a]	4	25,0[a]	32,8
24/02/2012	4	119,5[a]	4	55,5[b]	87,5
02/03/2012	4	165,5[a]	4	40,0[b]	102,8

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada fecha $P \leq 0,05$.

Con la información anterior se desarrollaron modelos de regresión polinomial de cuarto orden para predecir número de moscas presentes por animal durante el periodo de estudio en cada uno de los sistemas evaluados; los resultados obtenidos corroboran el mayor número de moscas en los bovinos en el ST (R^2 0,7989) respecto al SSP (R^2 0,7358), observándose dos periodos de aumento del número de moscas y dos de disminución (Figura 9).

Sin embargo, estos picos de mayor cuantificación de *H.irritans*, para los dos sistemas de pastoreo y de acuerdo al modelo propuesto, coinciden con la temporada de lluvias, condiciones que favorecen el incremento de estas poblaciones en la zona de estudio.

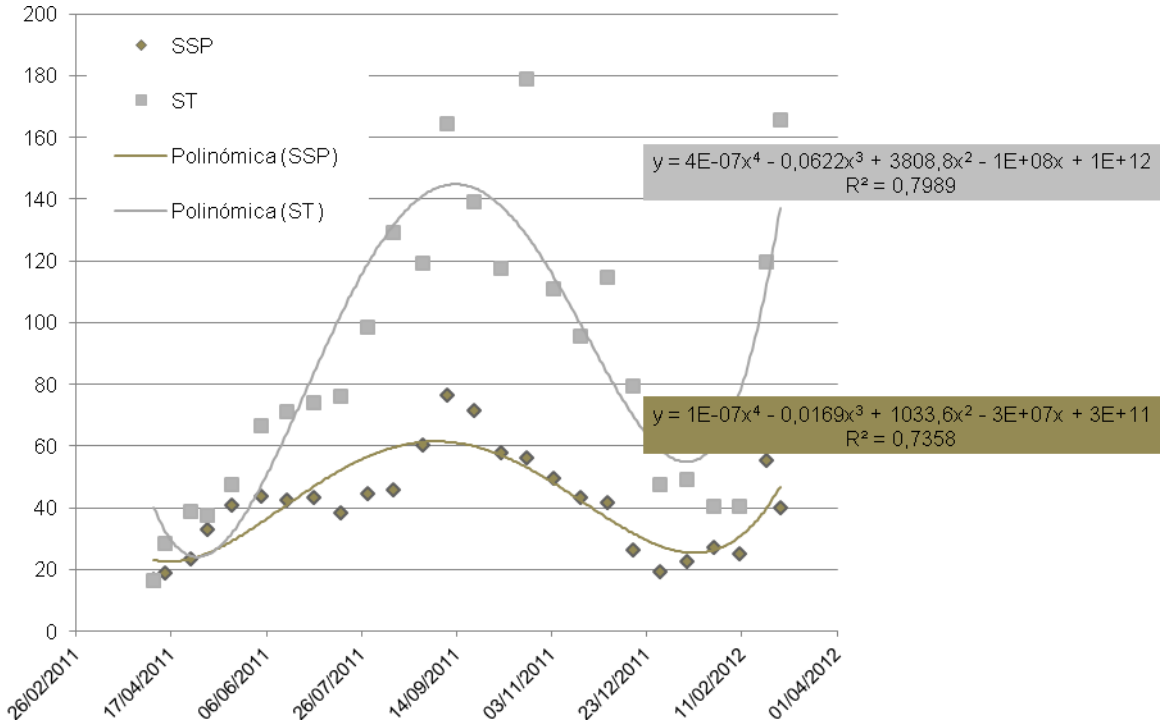


Figura 9.Comportamiento del número de moscas *Haematobia irritans* en los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo

En esta investigación el mayor número de moscas *Haematobia irritans* se observó en la temporada que corresponde a las lluvias. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Benavides *et al*., (2003), donde afirma que los incrementos poblacionales de esta mosca, en condiciones del Caribe Colombiano se asocian con épocas de buena humedad ambiental, incrementándose en las temporadas de lluvia. Sin embargo se ha demostrado que, cuando los periodos de sequia son cortos con precipitaciones intercaladas entre ellos, en la siguiente época de lluvias se presentan explosiones poblacionales de esta mosca.

Además estos resultados coinciden con trabajos desarrollados en países tropicales; según Honer *et al*., (1991), en Brasil Central se observó que el proceso de desarrollo de las moscas ocurre durante todo el año y que hay disminución del proceso en la época seca, sin embargo no hay interrupción.

Comportamiento de las variables climáticas

Régimen de lluvias: Durante el periodo de estudio se registro una temporada de lluvias de la semana 1 (07/05/2011) a la 32 (17/12/2011) con 2.007,6 mm de precipitación y una seca de la 33 (18/12/2011) a la 43 (29/02/2012) con 65,0 mm (Figura 10), lo que implicó que el análisis de la información involucrara el factor temporada.

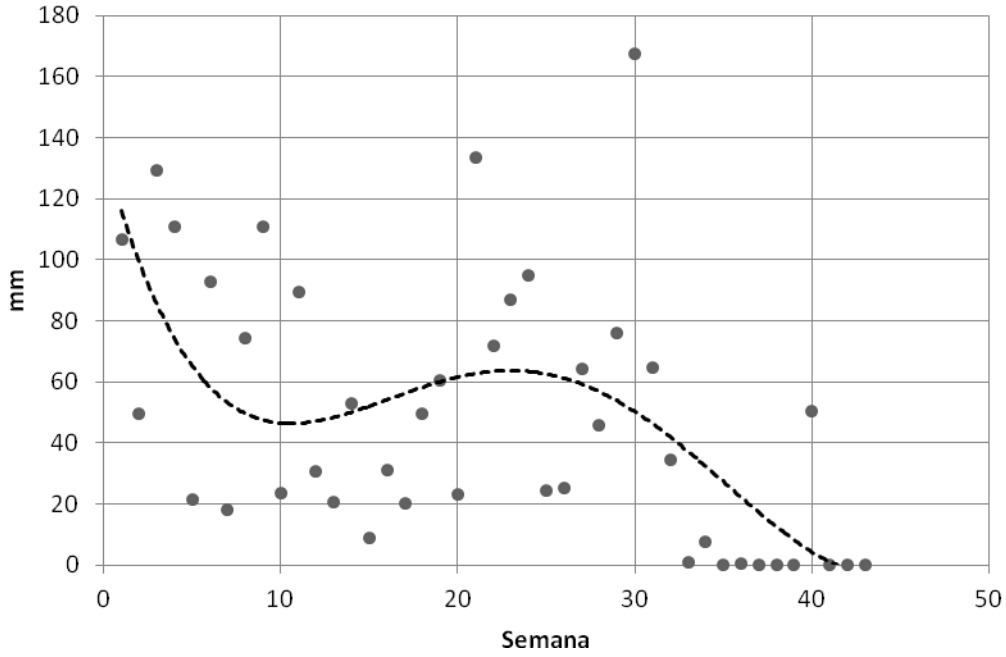


Figura 10. Comportamiento de la lluvia durante el periodo de estudio

Temperatura: La temperatura mínima durante el periodo de estudio presentó un promedio general de 21,68 ± 0,73 °C y un coeficiente de variación (CV) del 3,38%, existiendo un efecto del sistema de pastoreo (SSP y ST), la temporada (Lluvia y Seca) y la interacción sistema de pastoreo – temporada, siendo mayor la temperatura mínima para el SSP respecto al ST (Tabla 8), la temporada seca respecto a la de lluvias (Tabla 9) y al comparar la temperatura mínima

en el ST se observó que esta fue menor durante la temporada seca (Tabla 10); al no existir cobertura arbórea que sirva de protección entre el suelo y la atmósfera, el calor del suelo se trasmite con rapidez al aire (Martínez y Ruiz, 2005).

En cuanto a la temperatura máxima, el promedio general fue de 34,04 ± 1,91 °C con un CV del 5,62% existiendo efecto del sistema de pastoreo y de la temporada, mientras que la interacción sistema de pastoreo – temporada no presento efecto; esta variable fue mayor para el ST respecto al SSP (Tabla 8), la temporada seca respecto a la de lluvias (Tabla 9), mientras que al comparar la temperatura de cada sistema de pastoreo por temporada esta fue similar pero fue siempre mayor en el ST (Tabla 10).

Para la temperatura promedio, el promedio general fue de 26,43 ± 1,19 °C con un CV del 4,49%, presentando efecto el sistema de pastoreo y de la temporada de estudio, mientras que la interacción sistema de pastoreo – temporada no presento efecto; esta variable fue mayor para el ST respecto al SSP (Tabla 8), la temporada seca respecto a la de lluvias (Tabla 9), mientras que al comparar la temperatura de cada sistema de pastoreo por temporada esta fue similar pero fue siempre mayor en el ST (Tabla 10).

Tabla 8. Temperatura y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados

Sistema	n	Temperatura (°C)		
		Mínima	**Máxima**	**Promedio**
SSP	299	$22,08^{a}$ ± 0,83	$32,06^{b}$ ± 2,04	$26,03^{b}$ ± 1,31
ST	299	$21,27^{b}$ ± 0,87	$36,03^{a}$ ± 2,75	$26,82^{a}$ ± 1,37
Diferencia*		0,81	3,97	0,79
Promedio general		21,68 ± 0,73	34,04 ± 1,91	26,43 ± 1,19
R-cuadrado		0,4378	0,6544	0,3338
Pr > F		<,0001	<,0001	<,0001

Letras diferentes indican diferencias P≤0,05 entre sistemas de pastoreo.
* Corresponde a la diferencia de la temperatura mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (sistema de pastoreo) sobre la variable evaluada.

Tabla 9.Temperatura y su diferencia en la temporada de lluvias y seca

Temporada	n	Temperatura (°C)		
		Mínima	Máxima	Promedio
Lluvia	449	$21,60^{b}$ ± 0,83	$33,53^{b}$ ± 3,08	$26,16^{b}$ ± 1,31
Seca	149	$21,92^{a}$ ± 1,17	$35,61^{a}$ ± 2,74	$27,24^{a}$ ± 1,34
Diferencia*		0,32	2,08	1,08
Promedio general		21,68 ± 0,73	34,04 ± 1,91	26,43 ± 1,19
R-cuadrado		0,4378	0,6544	0,3338
Pr > F		<,0001	<,0001	<,0001

Letras diferentes indican diferencias P≤0,05 entre las temporadas.
* Corresponde a la diferencia de la temperatura mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (temporada) sobre la variable evaluada.

Tabla 10. Temperatura y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados por temporada durante el periodo de estudio

Temporada	Sistema	n	Temperatura (°C)		
			Mínima	Máxima	Promedio
Lluvia	SSP	225	$21,97^{a/a}$ ± 0,73	$31,51^{a/a}$ ± 1,85	$25,98^{a/a}$ ± 1,21
	ST	224	$21,34^{b/a}$ ± 0,81	$35,52^{b/a}$ ± 2,75	$26,72^{b/a}$ ± 1,30
Diferencia*			0,63	4,01	0,74
Seca	SSP	74	$22,34^{a/a}$ ± 0,89	$33,79^{b/a}$ ± 1,69	$26,23^{b/a}$ ± 1,35
	ST	75	$21,02^{b/a}$ ± 1,04	$37,58^{a/a}$ ± 2,19	$27,17^{a/a}$ ± 1,16
Diferencia*			1,32	3,79	0,94
Promedio general			21,68 ± 0,94	34,04 ± 1,91	26,43 ± 1,19
R-cuadrado			0,4378	0,6544	0,3338
Pr > F			<,0001	0,6062	0,3645

$^{a/a}$ Letras diferentes en el numerador indican diferencias entre sistemas de pastoreo por temporada y en el denominador entre temporadas por sistema de pastoreo P≤0,05.
* Corresponde a la diferencia de la temperatura mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (sistema de pastoreo) sobre la variable evaluada.

El uso de sistemas con árboles tiene un gran efecto en ecosistemas tropicales, pues generan microclimas que mantienen a los animales dentro o cerca de su rango de termoneutralidad. Se han encontrado reducciones de temperatura bajo la copa de los árboles de 2-9°C (Wilson y Ludlow, 1991; Reynolds, 1995; Navas, 2003), en comparación con áreas abiertas. Esta reducción en la temperatura favorece la eliminación de calor por evaporación y reduce la carga calórica de los animales, con lo que se incrementa la productividad animal. La sombra también tiene implicaciones directas sobre el comportamiento, la reproducción y la sobrevivencia de los animales.

Humedad: Independientemente de la temporada, la humedad relativa mínima fue significativamente mayor en el SSP; la humedad relativa máxima fue igual en ambos sistemas y la humedad relativa promedio fue estadísticamente mayor en el SSP. La tabla 11 presenta el detalle correspondiente.

La humedad mínima durante el periodo de estudio presento un promedio general de 52,40 ± 7,50 % y un coeficiente de variación (CV) del 14,31%, existiendo un efecto del sistema de pastoreo (SSP y ST), la temporada (Lluvia y Seca) y la interacción sistema de pastoreo – temporada, siendo mayor la humedad mínima para el SSP respecto al ST (Tabla 11), la temporada de lluvia respecto a la seca (Tabla 12) y al comparar la humedad mínima en el ST se observó que esta fue menor durante las dos temporadas respecto al SSP (Tabla 13), lo que supone que la falta de cubierta arbórea protectora hace que se evapore con rapidez la humedad, en especial durante la temporada seca.

En cuanto a la humedad máxima, el promedio general fue de 95,91 ± 3,17 % con un CV del 3,30%; para esta variable no se evidenció un efecto del sistema de pastoreo (Tabla 11), mientras que si de la temporada y de la interacción sistema de pastoreo – temporada; la temporada seca presentó una menor humedad respecto a la temporada de lluvias (Tabla 12) y al comparar la humedad máxima durante la temporada seca se observó que está fue mayor en el ST (Tabla 13).

Para la humedad promedio, el promedio general fue de 79,60 ± 6,24 % con un CV del 7,83%, presentando efecto el sistema de pastoreo, la temporada de estudio y la interacción sistema de pastoreo – temporada; esta variable fue mayor para el SSP respecto al ST (Tabla 11) dado la cubierta arbórea del primero la cual mantiene la humedad durante un mayor periodo de tiempo; en cuanto a la temporada seca, esta fue menor respecto a la de lluvias (Tabla 12) y al comparar la humedad de cada sistema de pastoreo por temporada esta fue siempre mayor en el SSP lo que indica una mayor retención de humedad de este sistema (Tabla 13).

Tabla 11. Humedad y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados durante el periodo de estudio

Sistema	n	Humedad (%)		
		Mínima	Máxima	Promedio
SSP	299	58,73[a] ± 10,97	95,90[a] ± 5,21	82,44[a] ± 6,12
ST	299	46,07[b] ± 10,62	95,90[a] ± 4,54	76,76[b] ± 10,18
Diferencia*		12,66	0,00	5,68
Promedio general		52,40 ± 7,50	95,91 ± 3,17	79,60 ± 6,24
R-cuadrado		0,8873	0,6102	0,5415
Pr > F		<,0001	0,9455	<,0001

Letras diferentes indican diferencias P≤0,05 entre sistemas de pastoreo.
* Corresponde a la diferencia de la humedad mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (sistema de pastoreo) sobre la variable evaluada.

Tabla 12. Humedad y su diferencia en la temporada húmeda y seca

Temporada	n	Humedad (%)		
		Mínima	Máxima	Promedio
Lluvias	449	55,84[a] ± 11,13	97,90[a] ± 3,28	81,76[b] ± 7,82
Seca	149	42,02[b] ± 10,55	90,62[b] ± 5,08	73,09[a] ± 8,64
Diferencia*		13,82	7,28	8,67
Promedio general		52,40 ± 7,50	95,91 ± 3,17	79,60 ± 6,24
R-cuadrado		0,8873	0,6102	0,5415
Pr > F		<,0001	<,0001	<,0001

Letras diferentes indican diferencias P≤0,05 entre las temporadas.
* Corresponde a la diferencia de la humedad mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (temporada) sobre la variable evaluada.

Tabla 13. Humedad y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados por temporada

Temporada	Sistema	n	Humedad (%)		
			Mínima	Máxima	Promedio
Lluvia	SSP	225	60,33[a/a] ± 8,39	96,28[a/a] ± 2,96	80,30[a/a] ± 5,76
	ST	224	46,89[b/a] ± 8,68	95,72[a/a] ± 2,75	76,38[b/a] ± 1,30
Diferencia*			13,44	0,56	3,92
Seca	SSP	74	53,21[a/a] ± 9,68	94,33[a/a] ± 5,72	88,26[a/a] ± 5,54
	ST	75	43,01[b/a] ± 8,87	95,94[b/a] ± 4,23	77,24[b/a] ± 7,67
Diferencia*			10,2	1,61	11,02
Promedio general			52,40 ± 7,50	95,91 ± 3,17	79,60 ± 6,24
R-cuadrado			0,8873	0,6102	0,5415
Pr > F			0,0211	0,0002	<,0001

[a/a] Letras diferentes en el numerador indican diferencias entre sistemas de pastoreo por temporada y en el denominador entre temporadas por sistema de pastoreo P≤0,05.
* Corresponde a la diferencia de la humedad mínima, máxima y promedio mayor respecto a la menor.
R-cuadrado – Hace referencia al coeficiente de determinación del análisis de varianza.
Pr > F – Hace referencia al efecto de la clase (sistema de pastoreo) sobre la variable evaluada.

En el estudio las condiciones de humedad relativa, independientemente de las temporadas, fue mayor en el sistema con cobertura arbórea estos resultados coinciden con Pezo e Ibrahim (1998), donde mencionan que en condiciones tropicales se ha encontrado que la humedad relativa bajo la copa de los árboles se incrementa.

Comportamiento sombra

Para determinar el efecto sombra se realizó el inventario forestal, tomando distintas variables dasométricas registradas en el formato del anexo 2; se inventariaron 80 árboles y tres especies forestales (*Acacia mangium, Gmelina arborea, Piptadenia peregrina*), posteriormente se incorporó esta información en el software SLIM 2.0 (Figura 11).

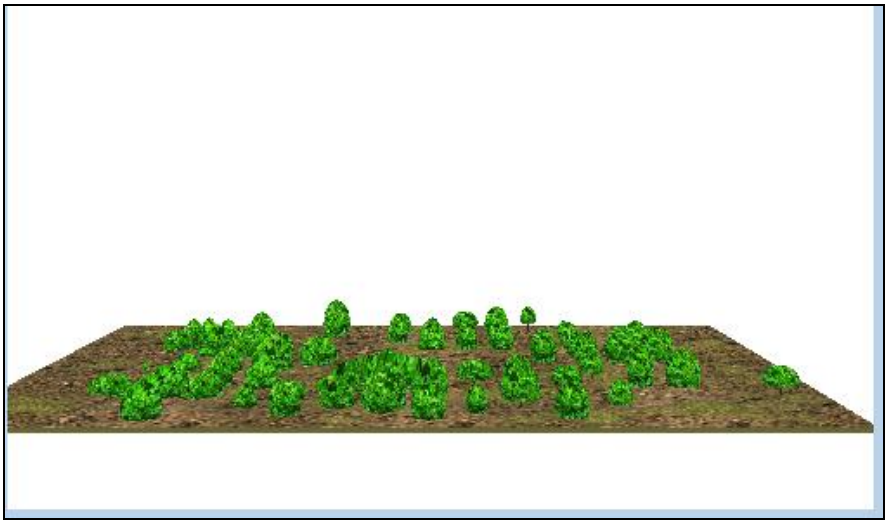


Figura 11. Distribución espacial 3D de árboles en el SSP. SLIM 2.0
Fuente: SLIM 2.0

Se estimó el porcentaje de sombra en el SSP con el método de medición de copas y factores de oclusión con la formula:

$$Sombra = \frac{\sum (Aci \times Oi)}{Atotal} \times 100$$

Sombra:	Sombra arbórea (%)
Aci:	Área de copa del árbol i (m^2)
Oi:	Oclusión del árbol i (fracción)
A total:	Área total del sistema (m^2)

El resultado fue de 21,34% de sombra arbórea que provee este sistema de arboles dispersos en un área de 20.000 m^2.

En general, para el comportamiento dasométrico de las especies arbóreas en estudio los coeficientes de determinación fueron bajos (R^2 > 0,7000); no obstante para cada clase evaluada se encontró lo siguiente: diámetro a la altura del pecho (DAP) presentó un promedio general 0,122 ± 0,033 metros (CV 27,00%) con diferencias según la especie arbórea (R^2 0,3188; Pr>F <,0001), siendo mayor para la acacia; el promedio general de la altura total del árbol (ATA) fue de 7,30 ± 1,48 metros (CV 20,25%) con diferencias entre especies (R^2 0,0840; Pr>F 0,0356), mayor para la acacia; la altura comercial del árbol (ACA) presentó un promedio general 2,12 ± 1,01 metros (CV 47,78%) con diferencias según la especie (R^2 0,1217; Pr>F 0,0072), mayor para la acacia; el promedio general de la altura de la base de la copa (ABC) fue de 2,43 ± 0,70 metros (CV 28,88%) sin diferencias entre especies (R^2 0,0268; Pr>F 0,3559); la altura diámetro máximo de la copa (ADMC) presentó un promedio general 4,70 ± 1,40 metros (CV 29,78%) sin diferencias entre especies (R^2 0,0283; Pr>F 0, 3361); el promedio general del diámetro promedio de la copa (DPC) fue de 7,14 ± 2,47 metros (CV 34,58%) con diferencias entre especies (R^2 0,0991; Pr>F 0,0190), siendo mayor para el yopo; la luz que permite pasar la copa del árbol (LCA) presentó un promedio general 30,19 ± 5,86% (CV 19,42%) sin diferencias entre especies (R^2 0,0405; Pr>F 0,2081); el promedio general de la altura de la copa del árbol (AC) fue de 4,87 ± 1,42 metros (CV 29,07%) sin diferencias entre especies (R^2 0,0522; Pr>F 0,1304); (Tabla 14).

Tabla 14. Comportamiento dasométrico de las especies arbóreas involucradas en el SSP

Variable	**Acacia** (n = 29)			**Gmelina** (n = 31)			**Yopo** (n = 19)		
DAP	0,1439[a]	±	0,0377	0,1220[b]	±	0,0360	0,0870[c]	±	0,0132
ATA	7,78[a]	±	1,62	6,78[b]	±	1,43	7,41[ab]	±	1,32
ACA	2,46[a]	±	1,18	1,66[b]	±	0,94	2,34[ab]	±	0,83
ABC	2,56[a]	±	0,68	2,30[a]	±	0,71	2,44[a]	±	0,72
ADMC	4,69[a]	±	1,33	4,47[a]	±	1,40	5,07[a]	±	1,50
DPC	6,53[a]	±	1,26	6,85[ab]	±	1,85	8,54[a]	±	4,19
LCA	28,97[a]	±	3,10	31,61[a]	±	5,83	29,74[a]	±	8,58
AC	5,22[a]	±	1,60	4,48[a]	±	1,26	4,97[a]	±	1,37

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada variable entre las especies arbóreas $P \leq 0,05$.

Las pasturas con una cobertura arbórea entre 20% y 30% ofrecen beneficios a nivel económico y ecológico en comparación con aquellas pasturas degradadas con pocos o ningún árbol. Desde el punto vista económico, el efecto de la sombra incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10% a 22% en comparación con potreros sin árboles. Esto se atribuye a una menor temperatura ambiental bajo sombra de los árboles, que reduce el estrés calórico del ganado, lo cual está asociado con una baja tasa respiratoria; esto permite gastar menos energía y consumir más alimento (Souza, 2002; Betancourt *et al.*, 2003).

Así mismo, Ibrahim *et al*., (2005) aseguran que los árboles, a través de su sombra, contrarrestan la intensidad de los factores climáticos, pues interfieren parcialmente el paso de las radiaciones solares hacia la superficie corporal del animal, disminuyen el estrés térmico y crean condiciones de confort.

A la sombra se le atribuyen varios efectos benéficos en la salud y en el comportamiento animal, entre los que se encuentran: un mayor tiempo dedicado al pastoreo y la rumia, lo que les permite hacer un mayor consumo de alimentos y seleccionar los de mejor valor nutritivo; una disminución en sus requerimientos de agua; un incremento en la eficiencia de conversión alimentaria y una mejora en las ganancias de peso. Además, reduce la tasa de mortalidad en los animales jóvenes y alarga la vida útil, ya que proporciona un crecimiento y desarrollo corporal adecuado y una mejor respuesta inmunológica ante las enfermedades (Soca, 2005).

Correlación y modelos de predicción de moscas para los sistemas de pastoreo

Efecto de las variables climáticas sobre el conteo de moscas *Haematobia irritans*

Respecto al número de moscas presentes en los bovinos en estudio para cada sistema de pastoreo y su relación con las variables climáticas se encontró para el SSP dependencias negativas de la temperatura mínima, máxima y promedio del 89,73, 51,61 y 59,29%, respectivamente, mientras que las dependencias positivas fueron la humedad relativa mínima, máxima, promedio y la pluviosidad con valores de 43,78, 56,01, 40,82 y 58,28%, respectivamente. Solo la temperatura mínima incidió significativamente sobre la presencia de *Haematobia irritans* (Pr |r| <,05). En el ST las dependencias negativas fueron la temperatura mínima, máxima y promedio con valores de 55,89, 2,43 y 1,91%respectivamente, mientras que las dependencias positivas fueron la humedad relativa mínima, máxima, promedio y la pluviosidad con valores de 13,78, 41,66, 2,32 y 45,61%, respectivamente, sin incidencias significativas de las variables evaluadas sobre la presencia de *Haematobia irritans* (Tabla 15).

Tabla 15. Coeficientes de correlación parciales para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en los bovinos en estudio respecto a las variables climáticas por sistema de pastoreo

Variable		**SSP**		**ST**	
		r	**Pr > |r|**	**r**	**Pr > |r|**
Temperatura	**Mínima**	-0,8973	0,0004	-0,5589	0,0931
	Máxima	-0,5161	0,1267	-0,0243	0,9468
	Promedio	-0,5929	0,0709	-0,0191	0,9582
Humedad relativa	**Mínima**	0,4378	0,2058	0,1378	0,7043
	máxima	0,5601	0,0922	0,4166	0,2310
	promedio	0,4082	0,2416	0,0232	0,9493
Pluviosidad		0,5828	0,0770	0,4561	0,4561

Coeficientes de correlación parciales = r
Pr > |r| indica incidencia significativa (P≤,05) de la variable climática sobre la presencia de moscas.

No obstante la baja incidencia de algunas variables climáticas sobre la presencia de moscas *Haematobia irritans*, al incluirlas para el desarrollo del modelo de predicción se observa en el SSP un coeficiente de determinación múltiple (Adj R-Sq) de 0,7529 lo que indica que la variación total en moscas ha sido explicada por la ecuación en un 75,51% y un coeficiente de correlación simple (R-cuadrado) de 0,9456 entre los valores muéstrales de la presencia de

mosca respecto a las estimaciones de estos valores proporcionados por el modelo, siendo significativa la temperatura mínima sobre la presencia de moscas; para el ST el coeficiente de determinación múltiple fue de 0,3157 y un coeficiente de correlación simple de 0,8479 (Tabla 16).

Tabla 16. Estadísticos de los modelos de predicción para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en cada sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo		**SSP**		**ST**	
Pr > F		0,1779		0,4386	
R-cuadrado		0,9456		0,8479	
Adj R-Sq		0,7551		0,3157	
Variables		**Valor estimado**	**Pr > |t|**	**Valor estimado**	**Pr > |t|**
Termino independiente		19.685,0000	0,2102	3.716,7550	0,8538
Temperatura	**Mínima**	-349,4097	0,0886	-1.070,5515	0,2078
	máxima	-186,9447	0,2018	334,9190	0,5443
	promedio	-68,8621	0,8352	191,4277	0,7799
Humedad relativa	**Mínima**	-25,5554	0,2980	122,2882	0,5279
	máxima	-5,4428	0,8485	-24,3848	0,8494
	promedio	-21,5984	0,6130	-9,5806	0,9039
Pluviosidad		0,2626	0,6805	0,9676	0,7314

Utilizando el procedimiento SELECTION=BACKWARD de SAS se logró incluir en el modelo de predicción para el SSP las variables temperatura mínima (Pr>F 0,0008), temperatura máxima (Pr>F 0,0494) y la humedad relativa mínima (Pr>F 0,0442) las cuales presentan una incidencia negativa sobre la presencia de moscas (valor estimado de -378,7630, -128,3027 y -20,7497, respectivamente); para el ST las variables incluidas fueron la temperatura mínima (Pr>F 0,0086), temperatura máxima (Pr>F 0,0933) y la humedad relativa mínima (Pr>F 0,0309), teniendo una incidencia negativa las dos primeras (valor estimado de -1.126,7739 y 233,3718, respectivamente), mientras que la incidencia de la humedad relativa mínima fue positiva (valor estimado de 81,4437) (Tabla 17).

Tabla 17. Estadísticos de las variables incluidas en los modelos de predicción para la presencia de mosca *Haematobia irritans* en cada sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo		**SSP**		**ST**	
Pr > F		0,1779		0,4386	
R-cuadrado		0,9456		0,8479	
Adj R-Sq		0,7551		0,3157	
Variables		**Valor estimado**	**Pr > F**	**Valor estimado**	**Pr > F**
Termino independiente		14.129,0000	0,0014	12.713,0000	0,1277
Temperatura	**mínima**	-378,7630	0,0008	-1.126,7739	0,0086
	máxima	-128,3027	0,0494	233,3718	0,0933
	promedio	n.e.	0,8740	n.e.	0,1577
Humedad relativa	**mínima**	-20,7497	0,0442	81,4437	0,0309
	máxima	n.e.	0,8485	n.e.	0,8346
	promedio	n.e.	0,2124	n.e.	0,9039
Pluviosidad		n.e.	0,4406	n.e.	0,5792

Las variables que quedan en el modelo son significativas en el nivel de 0,1000.
n.e.: No fue estimado el valor por presentar valores de F mayores de 0,1000

La ecuación de predicción establecida para el SSP fue:

Número de moscas = 14.129,0000 – (378,7630 X Temperatura mínima (°C)) – (128,3027 X Temperatura máxima (°C)) – (20,7497 X Humedad relativa mínima (%))

Para este sistema de pastoreo el modelo indica que el desarrollo de la mosca se ve favorecido cuando existen rangos bajos entre la temperatura mínima y máxima bajo condiciones secas.

La ecuación de predicción establecida para el ST fue:

Número de moscas = 12.713,0000 – (1.126,7739 X Temperatura mínima (°C)) + (233,3718 X Temperatura máxima (°C)) + (81,4437 X Humedad relativa mínima (%))

Lo anterior indica que el desarrollo de la mosca en el sistema ST, se ve favorecido cuando existen temperaturas altas bajo condiciones húmedas.

Los resultados de correlación de presencia de la mosca *Heamatobia irritans* con las variables climáticas y los modelos de predicción, en este estudio, concuerdan por lo reportado con Morgan (1964) y Torres y Cicchino (1996), quienes concluyen que la temperatura es el factor abiótico más importante en el ciclo biológico y la regulación de la abundancia de *Haematobia irritans.*

Además, Guglielmone *et al.*, (1997), señalan que el vuelo de esta mosca se correlaciona con la temperatura, siendo este un factor crucial para inicio y término de la temporada de vuelo, agregando que la pluviometría y la humedad relativa exhiben una pobre correlación con la estacionalidad de la especie, y que los meses en que hay menos lluvias y temperaturas más bajas, la presencia de la mosca es generalmente baja.

Es claro que las variables climáticas inciden en el desarrollo de la mosca *Haematobia irritans* y de acuerdo a los resultados entre las de mayor dependencia están la temperatura mínima y la humedad relativa, lo que corresponde a lo encontrado por Rodríguez (1994), quien afirma que el ciclo biológico de *Haematobia irritans* se ve muy influenciado por las condiciones ambientales, especialmente por la temperatura y humedad, de esta manera en climas tropicales se desarrolla ininterrumpidamente durante todo el año, mientras que en las regiones templadas como Chile, entra en receso durante otoño e invierno.

Sin embargo, una humedad relativa entre 65% como mínimo y alrededor de 90% como máximo, la ocurrencia de precipitaciones cortas e intermitentes y la ausencia de viento favorecen adicionalmente el desarrollo de *Haematobia irritans* (Chile, 1994). Además, Romano (1994), señala que la temperatura ambiental óptima para el desarrollo de *Haematobia irritans* fluctúa entre 12 y 35ºC con una humedad relativa del ambiente del 95 al 99%.

Comparar la ganancia de peso de los bovinos, la producción y calidad forrajera en los sistemas silvopastoril y tradicional

Comportamiento del peso animal

Para el peso bovino a los 20 días de iniciado el estudio el promedio general fue de 310,6 ± 3,03 kg, presentando efectos el sistema de pastoreo sobre el peso de los bovinos (R^2 0,9388; Pr>F 0,0042) siendo mayor el peso promedio en el ST (314,6 ± 14,2 kg) respecto al SSP (306,6 ± 4,8 kg). Lo anterior es posiblemente causado por el mayor peso promedio de los bovinos al inicio del estudio en el ST (302,0 ± 11,5) respecto al SSP (295,8 ± 4,0); a los 41 días no se encontró un efecto del sistema de pastoreo (R^2 0,6643; Pr>F 0,8000), lo que indica que los animales del SSP presentaron un mayor aumento de peso durante este periodo de tiempo (322,4 ± 4,8), por lo que los pesos se igualaron con el ST (323,2 ± 9,8); para los 70 días no se encontraron diferencias en los sistemas evaluados (R^2 0,4971; Pr>F 0,4971), pero se observó que los animales del SSP presentan una tendencia a tener un mayor peso; a los 99 días de iniciado el estudio se encontraron diferencias en el peso de los animales por efecto del sistema de pastoreo (R^2 0,7010; Pr>F 0,0211), siendo mayor el peso promedio de los animales del SSP (369,4 ± 12,5) respecto al ST (353,2b ± 10,9); para los 127 días los pesos obtenidos indican un efecto del sistema de pastoreo (R^2 0,6167; Pr>F 0,0438), siendo mayor el peso promedio de los animales del SSP (392,4 ± 14,3) respecto al ST (371,6 ± 18,6); a los 155 días de iniciado el estudio no se presentaron diferencias en el peso de los animales por efecto del sistema de pastoreo (R^2 0,5752; Pr>F 0,0652); no obstante se observa una tendencia a ser mayor el peso promedio de los animales del SSP (399,8 ± 18,2) respecto al ST (377,0 ± 21,6); esta misma tendencia continuó a los 197 días (R^2 0,6077; Pr>F 0,0586), con mayores pesos de los animales del SSP (430,8 ± 17,3) respecto al ST (408,5 ± 8,7); a los 211 días se encontraron diferencias en el peso de los animales en relación con el sistema de pastoreo evaluado (R^2 0,6568; Pr>F 0,0443) y nuevamente el peso promedio de los animales fue mayor en el SSP (436,3 ± 12,6) respecto al ST (413,3 ± 14,5); a los 239 días no se encontraron diferencias en el peso de los animales (R^2 0,5601; Pr>F 0,0534); no obstante se observa una tendencia a ser mayor el peso promedio de los animales del SSP (442,3 ± 10,6) respecto al ST (416,3 ± 15,5); durante la temporada húmeda el incremento general fue de 156,0 kilos por animal, siendo el

incremento en el SSP de 172,2 kg mientras que para el ST fue de 139,8 (la tabla 18 presenta el detalle de las observaciones descritas).

A los 267 días se encontraron diferencias en el peso de los animales en relación con el sistema de pastoreo evaluado (R^2 0,9756; Pr>F 0,003), siendo mayor en el SSP (445,8 ± 10,8) respecto al ST (421,3 ± 21,5) debido posiblemente al mayor peso promedio de los bovinos a los 239 días, momento en el cual finalizó la temporada de lluvias; a los 295 días se encontraron diferencias en el peso de los animales por el sistema de pastoreo (R^2 0,9021; Pr>F 0,0041), siendo mayor en el SSP (465,8 ± 15,3) respecto al ST (436,0b ± 19,5); para los 323 días se encontraron diferencias en el peso causado por el sistema de pastoreo evaluado (R^2 0,8735; Pr>F 0,0161), siendo mayor en el SSP (468,0 ± 17,0) respecto al ST (441,8 ± 26,1); durante la temporada seca el incremento general fue de 25,6 kilos por animal, siendo el incremento en el SSP de 25,7 kg, similar al ST el cual fue de 25,5 indicando que durante esta temporada las condiciones de alimentación animal fueron similares en los sistemas de pastoreo evaluados (Tabla 18).

En cuanto a la ganancia diaria de peso para la temporada de lluvias se encontró un promedio general total de 516,3 ± 86,5 gramos (CV 16,75%) presentando un efecto el sistema de pastoreo (R^2 0,5581; Pr>F 0,0211), siendo mayor para el SSP (597,5 ± 39,3) respecto al ST (435,1 ± 107,6); para la ganancia diaria durante la temporada seca el promedio general fue de 305,1 ± 148,6 gramos (CV 40,63%), lo que indica alta variación en la ganancias en las dos poblaciones en estudio, sin poderse detectar un efecto del sistema de pastoreo evaluado (R^2 0,3171; Pr>F 0,9742); por último, la ganancia diaria de peso durante todo el estudio el promedio general fue de 467,5 ± 78,5 gramos (CV 16,79%) presentando efecto el sistema de pastoreo (R^2 0,5099; Pr>F 0,0307) siendo mayor para el SSP (534,4 ± 35,4) respecto al ST (400,5 ± 97,6) causado por la mayor ganancia de peso durante la temporada de lluvias (Tabla 18).

Tabla 18. Comportamiento del peso bovino (kg), ganancia diaria de peso (gramos) y su diferencia en los sistemas de pastoreo evaluados

Periodo		n	Sistema		Promedio general
			SSP	Tradicional	
Inicio		5	295,8 ± 4,0	302,0 ± 11,5	298,9 ± 8,7
Días de iniciado el estudio	**20**		306,6^{b} ± 4,8	314,6^{a} ± 14,2	310,6 ± 3,0
	41		322,4^{a} ± 4,8	323,2^{a} ± 9,8	322,8 ± 4,8
	70		352,0^{a} ± 16,0	339,6^{a} ± 8,7	345,8 ± 11,1
	99		369,4^{a} ± 12,5	353,2^{b} ± 10,9	361,3 ± 8,7
	127		392,4^{a} ± 14,3	371,6^{b} ± 18,6	382,0 ± 13,4
	155		399,8^{a} ± 18,2	377,0^{a} ± 21,6	388,4 ± 16,5
	197	4	430,8^{a} ± 17,3	408,5^{a} ± 8,7	419,6 ± 12,9
	211		436,3^{a} ± 12,6	413,3^{b} ± 14,5	424,8 ± 12,2
	239		442,3^{a} ± 10,6	416,3^{a} ± 15,5	429,3 ± 14,6
	267		445,8^{a} ± 10,8	421,3^{b} ± 21,5	433,5 ± 3,8
	295		465,8^{a} ± 15,3	436,0^{b} ± 19,5	450,9 ± 8,4
	323		468,0^{a} ± 17,0	441,8^{b} ± 26,1	454,9 ± 10,4
Ganancia de peso por temporada	**Lluvia**	5	597,5^{a} ± 39,3	435,1^{b} ± 107,6	516,3 ± 86,5
	Seca	4	306,6^{a} ± 143,6	303,6^{a} ± 129,9	305,1 ± 124,0
	General	5	534,4^{a} ± 35,4	400,5^{b} ± 97,6	467,5 ± 78,5
Diferencia peso temporada	**Lluvia**		146,5	114,3	130,4
	Seca		25,7	25,5	25,6
	General		172,2	139,8	156,0

Letras diferentes indican diferencias estadísticas P≤0,05 entre sistemas de pastoreo para cada periodo de evaluación.
La temporada húmeda abarca desde el inicio de la investigación hasta el día 239 y la temporada seca hasta el día 323.

Con los datos de peso anteriores se desarrollaron modelos de regresión polinomial de segundo orden para predecir la ganancia de peso por animal durante el periodo de estudio por frecuencia de muestreo en cada uno de los sistemas evaluados; los resultados obtenidos corroboran la mayor ganancia de peso en el SSP (R^2 0,9952) respecto al sistema tradicional (R^2 0,9951) observándose un primer periodo con una tendencia de mayor aumento de peso y un segundo periodo con tendencia de aumento de peso menor (Figura 12).

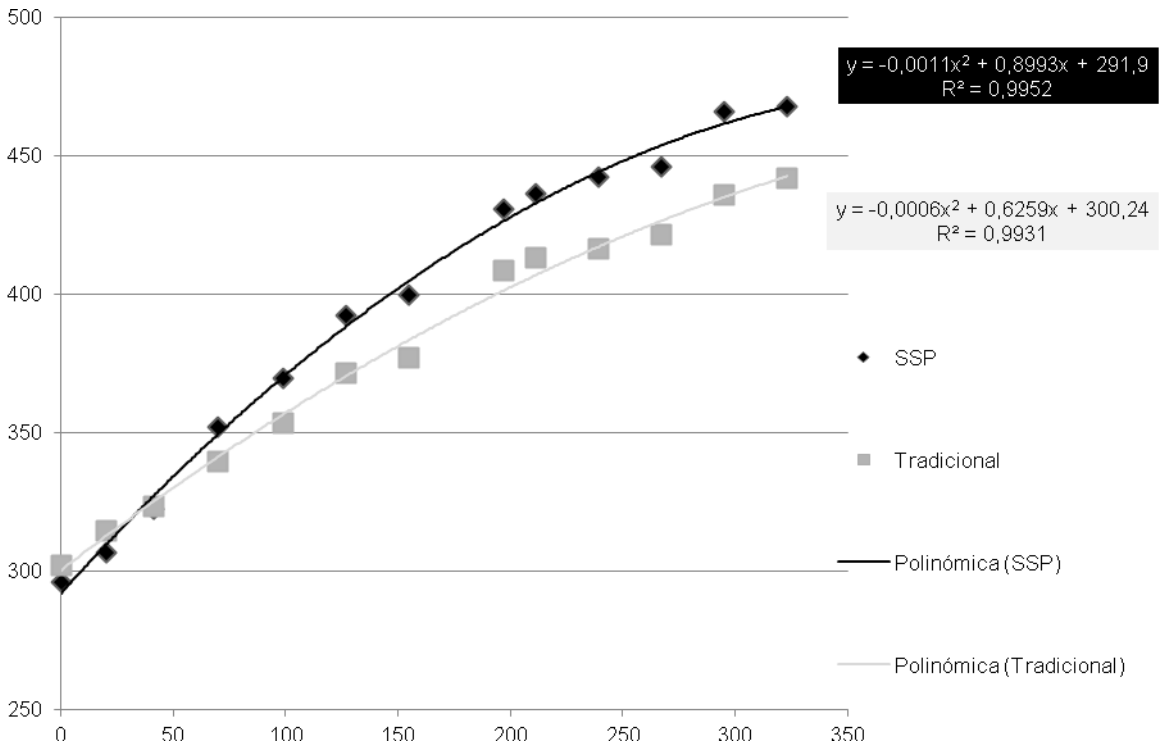


Figura 12. Comportamiento del peso de los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo

En el estudio existió una mejor respuesta animal en cuanto a ganancia de peso en el SSP, comparados con el ST, este comportamiento es debido a la alimentación de calidad y disponibilidad y a las condiciones ambientales que proveen los sistemas de ganadería con arboles; que se refleja en un mejor aprovechamiento de alimentos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Mahecha *et al*., (2001), quienes encontraron ganancias de peso de 619 g/animal/día en novillos Cebú comercial en silvopastoreo de *Eucalipto tereticornis* y *Panicum maximum*, bajo una densidad de siembra de 3m X 1.50m y una altura de árbol promedia de 5 metros. Estos resultados, comparados con el promedio factible de encontrar en la zona, en condiciones de pastoreo de monocultivo en época seca (200-400 g/animal/día), reflejan el potencial de uso de estos sistemas en ceba.

Pérez *et al*., *(*2008), observaron la tasa de crecimiento en toretes y encontraron que tanto la ganancia neta como la ganancia diaria fueron significativamente mayores (P<0,05) en los

animales que pastorearon en el sistema silvopastoril con respecto a los del monocultivo, registrándose ganancias de 486 y 369 g/animal/día para cada sistema, respectivamente.

Los resultados en ganancias de peso diario de este estudio, son superiores a los reportes del promedio nacional (0,350 kg./animal/día) y a los de la región de los Llanos Orientales con ganancias de peso de 0,2 a 0,3 kg./animal/día (Rincón, 2005), pero similares a los reportes de otros países suramericanos como Brasil (0,450 kg/animal/día) y Argentina (0,550 kg/animal/día) (FEDEGAN, 2006; citados por Santana *et al*., 2009).

Niveles de Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS)

Para los niveles de NUS en los bovinos se encontraron diferencias (R^2 0,7982) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,0119), la temporada (Pr>F <,0001), la fecha en la cual se tomó la muestra (Pr>F <,0001) y la relación sistema de pastoreo – fecha (tablas 19, 20 y 21, respectivamente); es así que en el SSP se registró un promedio de 8,83 ± 2,95 mg/dL, siendo mayor que en el ST el cual fue de 7,86 ± 2,49 mg/dL (tabla 19); durante la temporada lluvia, el BUN fue de 8,88 ± 3,01, siendo mayor respecto a la seca en la cual fue de 7,07 ± 1,09 (Tabla 20). Estos valores se ajustan al rango de referencia recomendado por Hammond (1992), para un balance de energía y proteína en la dieta, para bovinos de carne en condiciones tropicales.

Tabla 19. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo	n	Promedio
ST	27	8,83[a] ± 2,95
SPP	27	7,86[b] ± 2,40
Total general		8,34 ± 1,37

Letras diferentes indican diferencias estadísticas P≤0,05.

Tabla 20. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada temporada

Temporada	n	Promedio
Lluvia	38	8,88[a] ± 3,05
Seca	16	7,07[b] ± 1,09
Total general		8,34 ± 1,37

Letras diferentes indican diferencias estadísticas P≤0,05.

En cuanto a la interacción sistema de pastoreo – fecha de muestreo no se observaron diferencias del 07/04/2011 al 20/06/2011 entre los sistemas evaluados, pero en la primera evaluación los niveles eran altos y disminuyeron en el segundo muestreo en los sistemas de pastoreo; en el 09/09/2011 se presentó diferencia entre los sistemas de pastoreo, siendo mayor en el SSP respecto al ST; del 07/12/2011 al 02/03/2012 no se observaron diferencias entre los sistemas de pastoreo manteniéndose constante los niveles de NUS (Tabla 21).

Tabla 21. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en bovinos para cada fecha por sistema de pastoreo

Fecha	SSP		ST		General
	n	Promedio	n	Promedio	
07/04/2011	5	12,74[a]	5	11,84[a]	12,29
20/06/2011	5	5,78[a]	5	5,58[a]	5,68
09/09/2011	5	11,20[a]	5	7,78[b]	9,49
07/12/2011	4	8,18[a]	4	7,55[a]	7,86
20/01/2012	4	6,18[a]	4	6,40[a]	6,29
02/03/2012	4	8,13[a]	4	7,58[a]	7,85

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada fecha P≤0,05.

Con la información anterior se desarrollaron modelos de regresión polinomial de cuarto orden para predecir el nivel de NUS por animal durante el periodo de estudio en cada uno de los sistemas evaluados; los resultados obtenidos corroboran el mayor nivel de NUS en los bovinos en el SSP (R^2 0,9954) respecto al ST (R^2 0,999) durante el muestreo realizado el 09/09/2011; por otra parte se observan dos periodos de disminución de los niveles de NUS y dos de aumento (Figura 15).

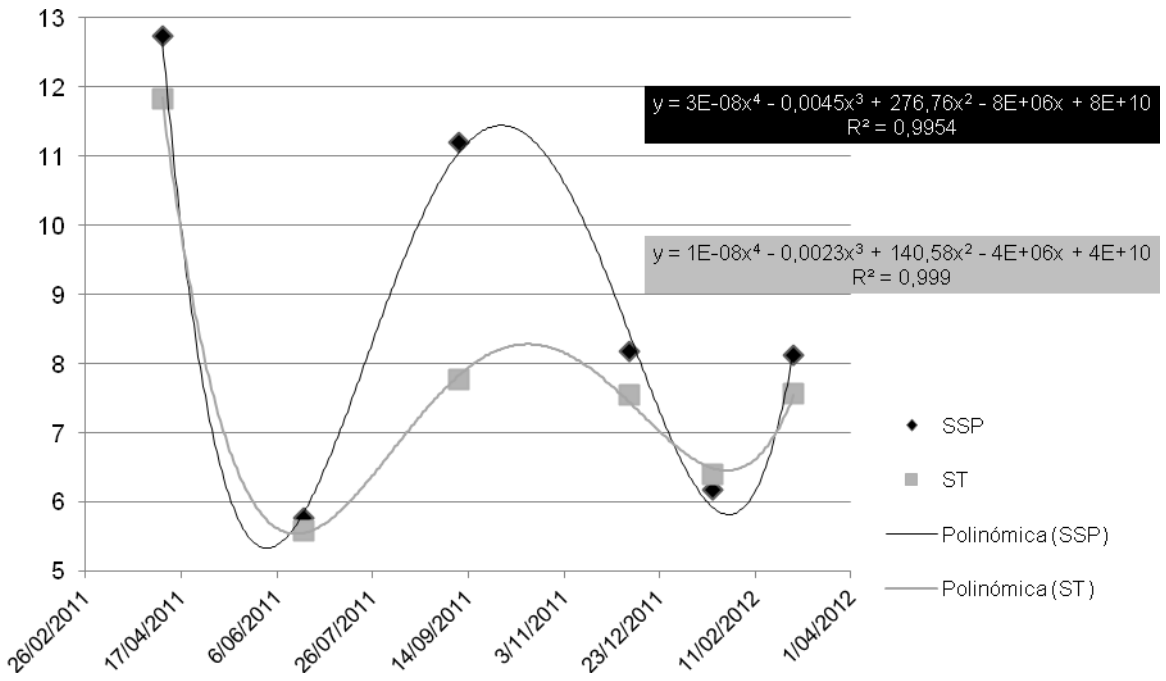


Figura 13. Niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS) en los bovinos para cada uno de los sistemas de pastoreo evaluados por frecuencia de muestreo

El uso de la determinación del nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) es una técnica que permite medir el estatus energético proteico en bovinos de carne a partir de un muestreo obtenido en tiempos estratégicos relacionados a los ciclos de producción, cambios en la alimentación, cambios estaciónales del pastizal. Este indicador junto al peso refleja los efectos de la nutrición en el tiempo, permitiendo determinar en corto tiempo los cambios en el estatus nutricional.

El NUS puede ser empleado para evaluar la respuesta biológica a la suplementación proteica o energética y los cambios en la cantidad o calidad del forraje. El criterio para iniciar o incrementar el nivel de suplementación proteica podría ser cuando el promedio de una muestra representativa de los bovinos presenta una concentración de NUS menor a 7 mg/dl o el 25% de los animales de la muestra presentan una concentración menor a 6 mg/dL. Bajo estas condiciones existe una respuesta muy favorable en ganancia de peso vivo en la suplementación proteica en vacas de cría y en novillos de ceba.

Disponibilidad y calidad forrajera

Para la disponibilidad de forraje verde (FV) el promedio general fue de 7.433,9 ± 877,3 kg/ha (C.V. 11,80%) con diferencias (R^2 0,9398) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,0002) y por la fecha de muestreo (Pr>F <,0001); en cuanto al sistema de pastoreo, FV fue mayor para el SSP (8.240,7 ± 2.760,7 kg/ha) respecto al ST (6627,1 ± 1.927,7 kg/ha); para la disponibilidad de forraje seco (FS) el promedio general fue de 2.135,3 ± 245,6 kg/ha (C.V. 11,56%) sin diferencias (R^2 0,8264) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,1557) y con diferencias para la fecha de muestreo (Pr>F 0,0036); para el sistema de pastoreo a pesar de no existir diferencias se observó una tendencia a ser mayor para el SSP (2.202,6 ± 441,1 kg/ha) respecto al ST (2.068,1 ± 378,4 kg/ha) (Tabla 22).

Para la calidad forrajera la materia seca (MS) presentó un promedio general fue de 30,48 ± 1,82% (C.V. 5,96%) con diferencias (R^2 0,9638) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F <,0001) y la fecha de muestreo (Pr>F <,0001); en cuanto al sistema de pastoreo fue mayor para el ST (32,53 ± 5,89%) respecto al SSP (28,44 ± 6,89%); para la ceniza el promedio general fue de 5,93 ± 0,49% (C.V. 8,22%) con diferencias (R^2 0,7553) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,0120) y para la fecha de muestreo (Pr>F 0,0493); en cuanto al sistema de pastoreo fue mayor para el SSP (6,19 ± 0,66%) respecto al ST (5,67 ± 0,63%); en proteína cruda (PC) el promedio general fue de 6,67 ± 1,12% (C.V. 16,80%) con diferencias (R^2 0,7175) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,0007) y sin diferencias para la fecha de muestreo (Pr>F 0,3732); en cuanto al sistema de pastoreo fue menor para el ST (5,78 ± 0,79%) respecto al SSP (7,55 ± 1,46%); para la fibra detergente neutro (FDN) el promedio general fue de 71,64 ± 2,26% (C.V. 3,15%) sin diferencias (R^2 0,7875) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,5528) y con diferencias para la fecha de muestreo (Pr>F 0,0102); para la fibra detergente ácido (FDA) el promedio general fue de 35,45 ± 2,81% (C.V. 7,93%) sin diferencias (R^2 0,5823) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,3104) y para la fecha de muestreo (Pr>F 0,3076); en el extracto etéreo (EE) el promedio general fue de 1,15 ± 0,33% (C.V. 28,48%) sin diferencias (R^2 0,9004) por efecto del sistema de pastoreo (Pr>F 0,1556) y con diferencias para la fecha de muestreo (Pr>F 0,0001); por último la degradación *in vitro* (DI) el promedio general fue de 70,32 ± 3,31% (C.V. 4,70%) sin diferencias (R^2 0,4540) por el

sistema de pastoreo (Pr>F 0,3444) y para la fecha de muestreo (Pr>F 0,6834) (la tabla 22 presenta el detalle de las observaciones descritas).

Tabla 22. Disponibilidad y calidad forrajera por sistema de pastoreo

Variable	n	Sistema		General
		SSP	ST	
FV (kg/ha)	15	8.240,7[a] ± 277,00	6.627,1[b] ± 192,77	7.433,9 ± 877,3
FS (hg/ha)	15	2.202,6[a] ± 44,11	2.068,1[a] ± 37,84	2.130,0 ± 245,6
MS (%)	15	28,44[b] ± 6,89	32,53[b] ± 5,89	30,48 ± 1,82
PC (%)	15	7,55[a] ± 1,46	5,78[b] ± 0,79	6,67 ± 1,12
FDN (%)	15	71,39[a] ± 3,81	71,89[a] ± 3,06	71,64 ± 2,26
FDA (%)	15	34,91[a] ± 3,29	35,99[a] ± 2,73	35,45 ± 2,81
EE (%)	15	1,24[a] ± 0,77	1,06[a] ± 0,69	1,15 ± 0,33
Ceniza (%)	15	6,19[a] ± 0,66	5,67[b] ± 0,63	5,93 ± 0,49
DI (%)	9	71,10[a] ± 3,98	69,53[a] ± 1,68	70,32 ± 3,31

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada variable P≤0,05.

En cuanto a las diferencias de disponibilidad de FV por cada fecha de evaluación se observó en general una mayor cantidad durante las primeras fechas de evaluación y una menor cantidad en las últimas fechas, lo cual es diferente al comportamiento del FS el cual presentó su mayor cantidad durante una fecha intermedia del estudio (20/10/2011), mientras que los menores valores se encuentran en la últimas fechas (Tabla 23).

Tabla 23. Disponibilidad de forraje verde (FV) y seco (FS) para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en kg/ha)

Fecha	FV			FS		
	General (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)	**General** (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)
08/05/2011	7.355,0[abcd] ± 292,7	7.148,0	7.562,0	1.981,5[ab] ± 349,2	1.734,6	2.228,5
16/06/2011	9.745,0[a] ± 2.676,3	11.637,4	7.852,6	2.303,3[ab] ± 303,1	2.517,6	2.089,0
01/07/2011	9.800,4[a] ± 1.648,1	10.965,8	8.635,0	2.529,4[ab] ± 65,7	2.575,9	2.483,0
15/07/2011	10.261,0[a] ± 1.974,2	11.657,0	8.865,0	2.482,7[ab] ± 184,1	2.352,5	2.612,9
12/08/2011	9.175,2[abc] ± 1.344,1	10.125,6	8.224,8	2.549,5[ab] ± 180,3	2.677,0	2.422,0
09/09/2011	5.652,0[cde] ± 462,4	5.979,0	5.325,0	1.817,0[b] ± 35,6	1.842,1	1.791,8
23/09/2011	8.413,3[abcd] ± 2.353,4	10.077,4	6.749,2	2.261,6[ab] ± 480,0	2.601,0	1.922,2
20/10/2011	10.500,0[a] ± 2.262,7	12.100,0	8.900,0	2.795,8[a] ± 492,7	3.144,2	2.447,5
04/11/2011	9.282,5[ab] ± 731,9	9.800,0	8.765,0	2.439,3[ab] ± 184,3	2.309,0	2.569,6
16/12/2011	7.179,2[abcde] ± 728,0	7.694,0	6.664,4	2.076,3[ab] ± 6,3	2.080,7	2.071,8
29/12/2011	5.799,5[bcde] ± 865,9	6.411,8	5.187,2	1.709,7[b] ± 194,8	1.847,4	1.571,9
12/01/2012	4.893,1[de] ± 869,9	5.508,2	4.278,0	1.694,5[b] ± 216,8	1.847,8	1.541,2
27/01/2012	4.432,8[e] ± 1.038,6	5.167,2	3.698,4	1.740,3[b] ± 256,3	1.921,5	1.559,0
10/02/2012	4.743,3[e] ± 300,5	4.955,8	4.530,8	1.639,5[b] ± 171,4	1.518,3	1.760,7
24/02/2012	4.276,1[e] ± 152,0	4.383,6	4.168,6	2.009,8[ab] ± 84,8	2.069,7	1.949,8

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada fecha de evaluación P≤0,05.

El comportamiento del FV durante el tiempo de estudio permitió establecer dos periodos de crecimiento y dos de decrecimiento a través de modelos de regresión polinomial de quinto orden, los cuales muestran una tendencia de ser mayor los niveles de FV para el SSP respecto al ST, cada uno con unos altos coeficientes de determinación (R^2 0,8183 y 0,7978, respectivamente) (Figura 14).

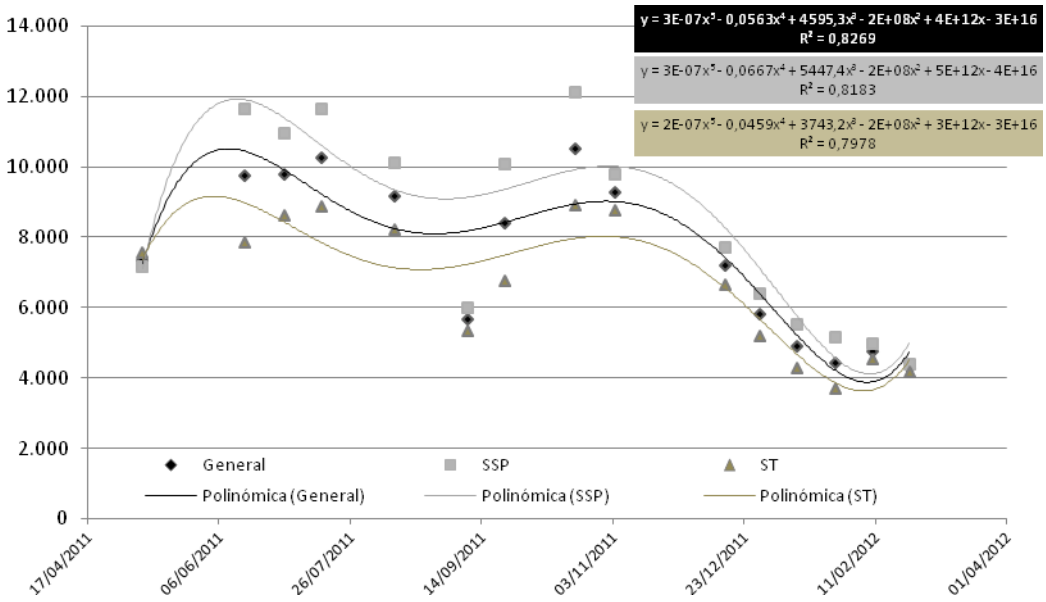


Figura 14. Comportamiento del forraje verde (FV) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en kg/ha)

En cuanto al comportamiento del FS se establecieron tres periodos de crecimiento y dos de decrecimiento a través de modelos de regresión polinomial de sexto orden, los cuales muestran una tendencia a ser mayores los niveles de FV para el SSP respecto al ST; no obstante los coeficientes de determinación son menores (R^2 0,6385 y 0,6639, respectivamente) (Figura 15).

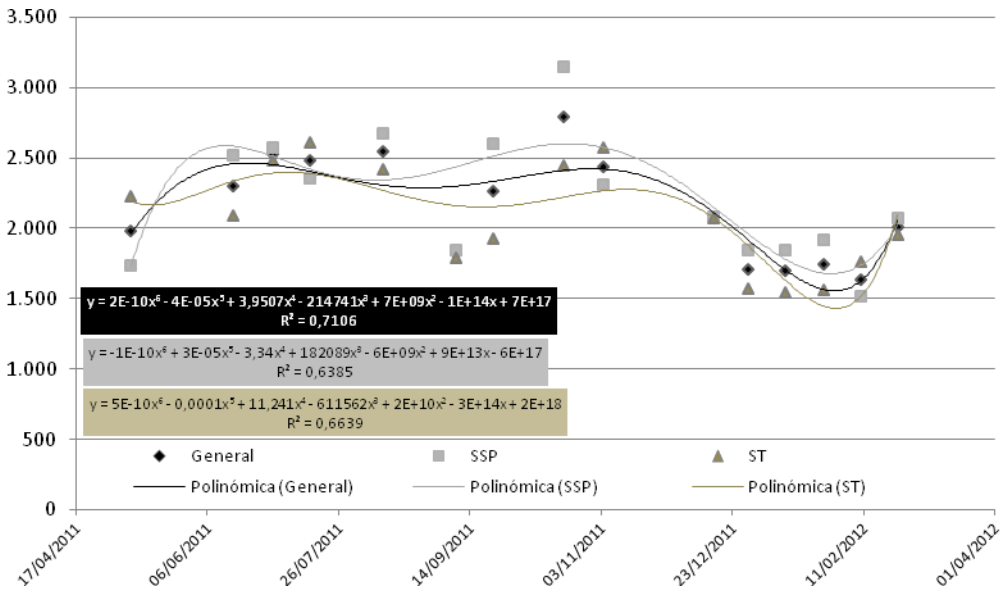


Figura 15. Comportamiento del forraje seco (FS) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en kg/ha)

Para la MS, el comportamiento fue diferente por cada fecha de evaluación, con tendencia a ser mayor durante las últimas fechas, mientras que para la ceniza esta fue similar para el promedio general (Tabla 24).

Tabla 24. Materia seca (MS) y ceniza del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje)

Fecha	MS			Ceniza		
	General (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)	**General** (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)
08/05/2011	26,87^{de} ± 3,68	24,27	29,47	6,30^{a} ± 0,57	6,70	5,90
16/06/2011	24,12^{de} ± 3,51	21,63	26,60	6,55^{a} ± 0,07	6,50	6,60
01/07/2011	26,12^{de} ± 3,72	23,49	28,76	5,95^{a} ± 0,07	5,90	6,00
15/07/2011	24,83^{e} ± 6,57	20,18	29,47	6,70^{a} ± 0,42	7,00	6,40
12/08/2011	27,94^{cde} ± 2,13	26,44	29,45	6,00^{a} ± 0,00	6,00	6,00
09/09/2011	32,23^{cd} ± 2,01	30,81	33,65	6,50^{a} ± 0,14	6,40	6,60
23/09/2011	27,14^{de} ± 1,89	25,81	28,48	6,25^{a} ± 0,49	6,60	5,90
20/10/2011	26,74^{de} ± 1,07	25,99	27,50	6,50^{a} ± 1,27	7,40	5,60
04/11/2011	26,44^{de} ± 4,07	23,56	29,32	5,95^{a} ± 0,92	6,60	5,30
16/12/2011	29,07^{cde} ± 2,86	27,04	31,09	5,50^{a} ± 0,28	5,70	5,30
29/12/2011	29,56^{cde} ± 1,05	28,81	30,30	5,10^{a} ± 0,57	5,50	4,70
12/01/2012	34,79^{ab} ± 1,75	33,55	36,03	5,40^{a} ± 0,57	5,80	5,00
27/01/2012	39,67^{ab} ± 3,51	37,18	42,15	4,95^{a} ± 0,21	5,10	4,80
10/02/2012	34,75^{bc} ± 5,82	30,64	38,86	5,70^{a} ± 0,99	6,40	5,00
24/02/2012	46,99^{a} ± 0,31	47,22	46,77	5,60^{a} ± 0,57	5,20	6,00

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada fecha de evaluación P≤0,05.

Con estos datos se determinó el comportamiento de la MS durante el tiempo de estudio estableciendo dos periodos de crecimiento y dos de decrecimiento a través de modelos de regresión polinomial de sexto orden, los cuales muestran una tendencia de niveles mayor para el ST respecto al SSP, cada uno con unos altos coeficientes de determinación (R^2 0,8168 y 0,9041, respectivamente) (Figura 16).

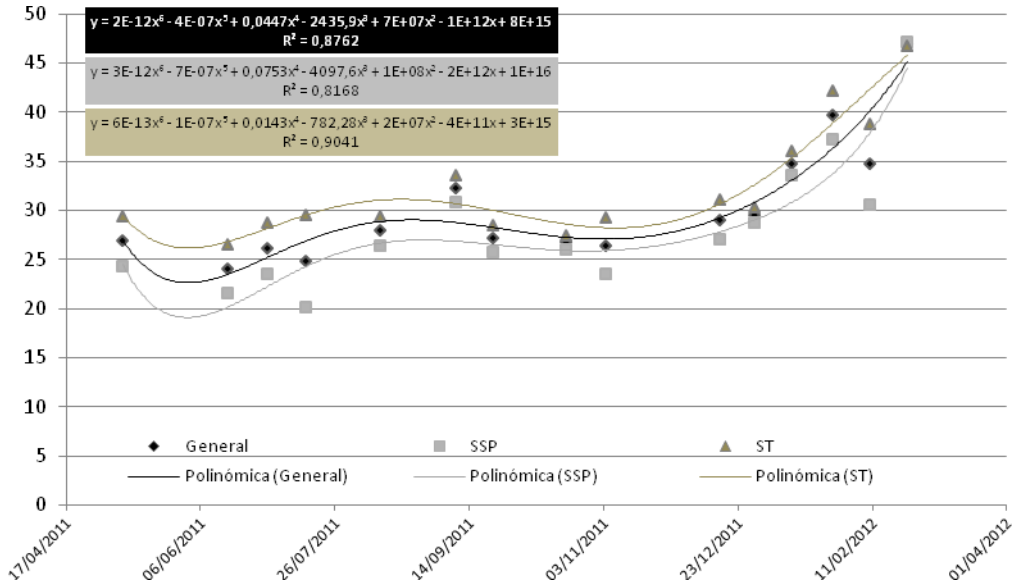


Figura 16. Comportamiento de la materia seca (MS) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje)

En cuanto a la PC, a pesar de no existir diferencias por cada fecha de evaluación, se observó una tendencia a ser mayor durante las primeras fechas de evaluación (Tabla 25).

Tabla 25. Proteína cruda (PC) del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje)

Fecha	PC				
	General (n=2)			**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)
08/05/2011	8,75[a]	±	3,09	10,94	6,56
16/06/2011	7,00[a]	±	0,00	7,00	7,00
01/07/2011	7,22[a]	±	1,55	8,31	6,13
15/07/2011	7,22[a]	±	1,55	8,31	6,13
12/08/2011	6,13[a]	±	0,62	6,56	5,69
09/09/2011	6,78[a]	±	0,93	7,44	6,13
23/09/2011	6,13[a]	±	1,24	7,00	5,25
20/10/2011	7,22[a]	±	2,17	8,75	5,69
04/11/2011	5,71[a]	±	0,58	6,13	5,30
16/12/2011	5,91[a]	±	1,55	7,00	4,81
29/12/2011	7,66[a]	±	2,78	9,63	5,69
12/01/2012	5,69[a]	±	1,24	6,56	4,81
27/01/2012	5,69[a]	±	1,24	6,56	4,81
10/02/2012	6,56[a]	±	1,86	7,88	5,25
24/02/2012	6,34[a]	±	1,55	5,25	7,44

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada fecha de evaluación P≤0,05.

Con estos datos se determinó el comportamiento de la PC durante el tiempo de estudio estableciendo en general un decrecimiento y una tendencia de niveles mayores para el SSP respecto al ST (R^2 0,5363 y 0,8215 para el SSP y ST, respectivamente) (Figura 17).

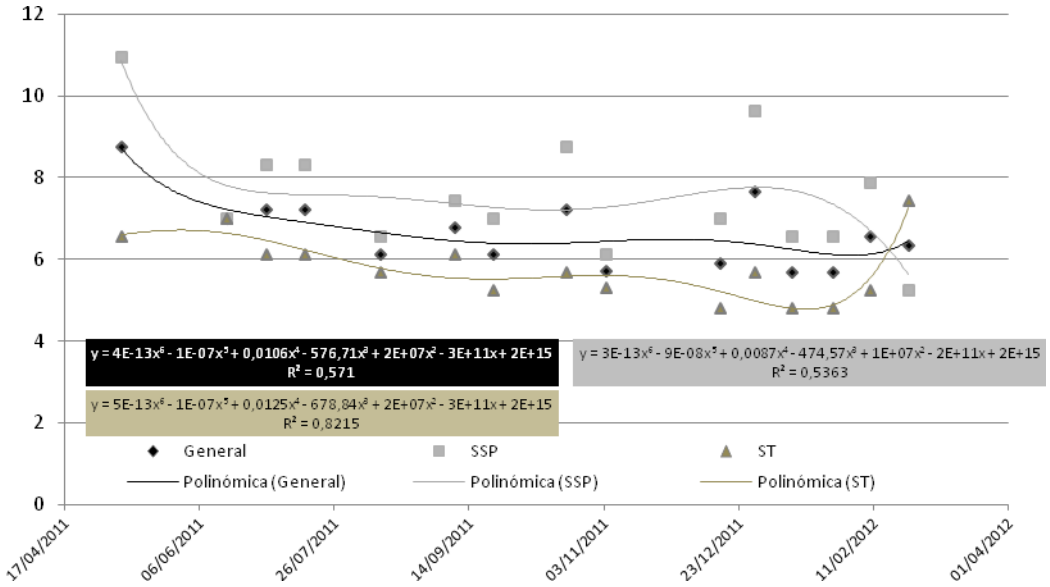


Figura 17. Comportamiento de la proteína cruda (PC) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje)

En cuanto a la Fibra Detergente Neutro (FDN) presentó un decrecimiento durante el periodo de estudio, mientras que no se observó una tendencia para la FDA (Tabla 26).

Tabla 26. Fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) del material forrajero para cada sistema de pastoreo por fecha de evaluación (en porcentaje)

Fecha	FDN			FDA		
	General (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)	**General** (n=2)	**SSP** (n=1)	**ST** (n=1)
08/05/2011	74,80^{a} ± 1,13	74,00	75,60	36,00^{a} ± 4,53	32,80	39,20
16/06/2011	72,00^{ab} ± 0,00	72,00	72,00	37,30^{a} ± 0,99	38,00	36,60
01/07/2011	71,10^{ab} ± 4,67	67,80	74,40	35,80^{a} ± 5,09	32,20	39,40
15/07/2011	74,20^{a} ± 1,13	75,00	73,40	35,00^{a} ± 3,11	32,80	37,20
12/08/2011	76,00^{a} ± 1,98	77,40	74,60	41,90^{a} ± 0,14	42,00	41,80
09/09/2011	69,76^{ab} ± 0,62	70,20	69,32	32,40^{a} ± 0,57	32,80	32,00
23/09/2011	76,30^{a} ± 2,69	74,40	78,20	35,10^{a} ± 2,97	37,20	33,00
20/10/2011	71,40^{ab} ± 1,41	72,40	70,40	34,90^{a} ± 2,69	33,00	36,80
04/11/2011	73,40^{ab} ± 0,28	73,60	73,20	35,90^{a} ± 0,99	35,20	36,60
16/12/2011	70,10^{ab} ± 2,12	71,60	68,60	35,90^{a} ± 0,71	36,40	35,40
29/12/2011	64,60^{b} ± 3,11	62,40	66,80	32,90^{a} ± 0,99	32,20	33,60
12/01/2012	68,00^{ab} ± 3,11	65,80	70,20	34,00^{a} ± 1,13	33,20	34,80
27/01/2012	70,50^{ab} ± 0,42	70,80	70,20	36,30^{a} ± 1,56	37,40	35,20
10/02/2012	71,30^{ab} ± 1,56	70,20	72,40	32,70^{a} ± 4,38	29,60	35,80
24/02/2012	71,10^{ab} ± 2,97	73,20	69,00	35,60^{a} ± 4,53	38,80	32,40

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada fecha de evaluación P≤0,05.

El comportamiento decreciente de la FDN se estableció a través de un modelo de regresión polinomial de sexto orden (R^2 0,4901 y 0,5241 para el SSP y ST, respectivamente) (Figura18).

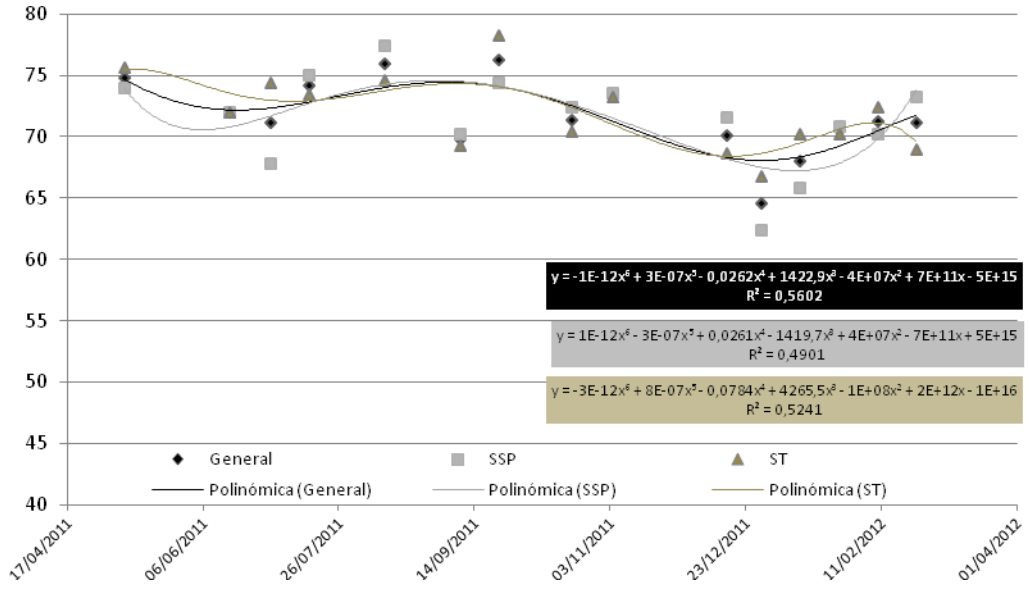


Figura 18. Comportamiento de la fibra detergente neutro (FDN) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje)

En cuanto a la Fibra Detergente Acida (FDA), a través del modelo un regresión polinomial de sexto orden, se estableció que al existir un incremento en alguno de los sistemas de pastoreo, el otro sistema sufre un decrecimiento aunque los coeficientes de determinación fueron bajos (R^2 0,1396 y 0,4186 para el SSP y ST, respectivamente) (Figura 19).

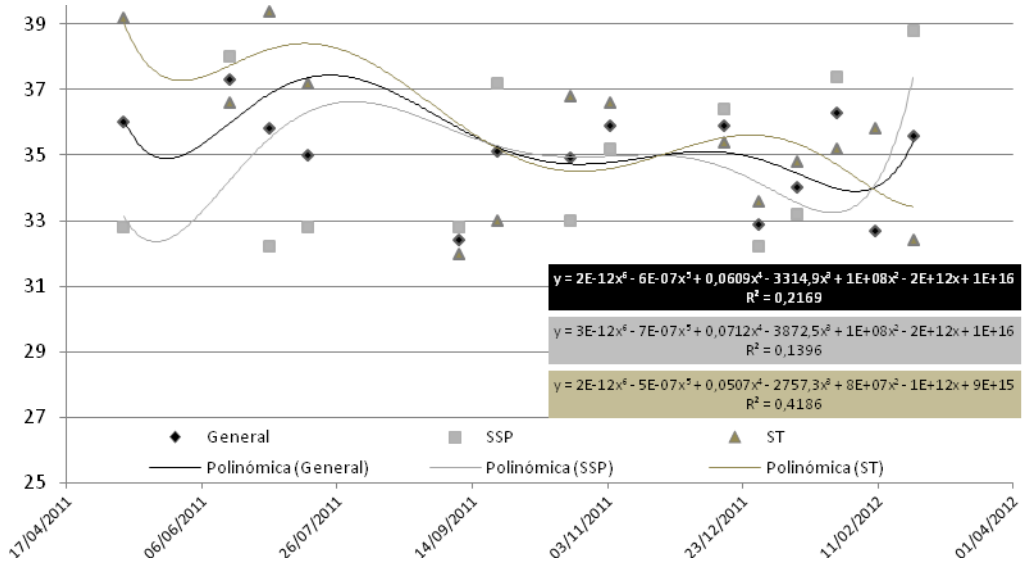


Figura 19. Comportamiento de la fibra detergente ácido (FDA) para cada sistema de pastoreo durante el tiempo de estudio (en porcentaje)

En cuanto a la FDA no se presentaron diferencias entre los dos sistemas, aunque se observa una superioridad porcentual para esta variable en el sistema tradicional, lo anterior debe afectar la digestibilidad del forraje de este sistema; de esta manera, la sombra proporcionada por los arboles puede incrementar la digestibilidad del forraje, permitiendo así una mejor asimilación de nutrientes por el animal.

De acuerdo a Pezo e Ibrahim (1998) la calidad de las pasturas mejora en los sistemas silvopastoriles especialmente cuando existen árboles o arbustos leguminosos; además, el aporte de los frutos de las leñosas complementa la nutrición de los animales, especialmente en las épocas secas.

De acuerdo con Giraldo *et al*., (1995), la producción de forraje normalmente decrece a medida que el porcentaje de la cobertura de los árboles aumenta y esa disminución del rendimiento de MS se observa principalmente a partir del 50% de cobertura. No obstante, muchas especies de gramíneas crecen mejor debajo de los árboles y presentan mejor calidad nutritiva (mayor contenido de PB) comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar (Botero y Russo, 2000; Hernández *et al*., 2000).

La introducción de árboles en la pradera, desde el punto de vista productivo, ofrecen forraje con un alto contenido de proteína y minerales esenciales, además de una alta digestibilidad (Rodríguez *et al.*, 2001).

Pezo e Ibrahim (1999) plantearon que la respuesta a la sombra es diferente entre las especies de pastos tropicales (C4) y existen algunas que pueden tolerar o no el sombreamiento. Dicha tolerancia se expresa principalmente en la disminución de la tasa de crecimiento en una misma especie en condiciones de sombra. Estos autores describen a *B. decumbens* como tolerante a niveles medios de sombreamiento. Norton *et al.,* (1991) sugieren que estas especies resultan de gran importancia para su inclusión en sistemas silvopastoriles.

Efecto de las variables evaluadas sobre la ganancia de peso diario por sistema de pastoreo

Se evaluó el efecto que presentó el sistema de pastoreo sobre las variables incluidas en el estudio: Los resultados obtenidos indican que la ganancia de peso diaria (R-cuadrado 0,984214, Pr>F 0,0341), temperatura mínima (R-cuadrado 0,879735, Pr>F <,0001), máxima (R-cuadrado 0, 974011, Pr>F <,0001), rango (R-cuadrado 0, 975545, Pr>F <,0001) y promedio (R-cuadrado 0, 901023, Pr>F 0,0008), humedad relativa mínima (R-cuadrado 0, 983309, Pr>F <,0001), rango (R-cuadrado 0, 982730, Pr>F <,0001) y promedio (R-cuadrado 0, 795743, Pr>F 0,0206), *Haematobia irritans* (R-cuadrado 0,974917, Pr>F 0,0054), forraje verde (R-cuadrado 0,931857, Pr>F 0,0024), materia seca (MS) (R-cuadrado 0,978586, Pr>F <,0001), proteína cruda (PC) (R-cuadrado 0,776470, Pr>F 0,0029), ceniza (R-cuadrado 0,792527, Pr>F 0,0133) y ganancia de peso diaria (R-cuadrado 0,984214, Pr>F 0,0341)

fueron afectadas; mientras que el forraje seco (R-cuadrado 0,810172, Pr>F 0,2716), la fibra detergente neutro (FDN) (R-cuadrado 0,892571, Pr>F 0,7318), ácido (FDA) (R-cuadrado 0,724296, Pr>F 0,2037), extracto etéreo (EE) (R-cuadrado 0,900718, Pr>F 0,2759) y nitrógeno ureico en sangre (BUN) (R-cuadrado 0,801171, Pr>F 0,0673) no fueron afectadas; por otra parte el mes de estudio afecto las variables a excepción de la humedad relativa promedio, *Haematobia irritans*, PC, FDN y ceniza (Tabla 27).

Tabla 27. Efecto del sistema de pastoreo sobre las variables evaluadas

Variable		R-cuadrado	Pr > F	Sistema de pastoreo			Mes
				Pr > F	SSP	ST	Pr > F
Temperatura (°C)	**Mínima**	0,879735	0,0046	<,0001	22,08 [a]	21,28 [b]	0,1281
	Máxima	0,974011	<,0001	<,0001	32,04 [b]	35,98 [a]	0,0005
	rango	0,975545	<,0001	<,0001	9,95 [b]	14,70 [a]	0,0010
	promedio	0,901023	0,0020	0,0008	26,02 [b]	26,81 [a]	0,0053
Humedad relativa (%)	**mínima**	0,983309	<,0001	<,0001	58,89 [a]	46,26 [b]	<,0001
	máxima	0,959419	<,0001	0,9633	95,95 [a]	95,92 [a]	<,0001
	rango	0,982730	<,0001	<,0001	37,06 [b]	49,67 [a]	<,0001
	promedio	0,795743	0,0363	0,0206	82,56 [a]	76,89 [b]	0,0575
Haematobia irritans (n)		0,974917	0,0054	0,0002	95,0 [b]	198,9 [a]	0,0515
Forraje verde (kg/ha)		0,931857	0,0004	0,0024	8.721,1 [a]	7.035,5 [b]	0,0006
Forraje seco (kg/ha)		0,810172	0,0275	0,2716	2.271,1 [a]	2.138,9 [a]	0,0234
MS (%)		0,978586	<,0001	<,0001	27,43 [b]	31,51 [a]	<,0001
PC (%)		0,776470	0,0505	0,0029	7,63 [a]	5,85 [b]	0,2325
FDN (%)		0,892571	0,0029	0,7318	72,01 [a]	72,21 [a]	0,0021
FDA (%)		0,724296	0,1055	0,2037	35,23 [a]	35,54 [a]	0,1022
EE (%)		0,900718	0,0021	0,2759	1,32 [a]	1,16 [a]	0,0016
Ceniza (%)		0,792527	0,0384	0,0133	6,30 [a]	5,73 [b]	0,0725
BUN (mg/dl)		0,801171	0,0328	0,0673	8,27 [a]	7,19 [a]	0,0365
Ganancia de peso (g/día)		0,984214	<,0001	0,0341	0,652 [a]	0,531 [b]	<,0001

Letras diferentes indican diferencias estadísticas para cada variable para cada variable por sistema de pastoreo P≤0,05.

En cuanto a la relación de las variables evaluadas con la ganancia diaria de peso por cada sistema de pastoreo se encontró para el SSP dependencias negativas de la temperatura mínima, máxima, rango y promedio (11,95, 7,30, 4,49 y 30,30%, respectivamente), rango de humedad (7,24%) y MS (26,12%), mientras que las dependencias positivas fueron de la humedad relativa mínima, máxima y promedio (14,47, 19,98 y 22,40), *Haematobia irritans* (12,60%), forraje verde y seco (60,77 y 77,19%), PC (23,30%), FDN (12,13%), FDA (1,25%), EE (6,83%), Ceniza (56,83%) y BUN (27,59%), incidiendo significativamente (Pr |r| <,05) la

temperatura mínima, máxima, rango y promedio, humedad relativa mínima y promedio, *Haematobia irritans*, forraje verde, MS, PC y ceniza; para el ST las dependencias negativas de la temperatura mínima y promedio (8,29 y 34,63%, respectivamente), humedad mínima (7,22%), MS (28,95%), PC (5,93%), FDN (20,65%) y ceniza (0,78%), mientras que las dependencias positivas fueron de la temperatura máxima y el rango (17,24% para cada una), humedad relativa máxima, rango y promedio (15,25, 18,20 y 30,13%, respectivamente), *Haematobia irritans* (37,98%), forraje verde y seco (37,98 y 31,33%, respectivamente), FDA (21,86%), EE (4,72%) y BUN (25,29%), sin incidencias significativamente (Pr |r| <,05) de las variables (Tabla 28).

Tabla 28. Coeficientes de correlación parciales para la ganancia de peso diario en los bovinos en estudio respecto a las variables evaluadas por sistema de pastoreo

Variable		SSP		ST	
		r	**Pr > |r|**	**r**	**Pr > |r|**
Temperatura	**mínima**	-0,11952	0,7423	-0,08289	0,8199
	máxima	-0,07302	0,8411	0,17235	0,6340
	rango	-0,04491	0,9020	0,17240	0,6339
	promedio	-0,30304	0,3947	-0,34625	0,3270
Humedad relativa	**mínima**	0,14472	0,6900	-0,07223	0,8428
	máxima	0,19975	0,5801	0,15249	0,6741
	rango	-0,07420	0,8386	0,18196	0,6149
	promedio	0,22396	0,5339	0,30131	0,3975
Haematobia irritans		0,12597	0,7288	0,35263	0,3176
Forraje verde		0,60768	0,0624	0,37977	0,2791
Forraje seco		0,77185	0,0089	0,31332	0,3780
MS		-0,26124	0,4660	-0,28951	0,4172
PC		0,23300	0,5171	-0,05928	0,8708
FDN		0,12132	0,7385	-0,20646	0,5671
FDA		0,01251	0,9726	0,21858	0,5441
EE		0,06832	0,8512	0,47168	0,1687
Ceniza		0,56832	0,0865	-0,00777	0,9830
BUN		0,27586	0,4404	0,25293	0,4808

Coeficientes de correlación parciales = r

Pr > |r| indica incidencia significativa (P≤,05) de la variables evaluadas sobre la ganancia de peso diaria.

Con los resultados anteriores se incluyeron en el modelo de predicción aquellas variables con incidencia significativa (Pr > |r| ≤,05) para el SSP, además de incluir solo una variable de temperatura y humedad y que permitieran explicar su comportamiento (rango de temperatura y

humedad); los resultados obtenidos muestran un coeficiente de determinación múltiple (Adj R-Sq) de 0,8633 lo que indica que la variación total en moscas ha sido explicada por la ecuación en un 86,33% y un coeficiente de correlación simple (R-cuadrado) de 0,9696 entre los valores muestrales de la ganancia diaria de peso respecto a las estimaciones de los valores proporcionados por el modelo; para el ST el coeficiente de determinación múltiple fue de 0,5323 y un coeficiente de correlación simple de 0,4739 (Tabla 29).

Tabla 29. Estadísticos de los modelos de predicción para la ganancia de peso diaria bovina en cada sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo	**SSP**		**ST**	
Pr > F	0,1023		0,8990	
R-cuadrado	0,9696		0,5323	
Adj R-Sq	0,8633		0,4739	
Variables	**Valor estimado**	**Pr > |t|**	**Valor estimado**	**Pr > |t|**
Termino independiente	-9,35539000	0,0328	-9,82444000	0,4858
Rango de temperatura (°C)	0,19264000	0,6388	-0,70422000	0,6100
Rango de humedad (%)	0,02644000	0,7276	0,33114000	0,4853
Haematobia irritans (n)	-0,01321000	0,0887	0,00201000	0,7984
Materia seca (%)	0,08801000	0,1696	0,02131000	0,8866
Proteína cruda (%)	0,30430000	0,1091	0,81956000	0,5114
Forraje verde (kg/ha)	0,00042356	0,0300	0,00032422	0,4813
Ceniza (%)	-0,01052000	0,9733	-0,67876000	0,6382

La ecuación de predicción establecida para el SSP fue:

Ganancia de peso por día = -9,35539
+ (0,19264 X rango de temperatura (°C))
+ (0,02644 X Rango de humedad (%))
– (0,01321 X *Haematobia irritans* (n))
+ (0,08801 X Materia seca (%))
+ (0,30430 X Proteína cruda (%))
+ (0,00042356 X Forraje verde (kg/ha))
– (0,01052 X Ceniza (%))

Para este sistema de pastoreo SSP el modelo indica que la ganancia de peso es favorecida cuando existen rangos de temperatura y humedad altos (diferencia entre temperatura y humedad mínima y máxima altas) ya que dichos rangos son menores respecto al ST; así mismo los altos niveles de MS, PC y FV favorecen la ganancia de peso, pero se ve disminuido por un aumento en el número de mosca *Haematobia irritans* y cenizas.

La ecuación de predicción establecida para el ST fue:

Ganancia de peso por día = -9,82444
– (0, 70422 X rango de temperatura (°C))
+ (0, 33114 X Rango de humedad (%))
+ (0,00201 X *Haematobia irritans* (n))
+ (0,02131 X Materia seca (%))
+ (0,81956 X Proteína cruda (%))
+ (0,00032422 X Forraje verde (kg/ha))
– (0,67876 X Ceniza (%))

Para este sistema de pastoreo ST el modelo indica que la ganancia de peso es favorecida cuando aumentan los niveles de MS, PC y FV, pero se ve disminuida por aumento en el rango de temperatura (diferencia entre temperatura mínima y máxima altas) ya que dicho rango es mayor respecto al SSP; por otra parte, altos rangos de humedad, altos niveles de MS, PC y FV favorecen la ganancia de peso.

Aporte de información para contribuir al diseño de estrategias de manejo de las infestaciones por moscas hematófagas en los bovinos

De acuerdo a los resultados de este estudio se proponen algunas estrategias de manejo de prevención y control de las moscas hematófagas y en especial de la mosca *Haematobia irritans*.

Tener en cuenta los hábitos de vida de las moscas, por lo que es necesario una adecuada identificación de las especies de moscas que afectan a los bovinos y las variables climáticas que predisponen la presencia de estos parásitos; el combate eficaz requiere, del desarrollo de un programa integral, que permita eliminar las causales que dinamizan el problema.

El manejo integrado combina las técnicas de control disponibles, para mantener las poblaciones de moscas por debajo de niveles que puedan causar daño económico. Busca alternativas efectivas, de bajo costo y ambientalmente sostenible.

En los esquemas de manejo integrado de moscas picadoras, incluir el empleo de umbral de infestación, antes de decidir la aplicación de compuestos insecticidas químicos; el cual se puede establecer entre 200 y 300 moscas por animal, según Solari *et al.,* (2007), para el caso de *H. irritans*. Cuando sea indispensable la aplicación de químicos, se deben seleccionar los menos tóxicos, utilizar las dosis apropiadas y realizarlo con las mayores precauciones para la salud y el ambiente.

El manejo, almacenamiento, localización y utilización del estiércol y desechos orgánicos en los establos y potreros, deben estudiarse integralmente ya que son favorables para el desarrollo de moscas de bovinos por lo que se recomienda utilizar métodos de tratamiento de desechos como en compost o la inoculación con microorganismos eficientes; además establecer un lugar determinado para la buena disposición de desechos orgánicos y tratamiento de heces. No utilizar como fertilizantes heces ni residuos que no han sido tratados previamente. Desbaratar las bostas o boñigas en los potreros.

Implementar mecanismos preventivos como los sistemas de rotación de potreros, la convivencia con posibles controladores, parasitoides, utilizar trampas, rascaderos o bolsas espolvoreadas para reducir la población de moscas; proteger los enemigos naturales de las moscas como los escarabajos y avispas.

De acuerdo a Saueressing (2006), en estudios de control integrado de la mosca de los cuernos, hasta el momento los cucarrones coprófagos son los enemigos más viables. Sievers y Schwabe

(2003), afirman que la supervivencia de las pupas de *H. irritans* hasta la próxima temporada depende de la presencia de enemigos, la destrucción de la materia fecal por lluvia, pisoteo o rastra y del agotamiento de sus reservas energéticas.

La mejor estrategia para el control de *H. irritans*, en fincas ganaderas, es aumentar la cobertura vegetal para mantener una alta diversidad de escarabajos estercoleros para disminuir los sitios de anidamiento de las moscas.

En el estudio realizado, en los sistemas silvopastoriles (SSP), se observaron menos cantidades de moscas hematófagas en comparación con los sistemas de ganadería tradicional (ST), por lo que se recomienda la implementación de estos sistemas de ganadería sostenible como estrategia de manejo que estimula la diversificación y el control de moscas.

CONCLUSIONES

En cuanto a SSP

El presente estudio, fuera de aportar los elementos de juicio que permitieron cumplir y concluir los objetivos propuestos, contiene la línea base de variables e indicadores que permiten MODELAR, SIMULAR Y RECOMENDAR SISTEMAS SILVOPASTORILES, como estrategias de producción animal sostenible en este tipo de agroecosistemas.

En cuanto al comportamiento de los parásitos moscas

La especie de mosca hematófaga *Haematobia irritans* se encuentra presente en los dos sistemas de pastoreo y predomino tanto en la temporada seca como la temporada de lluvia.

En el sistema silvopastoril (SSP) de árboles dispersos, existió una reducción de las poblaciones de moscas Hematófagas de la especie *Haematobia irritans* sobre los bovinos en un 50% en las temporadas lluviosa y seca, existiendo diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

Existieron dependencias negativas de la temperatura mínima, máxima y promedio del 89,73, 51,61 y 59,29%, respectivamente, mientras que las dependencias positivas fueron de la humedad relativa mínima, máxima, promedio y la pluviosidad del 43,78, 56,01, 40,82 y 58,28%, respectivamente, incidiendo significativamente sobre la presencia de *Haematobia irritans;* en general fueron mayores las dependencias de las variables climáticas en el sistema tradicional respecto a la presencia de mosca *Haematobia irritans.*

En cuanto a la influencia de moscas sobre la ganancia de peso no se es concluyente, no se puede demostrar por número de datos, herramientas metodológicas y otras características del

estudio; no se demostró estadísticamente esta relación aunque se presenta resultados validos y de rigor científico de tendencias al respecto.

En cuanto a eficiencia del sistema

Los bovinos del sistema silvopastoril (SSP), presentaron mejor comportamiento en cuanto al peso vivo y la ganancia diaria de peso, con respecto al sistema de pastoreo tradicional (ST).

Existió una mejor respuesta de *Brachiaria decumbes* producido bajo la copa de los árboles (SSP) en términos de mejor valor nutritivo, caracterizado principalmente por los mayores niveles de proteína bruta.

Para el sistema de pastoreo silvopastoril (SSP), el modelo indica que la ganancia de peso es favorecida cuando existen rangos de temperatura y humedad altos (diferencia entre temperatura y humedad mínima y máxima altas); así mismo los altos niveles de materia seca, proteína cruda y forraje verde, favorecen la ganancia de peso, pero se ven disminuidos por un aumento en el número de mosca *Haematobia irritans* y cenizas.

Para el sistema de pastoreo tradicional (ST), el modelo indica que la ganancia de peso es favorecida cuando aumentan los niveles de materia seca, proteína cruda y forraje verde, pero se ven disminuidos por aumento en el rango de temperatura (diferencia entre temperatura mínima y máxima altas); por otra parte, altos rangos de humedad, altos niveles de materia seca, proteína cruda y forraje verde, favorecen la ganancia de peso.

RECOMENDACIONES

Existe poco conocimiento sobre la dinámica poblacional de las moscas hematófagas en sistemas silvopastoriles; se recomienda establecer nuevas investigaciones que contribuyan a entender las relaciones entre bovinos, árboles y moscas.

En los esquemas de manejo integrado de moscas picadoras, incluir el empleo de umbral de infestación, antes de decidir la aplicación de compuestos insecticidas químicos; además de realizar estudios de dinámica poblacional en diferentes sistemas de pastoreo y temporadas para establecer con mayor precisión programas de control estratégico.

Se recomienda realizar estudios de macrofauna, en los diferentes sistemas de pastoreo; especialmente de cucarrones coprófagos, para correlacionar la información con la cantidad de moscas que afectan a los bovinos, también de esta manera identificar enemigos naturales que ayuden a controlar a estos parásitos.

Estos estudios deben realizarse en otras zonas agroecológicas, explorando otras densidades y especies arbóreas, para determinar el efecto sombra sobre la productividad de los bovinos y comportamiento de parásitos externos e internos del ganado.

Se recomienda la utilización de nuevas metodologías y herramientas estadísticas (numero de datos, unidades experimentales), para determinar la influencia de moscas hematófagas sobre la ganancia de peso en los sistemas de pastoreo tradicional y silvopastoril.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Abrahamovich, A.; Cicchino, O.; Prieto, P.; Torres, J.; Nuñez. 1994. Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans* (Linaeus, 1758) (Diptera: Muscidae). Contribuciones para su conocimiento en la Argentina. III: Aspectos morfológicos básicos de los estados preadultos. Rev. Med. Vet. 75:382-388.

Acevedo, F. 1996. Alternativas para el control de las moscas. Bucaramanga. Instituto Colombiano Agropecuario. 9p.

Aguirre, J.; Ibrahim, M. 1999. Políticas para Incentivar las Relaciones Ganadería / Bosques: Un problema de Flujo de Caja y de Sostenibilidad Ecológico-Económica. Áreas de Agroforestería y Socioeconomía. CATIE.

Almazan G.; Castillo S.; Loredo O.; Gracía V. 2001. Dinámica poblacional de Haematobia irritans en un hato de bovinos de Soto la Marina, Tamaulipas, México. Vet. Mex. 32(2) 149-152.

Altieri, M.; Nicholls, C. 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benefica en agroecosistemas. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). 72 p

Anziani, O. 2010. Guía para el control de los parásitos externos en bovinos de carne del área central de la Argentina. Ficha Nº 3. Mosca brava (*Stomoxys calcitrans*) y mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*).. Biología, importancia económica, aspectos epidemiológicos y tendencias estacionales en el área central de la Argentina, control. Área de Investigaciones en Producción Animal, EEA INTA Rafaela. Pág. 1-6

Anziani, O.; Guglielmore, A; Volpogni, M. 1995. Distribución estacional de *Stomoxys calcitrans* en un rodeo lechero da la provincia de Santa Fe. Argent. Rev. Med. Vet. 75: 330–332.

Arias J.; Balcázar A.; Hurtado R. 1990. Caracterización de los sistemas de producción de la ganadería bovina en Colombia. Revista Coyuntura agropecuaria 24: 83-105.

Artigas, J. 1994**.** Entomología económica, insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Santiago, Chile. Ediciones Universidad de Concepción. 277-279.

Balcázar A. 1994. Sistemas de producción y productividad de la ganadería en Colombia. En: seminario internacional: manejo de la reproducción bovina en condiciones tropicales. Pág. 3-10.

Barros, A. 2007. Control de la mosca de los cuernos y resistencia a los insecticidas. En: Seminario regional de aplicación del control integrado de parásitos (CIP) a la Garrapata *Boophillus microplus* en Uruguay. Montevideo. Abril 19 y 20. Pág. 77-79.

Barros A.; Guglielmone A., Martins J. 2002. Mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*): Control Sustentable y resistencia a Los Insecticidas. Documento RedEctopar. Pág. 1-10

Barros, A.; Ottea, J.; Sanson, D.; Foil, L. 2001. Horn fly (Diptera: Muscidae) resistance to organophosphate insecticides. Veterinary Parasitology 96: 243-256.

Belsky, A.; Mwonga, S.; Duxbury, J. 1993. Effects of widely spaced trees and livestock grazingon understory environments in tropical savannahs. Agroforestry systems 24: 1-20

Benavides, E.; Romero, N. 2001. Consideraciones para el control integral de parásitos externos del ganado. Anexo coleccionable "Manejo integrado de plagas y enfermedades en explotaciones ganaderas 7". Carta Fedegan 70: 64–86.

Benavides, E. 2001. Control de las pérdidas ocasionadas por los parásitos del ganado. Carta Fedegan 69: 52-63.

Benavides, E.; Abuabara, Y.; Pacheco, D.; Silva J. 2003. Efecto de factores climáticos sobre fluctuaciones poblacionales de la Mosca de los Cuernos *Haematobia irritans* en condiciones del Caribe Colombiano. En Memorias 10º Simposio Internacional de Epidemiología y Economía Veterinaria. ISVEE 10. Viña del Mar Chile. 17-21, noviembre 2003. Abst N.° 854.

Benavides E. 2006. Control parasitario en la ganadería tropical: Manejo Integrado de Plagas. En: Agricultura de las Américas N.° 357, pág. 34-37.

Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Cuarta edición. Banco Ganadero. Santafé de Bogota D.C. Colombia. 689p.

Betancourt, J.; Garcia, O.; Roqueme, L.; Navarrete, M. 1992. Distribución y niveles de infestación por garrapatas en bovinos de Córdoba, Noroeste de Sucre y Noroeste de Antioquia. Colombia. Revista ICA 27 (1): 63-76.

Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 10(39–40):47–51.

Borror, J.; DeLong, M.; Triplehorn, A. 1976. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston. New York, Chicago. 856p

Botero, R; Russo, R. 2000. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales (en línea).Memorias: Conferencia Electrónica: I Conferencia Latinoamericana sobre Agroforestería para la Producción Animal Tropical. Disponible en: http:// www. cipav.org.co/cipav/confr/index/htm

Boyazoglu, J. 1998. Livestock farming as a factor of environmental, social and economic stability with special reference to research. Livestock Production Science.

Brown J.; Steelman A; Johnson C.; Rosenkrans Z.; Brasuell C. 1992. Estimates of repeatability and heritability of Horn Fly Resistance in beef cattle. Journal of Animal Science 70: 1375-1381

Byford, R.; Craig M.; Crosby B. 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. Journal of Animal Science 70(2):597-602.

Campbell, J.; Catangui, M.; Boxler, D. 1993. Effects of stable flies (Diptera: muscidae) and heat stress on weight gain and feed conversion of feeder cattle. Journal Economic Entomology 80: 117-119.

Campbell, J.; Duane, R. 2006. Sanitation for fly and disease management at confined livestock facilities. In: Neb Guide. Publisher by University of Nebraska- Lincoln. Extension. Institute of Agricultura and Natural Resources.

Cassalett, E. 1995. Toma y envío de especímenes para identificación y estudios de ectoparásitos. En: Memorias del Curso Teórico practico sobre "Manejo de técnicas de laboratorio para el diagnostico de enfermedades de bovinos". CISPAT. Monteria. Octubre 18 a 21. Pág.21.

Cassalett, E. 1996. Estudios de Distribución y dinámica de especies de dípteros. En: Metodologías de investigación en parasitología bovina. Corpoica. Pág. 1-11

Castro, E.; Gil, A.; Solari, M.; Farias, N. 2005. Validation of a subjective counting method for horn flies (*Haematobia irritans irritans*) (Diptera: Muscidae) population in a cattle herd. Veterinary Parasitology 133: 363–367

Chile. 1994. *Haematobia irritans*. La mosca de los cuernos. Boletín informativo. Ministerio de Agricultura (SAG).

Cicchino, A.; Abrahamovich, H.; Torres, A.; Nunez, L.; Prieto, H. 1983. Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans* (Linneaus 1758), (Diptera:Muscidae). Contribuciones para su concimiento en la Argentina I: aspectos morfológicos básicos. Revista de Medicina Veterinaria 75: 170-186.

Cilek, J.; Knapp, F. 1986. A field test kit for the determination of insecticide resistance in horn fly populations. J. Agric. Entomol. 3: 201-206.

Clymer, B. 1995. *Haematobia irritans* control in the United States and Australia. In: Seminario Internacional de Parasitología Animal, Acapulco, México, pág.124-128.

Conway, G. y Comins, H. 1979. Resistance to pesticides. 2. Lessons in strategy from mathematical models. Span 22(2): 53-55

Cruz Vásquez, C.; Vitela, M.; Ramos, P.; Quintero, M. 2000. Presencia de *Haematobia irritans* en tres establos lecheros de Aguacaliente Mexico. Vet Mex. 31:195-194.

Cruz Vázquez C.; Bautista H.; Vitela M.; Ramos P. 2000. Distribución anual de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) en tres establos lecheros de Aguascalientes, México. Vet. Méx.; 31 (3): 195-199.

DeRouen, S.; Foil, L.; MacKay A.; Franke, D.; Sanson D.; Wyatt, W. 2003.Effect of horn fly (Haematobia irritans) control on growth and reproduction of beefheifers. Journal of Economic Entomology 96: 1612-6.

Dobson, R., Kutz D. 1970. Attraction of horn flies to testosterone-treated steers. J. Econ. Entomol. 63:323-324.

Drugueri, L. 2004. Monografía enviada como Participante en: EPICA-Entrenamiento Profesional para la Integración de la Comunicación Agropecuaria. En http://www.zoetecnocampo.com/voluntariado.htm

Dwight, B.; Randy, M. and Georgis, C. 1999. Parasitology for veterinarions. 7° Ed. Saunders company a Harcourt health sciences company. United States of America, Philadelphia. Pág.11-16.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1984. Ticks and Tick-Borne disease control. A practical field manual. Volume I. Tick control. Pág. 299.

Federación Colombiana de Ganaderos. 2006. Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá-Colombia.

Foil, L.; Hogsette, J. 1994. Biology and control of tabanids. Stable flies and horn flies. Rev Sci Tech off Int. Epiz, 13(4): 1125-1158.

Franco, M. 2008. Sistemas silvopastoriles o agroforestería pecuaria en el trópico de altura. Ponencia presentada en el I Congreso Nacional de Ganadería Agroecológica para el Trópico Colombiano. Bogotá, 10 al 12 de abril de 2008. 21p.

Galindo, W., Giraldo, C. Girón, M. 2006. Caracterización y evaluación de las experiencias de reconversión ganadera llevadas a cabo en el municipio de Santa Rosa de Cabal, Risaralda (Colombia). Informe Final. Fundación CIPAV. Pág. 190.

Geden C. 1992. Suppression of house flies (Diptere: Muscidae) on New York and Maryland dairies using releases of *Muscidifurax raptor* in an integrated Management program. Environmental Entomology. 21: 1419-1426.

Giraldo, C; Chará. J; Noriega, J. 2009. Efecto de los sistemas silvopastoriles en la población de escarabajos coprófagos en la cuenca del rio La Vieja, Colombia. Reporte de Investigación. CIPAV.

Giraldo, C. 2007. Escarabajos estercoleros amigos de la ganadería. Carta de Fedegán. N.° 100: 74-76

Giraldo, C. y Chará, J. 2008. Impacto de los sistemas silvopastoriles sobre la regulación de insectos plaga y el reciclaje de nutrientes en fincas ganaderas. Informe final. Cipav -Ciebreg. Cali, pág. 37.

Giraldo, L.; Botero, J.; Saldarrieaga, J.; David, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región atlántica de Colombia Agroforestería en las Américas 8:14-19.

Gómez L. 1993. Producción pecuaria: elementos bioecológicos, históricos y económicos. Medellín, Universidad Nacional. Pág. 285.

Graybill, F. 1961. An Introduction to Linear Statistical Models. Volume I, New York: McGraw-Hill Book Co.

Guglielmone A.; Anziani O.; Mangold A.; Giorgi R.; Volpogni M. and Flores S. 1997. Seasonal variation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in a recently infested region of central Argentina. Bulletin of Entomological Research 87:55-59.

Guglielmone, A.; Anziani, O.; Mangold, A.; Volpogni, M. 1998. Perjuicios económicos provocados por la "mosca de los cuernos". Información técnica No.146. INTA Estación experimental Rafaela.

Guglielmone, A.; Curto, E.; Anziani, O.; Mangold, A. 2000. Cattle breed-variation in infestation by the horn fly Haematobia irritans. Med. Vet. Entomol. 14: 272-276

Harvey, C.; Villanueva, C.; Villacís, J.; Chacón, M.; Muñoz, D., López, M.; Ibrahim, M.; Gómez, R.; Taylor, R.; Martínez, J.; Navas, A.; Sáenz, J.; Sánchez, D.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B.; Pérez, A., Ruiz, F.; López, F.; Lang, I.; Kunt, S.; Sinclair, F. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los países agrícolas en América Central. Agroforestería de las Américas 10 (39-40): 30-39.

Hammond, A. 1992. Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle, Proc. 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville.

Harris, R.; Frazar E.; Schmidt, C. 1968. Notes on the mating habits of the horn fly. J. Econ. Entomol. 61:1639-1640

Harris R.; Frazar E. 1970. Intake of blood by adult horn flies reared in the laboratory. Ann. Entomol. Soc. Amer. 63:1475-1476.

Harris R.; Miller A.; Frazar E. 1974. Eclosion of horn flies under laboratory conditions. Ann. Entomol. Soc. Amer. 64:224-227.

Haufe, W.. 1982. Growth of range cattle protected from horn flies (*Haematobia irritans*) on behavior of cattle. Journal of Animal Science 62: 567-573.

Haufe W. O. 1987. Host-parasite interaction of blood feeding dipterans in health and productivity of mammals. Agriculture Canada Research Station. Lethbridge, Alberta, Canada. 607-614.

Hernández, I; Milera, M; Simón, L; Hernández, D; Iglesias, J; Lamela, L; Toral, O; Matías, C; Francisco, G. 2000. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba (en línea). Memorias. Conferencia Electrónica: I Conferencia Latinoamericana Sobre

Agroforestería para la Producción Animal Tropical. Disponible en: http:// www. cipav.org.co/cipav/confr/ index/htm

Hoell, V.; Doyen, T.; Purcell, H. (1998). Introduction to Insect Biology and Diversity, Segunda edición. Oxford University Press. pp. 493-499

Honer, M.; Bianchin, I.; Gomes, A. 1991. Mosca de los cuernos: histórico, biología y control. EMBRAPA-CNPGC. Campo Grande. Pág. 34.

Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Mora, J. 2005. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In*:* Silvopastoralism and sustainable land management. (M.R. Mosquera, A. Riguerio and J. McAdam, Eds.). CAB. Wallingford, UK. Pág. 13.

Iglesias, J.; Simón, L.; Lamela, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Milera, Milagros; Castillo, E.; Sánchez, T. 2006. Sistemas agroforestales en Cuba: algunos aspectos de la producción animal. Agroforestry systems in Cuba: some aspects of animal production. Pastos y Forrajes, Vol. 29, No. 3:217

Junquera, P. 2007. Mosca del establo *Stomoxys Calcitrans.* El Ganado: Biología, Prevención y Control.http://parasitosdelganado.net/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=93

Kang, B. 1994. Cultivos en callejones: Logros y perspectivas. Agroforestería en desarrollo. Centro de agroforestería para el desarrollo sostenible. UACH. Chapingo. Mexico. 61-82
Kunz, S.; Kinzer, G.; Miller, A. 1983. Areawide cattle treatments on populations of horn flies (Diptera: Muscidae). Journal of Economic Entomology 76: 525-8.

Kunz, S.; Blume R.; Hogan B. and Matter J. 1970. Biological and ecological investigations of horn flies in central Texas influence of time of manure deposition on oviposition. Journal Economic Entomology, 63: 930-933

Kunz, S. y Kemp, D. 1994. Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. Revue Scientifique et Technique, Office International des Epizooties 13: 1249-1286.

Kuramochi, K. 2000. Ovipositional behavior of the horn fly (Diptera: Muscidae) in the field. Journal of Medical Entomology 37: 461-466.

Li, A.; Guerrero D.; Pruett J. 2007. Involvement of esterases in diazinon resistance and biphasic effects of piperonyl butoxide on diazinon toxicity to *Haematobia irritans irritans* (Diptera:Muscidae). Pestic. Biochem. Physiol. 87: 147–155.

Lima, L.; Perri, S.; Prado, A. 2003. Variation in population density of horn flies (*Haematobia irritans irritans*) (L.). (Diptera: Muscidae) in Nellore cattle (Bos indicus). Vet. Parasitol**.** 117(4): 309-314

Lobo, C. 1982. Economia y producción pecuaria del país. En "Resúmenes primer simposio de clínica y Medicina Bovina". Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas, ACOVEZ. Bogotá, abril 27-30 de 1882. Pag. 69-87

Lowell J. y Colville J. 1991. Diagnostic parasitology for veterinary technicians. United States of America; Editorial American Veterinary Publications Inc. 160-163

Lysyk, T. 1991. Effects of temperature, food and sucrose feeding on longevity of the house fly. Environ. Entomol. 20: 1176-1180.

Mahecha L.; Arroyave J.; Monsalve M. 2001. Evaluación de la ceba de novillos Cebú en sistemas silvopastoriles de *Eucalyptus tereticornis* y *Panicum maximum*, en la Reforestadora San Sebastián: I. Época Seca. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Investigadores de las Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín, 8 y 9 de Noviembre de 2001.

Mahecha L.; Gallego L.; Pelaez F. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 15 (2):213-225.

Martín, G.; Milera, M; Simón, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Iglesias, J.; González, E. 2000. La Agroforestería para la producción animal. Un enfoque de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Pastos y Forrajes 23(3):251-265

Martínez, I. y Lumaret, J.P. 2006. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. Folia entomol. Mex., 45 (1): 57-68.

Martínez, O. y Ruiz, M. 2005. Riesgo de heladas para la agricultura en la región sureste del estado de Coahuila. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – SAGARPA. Número 5. México.

Miller, R. 1995. The stable fly pest of dairy cattle. In: Thomas Gd. The stable fly: a pest of humans and domestic animals. University of Nebraska. Agric Res div misc public. (64): 12-20

Miller, J. 1986. Computer modeling of populations of the horn fly. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. ARS**.** Bulletin 46:33-40.

Montgomery, Douglas C. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Iberoamericana, México, D.F. Pág. 589.

Morgan, N. 1964. Autecology of the adult horn fly, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae). Ecology. 45:728-736.

Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *In* Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica-Beneficios Económicos y Ambientales. San José, CR, CATIE-FAOSIDE. Pág. 247-266.

Murgueitio, E.; Giraldo, C. 2009. Sistemas silvopastoriles y el control de parásitos. Carta Fedegan 115: 60-63.

Nair, P. 1993. Agroforestry definid. In: Agroforestry Systems in the tropics. P.K.R. Nair (Ed). Kluwer Academic Publishers, Holanda. Pág. 13-18.

Nari. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 157. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Dirección de Producción y Sanidad Animal. Roma. Pág. 51.

Navas, A. 2003. Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. Pág. 77.

Norton, B.; Wilson, J.; Shelton, H. & Hill, K. 1991. The effect of shade on forage quality. In: Forages for plantations crops. (Eds. M. Shelton and W. Stür). ACIAR Proceedings No. 32. Canberra, Australia. Pág. 83.

Parra, J.; Pérez, D.; Barajas D.; Onofre G.; Velázquez J.; Colmenares O.; González J. 1998. Modelo de asistencia técnica integral pecuaria para pequeños y medianos productores del sistema doble propósito en el piedemonte llanero. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria Pronatta. Colombia.

Parrodi, L., Martínez, I. 2002. Control de moscas hematófagas y la importancia de la resistencia a los insecticidas en el ganado productor de leche. Memorias X reunión internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos. Baja California, México.

Petersen, J. and Greene G. 1989. Potential for biological control of stable flies associated with confined livestock. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America 74: 41-45.

Pérez, E.; Soca, M.; Corzo, L. 2008. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. Pastos y Forrajes, Vol. 31, No. 2. Pág. 161.

Pezo, D e Ibrahim, M. 1996. Sistemas Silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In: 1er. Foro Internacional sobre Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Veracruz, México, 7-9 noviembre 1996. FIRA, Banco de México, Morelia, México. 39 p.

Pezo, D.; Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvipastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 258p.

Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Pág. 276

Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F.; Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C. (ed). Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings Workshop held in Denpasar, Indonesia IRDC. Otawa, Canada. Pág. 163-165.

Pezo, D.; Romero, F. e Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. In: Fernández-Baca, S. (ed.). Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. FAO, Santiago, Chile. Pág. 47-98.

Preston, T.; Murgueitio, E. 1992. Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) y Swedish Agency for Research Cooperation (SAREC). CONDRIT, Cali, Colombia. Pág. 89.

Prieto, O.; Torres P.; Abrahamovich, A.; Cicchino A.; Nuñez J. 1994. Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans* (Linaeus, 1758) (Diptera: Muscidae).Contribuciones para su conocimiento en la Argentina. IV: Relaciones con los hospedadores. Rev. Med. Vet. 75:469-476.

Rao, M.; Singh, M.; Day, R. 2000. Insect pest problems in tropical agroforestry systems: Contributory factors and strategies for management. Agroforestry Systems 50 (3): 243-277

Reynolds, S. 1995. Pasture – cattle – coconut systems. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.

Rincón, A. 2004. Rehabilitación de pasturas y producción animal en *Brachiaria decumbens* en la altillanura plana de los llanos orientales de Colombia. Pasturas Tropicales. 26 (3):2

Rincón, A. 2005. Producción de carne en praderas renovadas con *Brachiaria brizantha* cv. Marandu en el Piedemonte de los Llanos orientales de Colombia. Revista Corpoica volumen 6 No 2 pág. 28-36

Rodríguez, F. 1994. Mosca de los cuernos. Daño, identificación, biología y manejo. IPA La Platina. 8:5-8.

Rodríguez-Petit, A.; Clavero, T.; Razz, R. 2001. Efecto de la altura y la frecuencia de poda en la producción de materia seca de *Acacia mangium* Willd. Rev. For. Centroamericana. 35:38

Romano, A. 1994**.** Mosca de los cuernos. Imprenta Pluda. Buenos Aires. Argentina.

Romano, A. 1992. *Haematobia irritans* o mosca de los cuernos. Rev. Med. Vet. 73:11-18.

Roush, R. 1993. Occurrence, Genetics and Management of Insecticide Resistance. Parasitology Today 9(5): 174-179.

Sanders, D.; Dobson R. 1969. Contributions to the biology of the horn fly. J. Econ. Entomol. 62:1362-1366.

Santana, D.; Camacho, C.; Estévez, L.; Gutiérrez, J.; Gómez, M.; García, G.; Rozo, M. y Ballesteros, H. 2009. Competir e Innovar, La ruta de la industria bovina. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá – Colombia

Saueressing, T. 2006.Producción de proteína animal de calidad con sostenibilidad: Control racional de parasitosis de bovinos. Embrapa Cerrados. 33-36

Schreiber, E; Campbell, J. 1986. Horn fly (Diptera: Muscidae) distribution on cattle as influenced by host color and time of day. Environ. Entomol. 15:1307-1309.

Schroth, G.; Krauss, U., Gasparotto, L.; Aguilar, J.; Duarte, A.; Vohland, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. Agroforestry Systems 50 (3): 199-241.

SENASA. 1992. La mosca del cuerno, Haematobia irritans Linneo 1758, características y control. Editor: SENASA. Argentina. Marzo 1992, 14p.

Sereno, F.; Sereno J. 2000. Estudio comparativo de la atracción de *Haematobia irritans* a las materias fecales de bovinos y búfalos en el Pantanal Brasilero. Arch. Zootec. 49:285-290.

Shapiro, S. and Wilk, M. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (complete samples). Biometrika, 52, pp 591 - 611.

Sievers, G.; Schwabe. 2003. Tratamiento precoz con insecticidas para el control de *Haematobia irritans.* Vetermas. 2:7-11.

Simón, L. 2005. El silvopastoreo un nuevo concepto de pastizal. Universidad de San Carlos de Guatemala. Edit. ISBN: 959-16-0209-x.

Soca, M.; Simón, L.; Sánchez, S. y Gómez, E. 2002. Dinámica parasitológica en bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. En Agroforestería en las Américas 9: 33-34**.**

Soca, M. 2005. Los nematodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes. Comportamiento en los sistemas silvopastoriles cubanos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. CENSA. La Habana, Cuba. 111 p.

Solano, F. 1994. Determinación de la rentabilidad Financiera y Comparativa del Manejo del Bosque tropical con Respecto a la Actividad Ganadera, Cordillera Volcánica Central. Tesis Mag. Sc. CATIE .Turrialba, CR.

Solari, M. A; Coure, U; Sanchis, J; Gallo, V; Trelles, A; Bermudez, F; Rizzo, E. 2007. Aplicación del control integrado de parasitos (CIP) en un establecimiento comercial. En: Seminario regional de aplicación del control integrado de parasitos (CIP) a la Garrapata *Boophillus microplus* en Uruguay. Montevideo. Abril 19 y 20. Pag. 11-31.

Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on the agroforestry definition. Agroforestry Systems 19: 233-240.

Souza de Abreu, M. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.

Stone, B. 1972. The genetics of resistance by ticks to acaricides. Australian Veterinary Journal 48: 345-350.

Suárez, V.; Fort, M.; Busetti, M. 1995. Primeras observaciones del efecto de la mosca de los cuernos en el comportamiento y la productividad de la cría bovina en la región semiárida pampeana. Rev. Medicina Veterinaria, 76, 2: 83- 87.

Tabashnik, B. 1990. Modeling and Evaluation of Resistance Management Tactics. In: "Pesticide Resistance in Arthropods". (Roush, R.T. & Tabashnik, B.E., ed.). Chapman Hall, New York & London: 153-182.

Torres, P.; Cicchino, A. 1996**.** Influence of abiotic factors of horn fly (*Haematobia irritans* L 1758) (Diptera: Muscidae) abundance and the role of native grass as a resting site in N.W. Santa Fé Province (Argentina). Rev. Bras. Parasitol. Vet. 5: 15- 22.

Velasco, R., J. González, G. Morales, and E. Ortega. 2001. Daño económico y costos de control en bovinos: mosca de los cuernos. Informativo agropecuario. Bioleche - INIA Quilamapu 14: 4-7.

Velásquez B. A. 2010. Ganadería campesina del altiplano cundiboyacense: sostenibilidad e insostenibilidad. LEISA Revista de agroecología vol. 26 No 1. Marzo. P 19-21

Wall, R.; Shearer, D., 1997. Veterinary Entomology. Chapman and Hall, London, p. 439.

Wieman G.; Campbell J.; Deshazer J.; Berry I. 1992. Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) and heat stress on weight gain and feed efficiency of feeder cattle. J Econ Entomol 1992;85(5):1835-1842.

Wilson, J.; Ludlow, M. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. *In* Shelton, HM. Y WW. Stur (eds). Forages for plantation crops. Camberra, AU. ACIAR. p. 10-24. (Proceedings No. 32)

Williams, J.; Sutherst, R.; Maywald, G.; Petherbridge, C. 1985. The southward spread of buffalo fly (*Haematobia irritans*) in Eastern Australia and its survival through a severe winter. Australian Veterinary Journal 62: 367-369.

ANEXOS

ANEXO 1.

EVALUACION PRODUCCION FORRAJE
(PROYECTO MOSCAS HEMATOFAGAS)

FINCA _____

FECHA _____

LOTE _____

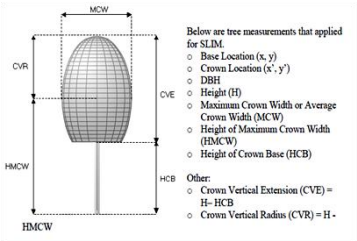
DISPONIBILIDAD DE FORRAJE ANTES DE PASTOREO

ESCALA		FVmuestra (grs)	Msmues (grs)	FVsubmu (grs)	MSsubmu (grs)	MS (%)
1						
2						
3						
4						
5						

DISPONIBILIDAD DE FORRAJE ANTES DE PASTOREO

VISUAL	CALIFICAC		ORDEN COBERTURA (%)			
			PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO

ANEXO 2. MAESTRIA EN AGROFORESTERIA TROPICAL UDCA CORPOICA
PRACTICA ACADEMICA
FORMATO DE MEDICION COMPONENTE LEÑOSO EN SISTEMAS AGROFORESTALES



Lugar: _____
Fecha: _____
Coordenadas de la parcela N E
Componentes del SAF:
Edad de los arboles (años) :_____
Tamaño de la parcela M2_____

Árbol		Posición del árbol			Posición de la copa		Dasometricas			Parámetros de copa					Porosidad
N. Árbol	Nombre	x (m)	y(m)	z (m)	x'(m)	y'(m)	DAP (cm) DBH	Altura total (m) (H)	Altura comercial (m)	Altura de la base de la copa (m) HCB	Altura al diámetro máximo de la copa - HMCW	Diámetro 1 copa	Diámetro 2 copa	Diámetro promedio copa (m) - MCW	% de luz que pasa
1	YOPO	180	30	330	180	30	8,2	7	2,4	2,9	3,4	8,6	7,6	8,1	50
2	ACACIA	120	30	330	120	30	10,4	9,2	1,8	2	3,5	6,3	7,3	6,8	30
3	YOPO	100	30	330	100	30	10,6	8,8	4	3	6	7,8	9,6	8,7	20
4	YOPO	90	30	330	90	30	9,9	9	3	1,8	4	30	20	25	30
5	GMELINA	50	30	330	50	30	9,5	6,5	0,5	2	5	6	5,6	5,8	50
6	GMELINA	40	30	330	40	30	19,5	7	0,5	1,8	5	7,8	8,7	8,25	50
7	GMELINA	30	30	330	30	30	8,6	5	0,5	2	6	4,8	4,4	4,6	30
8	GMELINA	30	20	330	30	20	18,8	7	2	2	3	8,5	7,6	8,05	30
9	GMELINA	40	20	330	40	20	14,6	7	2,5	1,5	3	6,8	8,2	7,5	30
10	GMELINA	50	20	330	50	20	12,9	6,8	1,8	2	3	8,4	8,8	8,6	40
11	GMELINA	60	20	330	60	20	8,3	4	0,5	1,5	3	5,3	4,5	4,9	40
12	YOPO	70	20	330	70	20	7	5	2,5	1,5	2	6,8	6,8	6,8	30
13	YOPO	80	20	330	80	20	8,3	6	2,5	1,5	4	8,1	7,9	8	20
14	YOPO	90	20	330	90	20	10	8	1,5	1,8	6	9,9	10,1	10	35
15	ACACIA	110	20	330	110	20	23	10	2	2	2,5	7,5	9	8,25	30
16	ACACIA	120	20	330	120	20	18,5	9	1,8	2	5	8,9	8,8	8,85	20
17	ACACIA	130	20	330	130	20	14,4	9	1,5	2	3	6,6	7,3	6,95	20
18	ACACIA	140	10	330	140	10	14,4	8	3	3	4	4,8	5,3	5,05	30
19	ACACIA	130	10	330	130	10	18,7	7,5	4	3	5	7,5	6,8	7,15	20
20	ACACIA	110	10	330	110	10	14	7	2,5	3	4	3,9	4,9	4,4	30
21	YOPO	100	10	330	100	10	9,1	7	3	3,5	5	7,9	6,6	7,25	20
22	YOPO	90	10	330	90	10	10,2	8	4	3	4,5	7,4	7,3	7,35	20
23	YOPO	80	10	330	80	10	8,7	8,5	1,5	1,8	2	6,7	6,8	6,75	20
24	YOPO	70	10	330	70	10	8,2	8	2	2,5	5	6,7	6,8	6,75	50
25	GMELINA	40	10	330	40	10	16,8	7,5	1,4	2	5,5	9,1	8,2	8,65	20