

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

Conocimiento local y estudio de la comunidad de aves como
herramientas para la identificación de especies arbóreas nativas
importantes para la conservación en sistemas ganaderos de los
llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta)

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de
Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y
Biodiversidad

Por

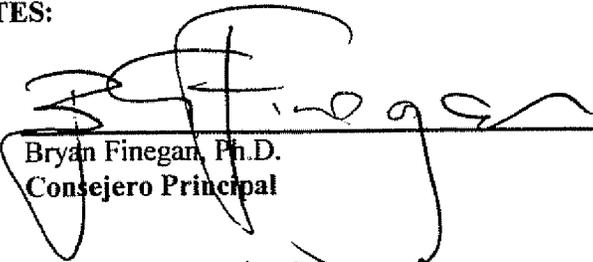
Olga Lucía Caro Jácome

Turrialba, Costa Rica, 2006

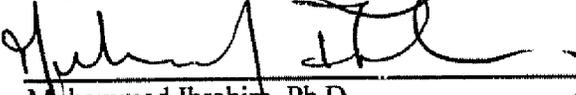
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad**

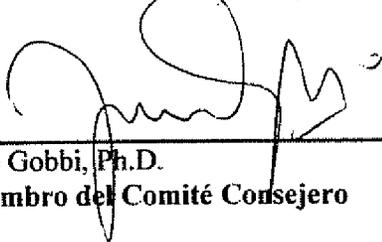
FIRMANTES:



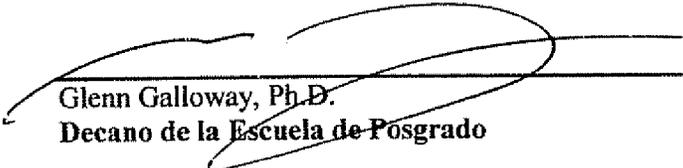
Bryan Finegan, Ph.D.
Consejero Principal



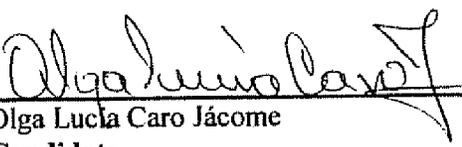
Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero



José Gobbi, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Olga Lucia Caro Jácome
Candidata

A mi Daniela, pequeña heredera del planeta azul...

A mis padres, por creer en mis sueños y ayudarme a construirlos

AGRADECIMIENTOS

A mi consejero principal Bryan Finegan por los aportes, paciencia y sobre todo el apoyo que me brindó desde siempre.

A los miembros del comité asesor los doctores Muhammad Ibrahim y José Gobbi por sus valiosos aportes y enriquecimiento a mi trabajo.

Al CATIE, por el apoyo financiero que me dieron para venir a cursar la maestría.

A la Asociación de Ganaderos de San Martín (Departamento del Meta, Colombia), por todo el apoyo y la confianza que me han brindado. Igualmente a todos los ganaderos que me apoyaron, especialmente a la familia Sánchez Rey.

Al profesor Gustavo López por todo el apoyo estadístico del documento y la paciencia para que yo pudiera entenderlo.

A Hugo Brenes porque sin él no habría podido analizar los datos, su paciencia es infinita.

A mis queridas amigas, mi familia en CATIE (Las Caros y Beatriz). Haberlas conocido fue de los mejores regalos que recibí de este lugar.

A Aldo, por su amor, apoyo y gran paciencia, sin su compañía y cariño no habría sobrevivido.

A mis compañeros y amigos Adri, Leo y Paco. Buenos amigos, excelentes personas.

A todos mis compañeros del Anexo sin ellos habría sido muy aburrido vivir aca.

A mi familia, especialmente a mis padres sin su apoyo habría sido imposible llegar hasta aca.

A Adriana (mi hermana) porque ha sido como una madre para mi hija en este tiempo de ausencia.

A Daniela, porque a tan temprana edad mostró fortaleza y madurez para apoyarme, por su paciencia para esperarme en casa.

A Fabio, gran amigo, por su infinito apoyo y por ser un padre incondicional en mi ausencia.

A toda las personas que no he nombrado pero saben que estan en mi corazón.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO	V
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
SUMMARY	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos del estudio	3
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2.3. <i>Hipótesis</i>	3
2. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1. Sabanas neotropicales y orinoquia colombiana.....	4
2.1.1. <i>Sabanas</i>	4
2.1.2. <i>La Orinoquia</i>	5
2.1.3. <i>Ecosistemas asociados</i>	7
2.2. Ganadería y conservación de la biodiversidad	8
2.2.1. <i>Los sistemas silvopastoriles y la conservación de la biodiversidad</i>	11
2.2.2. <i>Las aves como grupo importante de procesos ecológicos en agroecosistemas</i>	13
2.3. Diagnóstico socioeconómico.....	16
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
4. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	25
Artículo I: Identificación de especies arbóreas nativas a través del conocimiento local y caracterización de la comunidad de aves asociadas a ellas	25
1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
2.1. Descripción general	27
2.2. Clima.....	29
2.3. Geomorfología.....	29
2.4. Vegetación.....	30
3. MÉTODOS	31
3.1. Identificación de las especies arbóreas nativas	31

3.1.1 Población de estudio y muestra.....	31
3.1.2. Análisis de la información	32
3.2. Caracterización de la comunidad de aves	32
3.2.1. Población de estudio y muestra.....	32
3.2.2 Variables de estudio	34
3.2.3. Análisis de la información	36
4. RESULTADOS.....	39
4.1. Identificación de las especies arbóreas nativas a través del conocimiento local.....	39
4.1.1. Descripción general.....	39
4.1.2. Identificación de las especies arbóreas trabajadas	40
4.2. Caracterización de la comunidad de aves asociada a las cuatro especies arbóreas identificadas	43
4.2.1. Abundancias, especies y familias de aves.....	45
4.2.2. Gremios alimenticios	47
4.2.3. Usos	50
4.3. Diversidad, riqueza y abundancia de aves en las cuatro especies arbóreas	52
4.3.1. Curvas de acumulación de especies y de rango-abundancia	54
5. DISCUSIÓN	59
6. CONCLUSIONES.....	67
7. RECOMENDACIONES.....	68
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
9. ANEXOS	73
Artículo II. Tipificación de los ganaderos y determinación de los costos de establecimiento de las especies arbóreas nativas identificadas a través de arreglos silvopastoriles	81
1. INTRODUCCIÓN.....	81
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	82
2.1. Descripción general	82
2.2. Clima.....	84
2.3. Geomorfología.....	84
2.4. Vegetación.....	85
3. MÉTODOS	86
3.1. Tipificación de los productores	86
3.1.1. Variables de estudio y análisis de la información.....	88

3.2. Costos de establecimiento de las especies arbóreas escogidas	88
4. RESULTADOS.....	90
4.1. Tipificación de los productores	90
4.2. Costos de establecimiento de las especies arbóreas trabajadas.....	95
4.2.1. <i>Arreglo de árboles en potrero</i>	95
4.2.2. <i>Regeneración natural</i>	97
4.2.3. <i>Costos</i>	98
5. DISCUSIÓN	101
6. CONCLUSIONES.....	107
7. RECOMENDACIONES.....	108
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
9. ANEXOS	112

ÍNDICE DE CUADROS

Artículo I: Identificación de especies arbóreas nativas a través del conocimiento local y caracterización de la comunidad de aves asociadas a ellas	25
Cuadro 1. Descripción de los ecosistemas pertenecientes al municipio de San Martín (Meta, Colombia). Tomado del Mapa General de Ecosistemas de Colombia (Etter 1998).	28
Cuadro 2. Entrevista semiestructurada a los ganaderos para la identificación de las especies arbóreas nativas en las fincas.	31
Cuadro 3. Índices de biodiversidad utilizados.	36
Cuadro 4. Especies más mencionadas por los ganaderos con sus respectivos nombres científicos, San Martín, Meta (Colombia).	40
Cuadro 5. Especies reportadas por el 50% o más de los ganaderos entrevistados, su presencia en la zona, hábito, número total de usos y sus frecuencias acumuladas (FA) y relativas (FR).	41
Cuadro 6. Especies identificadas como de presencia alta en la zona, reportadas con tres o más usos.	42
Cuadro 7. Listado final de las cuatro especies arbóreas corroboradas en campo, con sus respectivos usos, presencia en la zona y frecuencias absolutas (FA) y relativas (FR). San Martín, Meta (Colombia).	42
Cuadro 8. Aves registradas en el muestreo, que se encuentran incluidas en la lista roja de especies amenazadas con el criterio LC (LEAST CONCERN) (IUCN 2004).	44
Cuadro 9. Especies de aves típicas de áreas de bosque observadas en el muestreo; a= Bosques Subtropicales/Tropicales húmedos, c= Bosques Subtropicales/Tropicales secos, h= Bosques Subtropicales/Tropicales montanos húmedos (Stotz <i>et al.</i> 1996).	45
Cuadro 10. Prueba Post-ANAVA de Duncan para la comparación de las especies arbóreas con respecto al número de individuos (N), especies (S') y familias (D') de aves observadas.	46
Cuadro 11. Prueba Post-ANAVA de Duncan para la comparación de las especies arbóreas con respecto a las horas y los ciclos en el número de individuos (N), especies (S') y familias (D') de aves observadas. * = ANAVA fue significativo con $\alpha=0.10$	47
Cuadro 12. Post-ANOVA de Duncan de los gremios alimenticios, con respecto a las especies arbóreas trabajadas.	48
Cuadro 13. Post-ANAVA de Duncan para los gremios alimenticios con respecto a las horas (mañana y tarde) y los ciclos (1 y 2).	50
Cuadro 14. Frecuencia de uso de alimento dado por la comunidad de aves observadas en las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto a la hora del día.	51

Cuadro 15. Frecuencia de uso de la percha dado por la comunidad de aves observadas en las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto a la hora del día.....	52
Cuadro 16. Valores de diversidad totales para cada una de las especies arbóreas observadas.....	52
Cuadro 17. Post-ANAVA de Duncan para las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto al índice de Shannon (H').	53
Cuadro 18. Post-ANAVA de Duncan de los índices de diversidad trabajados para los ciclos de muestro (1 y 2).....	53
Cuadro 19. Especies de aves registradas una sola vez y con un solo individuo, para cada una de las cuatro especies arbóreas trabajadas.	57
Cuadro 20. Las diez especies de aves más abundantes para las cuatro especies arbóreas trabajadas.	57
Cuadro 21. Prueba Post-ANAVA de Duncan para comparar los sitios de observación con respecto a las diez especies de aves más abundantes registradas en el muestreo.	58
Artículo II. Tipificación de los ganaderos y determinación de los costos de establecimiento de las especies arbóreas nativas identificadas a través de arreglos silvopastoriles	81
Cuadro 1. Descripción de los ecosistemas pertenecientes al municipio de San Martín (Meta, Colombia). Tomado del Mapa General de Ecosistemas de Colombia (Etter 1998).	83
Cuadro 2. Entrevista semiestructurada para determinar la capacidad económica y la disponibilidad de los ganaderos para implementar arreglos SSP en sus fincas.....	86
Cuadro 3. Variables para identificar el tipo de capital económico de los ganaderos entrevistados, municipio de San Martín, Meta (Colombia).....	87
Cuadro 4. Codificación de los criterios y sus variables para la tipificación de los ganaderos de San Martín, Meta (Colombia).	87
Cuadro 5. Frecuencia de la disponibilidad de inversión y acceso a crédito 1= No, 2= Sí, para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).....	91
Cuadro 6. Agrupamiento de Duncan para las variables de tamaño de finca, hatos ganaderos y áreas de bosque (ha), San Martín, Meta (Colombia).....	92
Cuadro 7. Frecuencia para la mano de obra 1= familiar, 2= contratada y familiar, 3= permanente y contratada; para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).	93
Cuadro 8. Post-ANAVA de Duncan de las variables de empleados permanentes y temporales para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).	94
Cuadro 9. Frecuencia para la ganadería de doble propósito y cría 0= No, 1= Sí, para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).	94

Cuadro 10. Análisis de frecuencias para la estimación acerca del conocimiento sobre sistemas silvopastoriles por parte de los ganaderos, sus categorías y frecuencias absoluta (FA) y relativa (FR), San Martín, Meta (Colombia). 95

Cuadro 11. Especies arbóreas identificadas como importantes con sus diferentes usos, presencia en la zona, frecuencia absoluta (FA) y relativa (FR), reportadas en una encuesta a ganaderos de San Martín, Meta (Colombia). 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Artículo I: Identificación de especies arbóreas nativas a través del conocimiento local y caracterización de la estructura y composición de la comunidad de aves asociadas a ellas 25

Figura 1. Ubicación del área de estudio, municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia..... 27

Figura 2. Diagrama de muestreo para las observaciones de aves para cada una de las especies arbóreas trabajadas. 33

Figura 3. Esquema para estimar la proyección de la copa de un árbol (Tomado de Prieto, 1994, citado en Rangel, *et al.* 1997). Se modificó la formula y se trabajó la formula de la elipse..... 35

Figura 4. Tipos de usos identificados de mayor a menor porcentaje, con respecto al conocimiento y valor de importancia por parte de los ganaderos de San Martín, Meta (Colombia)..... 39

Figura 5. Número de especies de cada uno de los gremios alimenticios con respecto al total de especies de aves observadas para las cuatro especies arbóreas..... 47

Figura 6. Porcentaje de individuos presentes por gremio alimenticio, en cada una de las cuatro especies arbóreas trabajadas..... 49

Figura 7. Curva de acumulación de especies con respecto a la riqueza y el número de árboles observados por cada especie arbórea trabajada. 54

Figura 8. Curva de acumulación de especies con respecto a la riqueza de especies y el número de individuos para las cuatro especies arbóreas trabajadas..... 55

Figura 9. Curva de rango-abundancia de las especies arbóreas trabajadas durante el periodo de muestreo.-..... 56

Artículo II. Tipificación socioeconómica de los ganaderos y determinación de los costos de establecimiento de las especies arbóreas nativas identificadas a través de arreglos silvopastoriles..... 81

Figura 1. Ubicación del área de estudio, municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia..... 82

Figura 2. Diagrama de cluster para agrupar los tipos de ganaderos: 1) medianos, 2) grandes y 3) pequeños ganaderos; de acuerdo a su perfil personal, tipo de producción y manejo de la finca, San Martín, Meta (Colombia)..... 90

Figura 3. Áreas de bosque (ha) de los tres grupos de ganaderos, con respecto a otros usos de la tierra, San Martín, Meta (Colombia)..... 93

Figura 4. Costos de establecimiento de sistemas de regeneración natural, árboles en potrero y pasto *Brachiaria* sp., estimados a 1 ha, con respecto a tres años de manejo.....99

Figura 5. Valor Presente Neto (VPN) para diferentes tasas de descuento comparando los costos de establecimiento de los árboles en potrero con respecto a la regeneración natural100

Caro J. Olga. 2006. Conocimiento local y estudio de la comunidad de aves como herramientas para la identificación de especies arbóreas nativas importantes para la conservación en sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta)

RESUMEN

Los árboles en sistemas ganaderos son importantes para el mantenimiento de la diversidad debido a que proveen recursos que promueven el flujo de la fauna sobre la matriz circundante y las áreas de bosque. El presente estudio fue realizado en el municipio de San Martín, Meta (Orinoquia Colombiana), la cual es una región tradicionalmente ganadera en el país. Se realizaron entrevistas a los ganaderos de la región con el fin de identificar especies arbóreas nativas con sus diferentes usos y nivel de presencia en la zona (conocimiento local). Se identificaron cuatro especies; *Cassia grandis* (cañofistol), *Pera arborea* (gallino), *Erythroxylum amazonicum* (ajicito) y *Protium* sp. (anime), las cuales presentaron diferentes grados de importancia para los ganaderos. Sobre estas especies se realizó una caracterización de la comunidad de aves asociadas a ellas, con el fin de identificar cuál o cuáles de estas especies estaban siendo utilizadas por las aves en mayor proporción; así como cuál o cuáles mantienen mayor diversidad de especies. Finalmente, se presentaron propuestas para la implementación árboles en potreros, utilizando la siembra y la regeneración natural con costos estimados de inversión.

Sobre las cuatro especies arbóreas trabajadas se registró un total de 1317 individuos, 22 familias y 68 especies de aves. El gremio más abundante fue el insectívoro (34 especies) y el menos abundante el nectarívoro (2 especies). Se encontró un patrón claro de diferenciación entre *C. grandis* y *P. arborea*, con respecto a *E. amazonicum* y *Protium* sp.; donde las dos primeras especies presentaron valores significativamente más altos en cuanto a la diversidad, riqueza y abundancia de aves asociadas a ellas. *P. arborea* fue el árbol que más especies, familias e individuos de aves registró y *E. amazonicum* el que menos registró. Las curvas de rango-abundancia mostraron que *Protium* sp. y *Erythroxylum amazonicum* fueron los árboles con el menor número de especies y mayor grado de dominancia, y *Pera arborea* fue la especie que presentó mayor cantidad de especies

únicas, lo cual fue corroborado con los valores arrojados por el índice de Shannon. Se concluye que las especies arbóreas identificadas están aportando diferentes recursos en diferentes formas a la comunidad de aves de la zona, lo cual contribuye a la importancia (desde el punto de vista de la conservación) que tienen los árboles dispersos en potreros de uso agropecuario.

Las estrategias de conservación propuestas a través del establecimiento de las especies arbóreas trabajadas (siembra árboles en potreros y regeneración natural) resultaron altamente costosas en comparación con otras inversiones como es el mejoramiento de pasturas con especies introducidas como *Brachiaria* sp., la cual es altamente utilizada en la región. En este sentido se deben buscar mecanismos que contribuyan a incentivar la siembra de especies nativas en potreros, resaltando los beneficios que pueden aportar estas prácticas en el largo plazo. Por otro lado, aunque las especies arbóreas trabajadas son importantes para las aves y valoradas desde el punto de vista del uso por los ganaderos, los mecanismos que se proponen para implementarlas son poco viables económicamente por lo que se deben buscar otras herramientas que contribuyan con su implementación.

Palabras claves: Comunidad de aves, conocimiento local, especies arbóreas nativas, estrategias de conservación.

Caro J. Olga. 2006. Local knowledge and birds community study as tools for the identification of natives trees species important for the conservation in cattle systems raisers of the oriental plains of Colombia (San Martín, Meta)

SUMMARY

The trees in livestock systems are important for the maintenance of the diversity due to that provides resources that promote the flow of the fauna on the surrounding headquarters and the areas of forest. The present study was developed in the municipality of San Martín, Meta (Colombian Orinoquia), which is a traditionally dairy and beef producer region in the country. Interviews were carried out to some landowners of the region in order to identify native trees species with their different uses and level of presence in the zone (local knowledge). Four species were identified: *Cassia grandis* (cañofistol), *Pera arborea* (gallino), *Erythroxylum amazonicum* (ajicito) and *Protium* sp. (anime). They presented different importance degree for the farmers. Based on these species a characterization of the associated bird's community to them, in order to identify which of these species were being utilized for the birds in greater proportion, and, which of them maintain greater species diversity. Finally, proposals for the implementation trees in pastures were presented, utilizing the sowing and the natural regeneration with costs reckoned of investment.

On the four trees species analyzed was registered a total of 1317 individuals, 22 families and 68 species of birds. The most abundant guild was the insectivorous (34 species) and the less abundant, the nectarívorous (2 species). A clear differentiation was found between *C. grandis* and *P. arborea*, and *E. amazonicum* and *Protium* sp. The two first species presented significantly higher values for diversity, richness and abundance of birds. *P. arborea* was the tree that more species, families and individuals of birds registered and *E. amazonicum* the one that less registered.

The rank-abundance curves showed that *Protium* sp. and *Erythroxylum amazonicum* were the trees with the smaller number of species and greater dominance degree and, *Pera arborea* was the species that presented greater quantity of unique species, which was corroborated with the values thrown by the Shannon index. It is concluded that the trees species identifying are contributing with different resources and in different forms to the birds community in the region, which contributes to the importance (since the point of view of the conservation) that have the isolated trees in pastures in cattle landscapes.

The conservation strategies proposed through the establishment of the tree species in pastures (through the sowing trees in pastures and the natural regeneration) turned out to be very expensive in comparison with other investments such as the improvement of pastures with species introduced like *Brachiaria* sp., which is highly utilized in the region. In this sense, it will be beneficial to look for mechanisms that contribute to encouraging the sowing of native trees species in pastures, standing out the benefits that can contribute these practices in the long term. On the other hand, the species analyzed are valued from the point of view of farmers. The mechanisms proposed to implement isolated trees are not economically viable; for which other tools should be sought that contribute with their implementation.

Keywords: Birds community, local knowledge, native trees species, conservation strategies.

1. INTRODUCCIÓN

Los llanos Orientales de Colombia tienen 16 millones de hectáreas, aproximadamente el 26% de la superficie del país; contiene tres sistemas de tierra o paisajes: el piedemonte, las llanuras aluviales y las altillanuras (bien drenadas e inundables) (Rippstein *et al.* 2001). Esta región, también llamada Orinoquía colombiana, es considerada como una de los territorios que ofrece grandes posibilidades de desarrollo económico, ya que las áreas de sabana tropical actualmente en uso, ofrecen un potencial comprobado para la intensificación de la producción de cultivos y ganado (Sánchez 1980, Etter 1985, Jiménez *et al.* 2003, IAvH 2004).

La ganadería es uno de los principales causantes de pérdida de áreas naturales y de biodiversidad en el trópico, lo cual está dado principalmente por la deforestación que se produce para el establecimiento de potreros (Rhoades *et al.* 1998). Sin embargo; en las áreas de sabana natural como en el caso de los llanos orientales, también se involucran otros componentes como la introducción de nuevas especies (*i.e.* pastos) (Jiménez *et al.* 2003), las quemadas y los diferentes efectos que éstas prácticas tienen sobre el suelo, como pueden ser la reducción de nutrientes y la fertilidad, así como el aumento en la competencia por parte de las herbáceas dominantes (Rhoades *et al.* 1998, Jiménez *et al.* 2003). También, el efecto del pisoteo por la carga de ganado en las praderas, sumado al pensamiento de un paisaje libre de obstáculos, provoca la tala de las franjas de bosques riparios que naturalmente se encuentran allí, generando procesos de fragmentación (Hunter 1996, Turner 1996, Kattan 1997, Opperman y Merenlender 2000). Además, la mayoría de las especies de interés comercial de estos bosques son utilizadas para actividades propias de las fincas como leña, cercas y postes, sufriendo por lo tanto una explotación intensiva y con frecuencia desapareciendo localmente (Navas y Barragán 2002).

En los sistemas agropecuarios, la incorporación de árboles en las pasturas se ha promovido como una opción agroforestal, ya que los árboles ayudan en el mantenimiento de la materia orgánica, recuperan los nutrientes del suelo, mejoran la fertilidad y disminuyen los procesos de erosión eólica e hídrica, debido a que reducen la velocidad del viento y retienen el agua (Geilfus 1994, Nair 1997, Asquith 2003). Adicionalmente, proveen sombra al ganado, protegen los linderos, embellecen el paisaje y valorizan los predios; lo cual es importante para los productores (Geilfus 1994, Rhoades *et al.* 1998, Navas y

Barragán 2002). Dentro de las opciones agroforestales, los sistemas silvopastoriles son la opción más utilizada en los sistemas ganaderos, ya que combinan los pastos con árboles y arbustos, todo bajo un sistema integral de manejo (Pezo e Ibrahim 1999).

También se conoce que arreglos silvopastoriles como los árboles dispersos en potreros, las cercas vivas y los barbechos mejorados; cumplen un papel importante en la conservación de la biodiversidad, debido a que proveen hábitats y recursos que se encuentran ausentes en los paisajes agrícolas convencionales (Holl 1998, Harvey y Haber 1999, Lang *et al.* 2003). Las aves, por ser un grupo importante en procesos ecológicos como son la diseminación de semillas y la polinización de las plantas (Gilbert *et al.* 2003, Murcia 2003, Restrepo 2003), se convierten en una buena herramienta para determinar la importancia de los árboles en los sistemas ganaderos, ya que se pueden identificar las interacciones que pueden existir entre ambos (aves-árboles), así como la utilización que le están dando a éstos dentro de los sistemas pecuarios. Esto, sumado a incorporar el conocimiento local de los ganaderos con respecto a la utilidad y uso de las especies arbóreas nativas de la región; aportarán herramientas concretas para proponer especies arbóreas nativas que favorezcan tanto la sostenibilidad desde la perspectiva ambiental, como desde la productiva, para la ganadería de la región de los llanos orientales de Colombia.

1.1. Justificación

Colombia vive un proceso acelerado de transformación y pérdida de sus hábitats y ecosistemas naturales, agudizado por los problemas de colonización y ampliación de la frontera agropecuaria (IAvH 1998). Aunque en los llanos los ecosistemas predominantes son las sabanas naturales, el proceso de sabanización es también creciente, debido a la eliminación de las áreas de bosque original o de arbustos densos para convertirlos en praderas o potreros (Hernández *et al.* 1990 tomado de IDEAM 2001). La ganadería a pesar de ser una actividad importante en el país, en la mayoría de los casos se lleva a cabo con grandes carencias de asistencia técnica, capacitación y con practicas que contribuyen a erosionar el suelo, degradar las pasturas y sobre todo, facilitar la pérdida de la cobertura boscosa y de biodiversidad (CI *et al.* 2002).

La incorporación del componente arbóreo a los sistemas ganaderos, ha sido una estrategia de amortiguación y conservación para las áreas naturales, que cada vez se encuentran más

amenazadas por la presión agropecuaria (Pagiola *et al.* 2004). Sin embargo, los efectos de este componente sobre la conservación de la biodiversidad es aún escasa (Naranjo 2003); por lo que deben ser evaluados en mayor proporción, lo cual permitirá dar un mayor peso o importancia ecológica a las especies arbóreas que se propongan a futuro en arreglos silvopastoriles dentro de los sistemas ganaderos.

1.2. Objetivos del estudio

1.2.1. Objetivo General

Identificar especies arbóreas nativas que contribuyan con la conservación de la biodiversidad y los intereses de los ganaderos; que sean viables de implementar a través de arreglos silvopastoriles en sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta).

1.2.2. Objetivos específicos

1. Identificar especies arbóreas nativas de mayor importancia para los ganaderos, de acuerdo a los tipos de uso y su presencia actual en la zona.
2. Caracterizar y comparar la estructura y composición de la comunidad de las aves que utilizan las especies arbóreas identificadas, por medio de su gremio alimenticio y el uso que le dan al árbol.
3. Comparar las especies arbóreas escogidas, con respecto a la diversidad, abundancia y riqueza de especies de aves que las visitan.
4. Caracterizar y tipificar socioeconómicamente a los ganaderos entrevistados.
5. Determinar los costos de establecimiento de las especies arbóreas propuestas y la disponibilidad de los ganaderos a implementar arreglos silvopastoriles incluyendo estas especies.

1.2.3. Hipótesis

- Los gremios alimenticios de las aves y los usos que le dan a las especies arbóreas depende de los recursos que estén ofreciendo.
- La diversidad, riqueza y abundancia de aves varía de una especie arbórea a otra, dependiendo de los recursos que estén utilizando las aves.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Sabanas neotropicales y orinoquia colombiana

2.1.1. Sabanas

Las sabanas neotropicales ocupan una superficie de 275 millones de ha aproximadamente; es decir el 45% del continente suramericano (Cole 1986, FAO 2005). Se encuentran principalmente en los suelos ecuatoriales y los desiertos de latitud media, donde la formación vegetal debería ser la selva húmeda tropical (Jiménez *et al.* 2003). La explicación a esto es quizás el resultado de varios aspectos como: la época seca muy fuerte, las diferencias edáficas y la aparición frecuente de incendios y quemas (Blydenstein 1967, Cochrane 1978 tomado de Jiménez *et al.* 2003). Debido a esto, algunas especies vegetales poseen estrategias adaptativas funcionales y estructurales que les confieren resistencia a los periodos secos, por medio de la capacidad de extracción de agua de capas profundas del suelo o evadiendo el estrés deshaciéndose de algunas hojas (Blydenstein 1967, Cole 1986).

La vegetación de las sabanas consiste en un estrato herbáceo continuo que puede estar arborizado o no, con arbustos de densidad y altura variables y en algunos casos asociados a componente arbóreo y palmas (Etter 1997, IDEAM 2001, Jiménez *et al.* 2003). La predominancia de vegetación herbácea se debe a las características de los suelos, ya que se forma una capa en el subsuelo formada por óxidos de hierro y aluminio, condicionando en gran medida su fisonomía (Etter 1997, IDEAM 2001, Jiménez *et al.* 2003). Los árboles que consiguen crecer en estas condiciones, desarrollan un sistema radicular extenso pero superficial (Jiménez *et al.* 2003). Por otro lado, el grado de inundación de las sabanas también determina la composición de su vegetación (Cole 1986).

Se estima que la extensión de los ecosistemas de sabana en Colombia ocupa alrededor de los 18 millones de hectáreas (Etter 1997). Estas se encuentran distribuidas en los llanos Orientales, el Caribe, la región Intra-Andina y de tipo Amazónico. La mayor extensión se encuentra en la región de los llanos Orientales ocupando aproximadamente 16 millones de ha (Etter 1997, IDEAM 2001, Rippstein *et al.* 2001, Jiménez *et al.* 2003). De esta extensión, cerca del 80% se encuentra cubierta por gramíneas nativas en la que se ha

desarrollado una ganadería de tipo extensivo, con valor nutritivo pobre (Vera y Seré 1985); siendo la quema periódica una práctica frecuente que busca eliminar el exceso de forraje seco acumulado y estimular el rebrote de las especies nativas de mayor valor nutritivo (Jiménez *et al.* 2003). Adicionalmente, se cree que el fuego ha sido el principal determinante en la fisionomía actual de las sabanas, debido a que las mantiene como estructuras abiertas; sin embargo, su distribución actual sugiere que no derivaron de selvas arrasadas por el fuego (Jiménez *et al.* 2003).

En esta región durante las últimas décadas, ha aumentado la cantidad de tierra utilizada para la producción intensiva de recursos alimenticios, lo cual consiste en pastizales mejorados que se basan principalmente en gramíneas africanas (*Brachiaria* spp. y *Panicum* spp.) asociadas con leguminosas pertenecientes a los géneros *Stylosanthes*, *Arachis* y *Pueraria* (Jiménez *et al.* 2003). Se han establecido también cultivos anuales de arroz y soya, con durabilidad y sostenibilidad muy restringida a largo plazo, por la poca adaptación de estos cultivos a las condiciones físico-químicas de los suelos ácidos (Jiménez *et al.* 2003).

2.1.2. La Orinoquia

La cuenca del río Orinoco se extiende a través del límite de Colombia y Venezuela, desde los Andes hasta el Atlántico; a lo largo de 2140 km, desde su origen en el extremo sur del macizo de Guayana, hasta el océano. Sus cuencas circundantes representan una de las áreas del mundo más ricas biológica e hidrológicamente; siendo considerada como el tercer sistema ribereño más importante del mundo, en particular, por el volumen de descarga de agua hacia el Atlántico (descarga promedio de 36 mil m³/por segundo) (WWF 2006).

El área promedio de la cuenca está aproximadamente en 830 mil kilómetros cuadrados que incluyen los Andes, las sabanas de los Llanos y el escudo de Guayana, de los cuales cerca del 63% están localizados en Venezuela, y el 37% en Colombia. Entre los afluentes más importantes del río Orinoco se destacan los ríos Guaviare, Meta, Arauca, Vichada, Capanaparo, Cinaruco, Apure, Caura, Caroni, Ventuari, Portuguesa, Atabapo y el Alto Orinoco (WWF 2006).

La combinación de tres ecosistemas diferentes y ricos (Andes, Guayana y Delta del Orinoco) mantienen una tremenda biodiversidad acuática y terrestre en la Cuenca. Hasta el

momento se han registrado 17420 especies de plantas, 1300 de aves, más de 1000 especies de peces, 250 de mamíferos y 119 de reptiles. La Cuenca presenta también una alta diversidad étnica y es el hogar de pueblos indígenas como Achagua, Amorua, Baniba, Bare, Betoye, Chiricoa, Cuiba, Guahíbos, Hoti, Kapo, Karina, Kuripako, Makaguaje, Masiguare, Ninam, Panare, Pemon, Piapoko, Piaroa, Puinave, Saliba, Sanema, Uwa, Warao, Yanomami, Yekuana y Yeral.

La cuenca del Orinoco representa una importante oportunidad para la conservación, ya que es una de las más intactas del mundo donde la densidad poblacional es relativamente baja (13 habitantes/kilómetro cuadrado) y el desarrollo de infraestructura es aún muy limitado. Sin embargo, las amenazas (minería de oro y diamantes en las tierras altas de la Guayana; explotación de petróleo en el piedemonte de Colombia y los Llanos de Venezuela; la ganadería extensiva y las proyecciones de expansión de la agricultura industrial, como la palma de aceite y arroz) aparecen en el horizonte y tanto en Colombia como en Venezuela, estas amenazas tienen un amplio rango de actividades económicas y humanas que si no se manejan apropiadamente podrían afectar grandemente la integridad de esta cuenca binacional (WWF 2006).

2.1.2.1. Las aves del llano orinocense

En la Orinoquia existen 644 especies de aves representadas en 376 géneros y 61 familias; siendo los géneros más diversos *Myrmotherula*, con 9 especies, y *Tangara*, con 8 especies (Defler y Rodríguez 1998). Las aves acuáticas representan uno de los grupos más amplios en la región y entre ellos se encuentran la garza real (*Casmerodius albus*), la garcita del ganado (*Bulbucus ibis*), el pato yuyo (*Phalacrocorax olivaceus*), la garza paleta (*Ajaia ajaja*), los pisingos (*Dendrocygna viudata*, *Dendrocygna bicolor* y *Dendrocygna automamnalis*), el pato turrio (*Oxyura jamaisiensis andina*) y la tinga o tingua (*Rallus semiplumbeos*), entre otros. También, son muy características de esta región el garzón soldado (*Jabiru mycteria*) y la corocora (*Eudocimus ruber*) (Defler y Rodríguez 1998).

Estos ecosistemas también constituyen el hábitat de aves migratorias como el barraquete aliazul (*Anas discors*), la cerceta (*Anas americana*), el paleador (*Anas clypeata*) y el pato pequeño (*Aythya affinis*) (Minambiente 2005). También, el playero de rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*), el playero semipalmeado (*Calidris pusilla*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), la reinita hornera (*Seiurus aurocapillus*), el atrapamoscas o tijereta

(*Muscivora tyrannus*), la reinita rayada (*Dendroica striata*), el cuclillo pico amarillo (*Coccyzus americanus*), el cardenal migratorio (*Piranga rubra*), la golondrina de iglesia (*Progne subis*), el canario de mangle (*Dendroica petechia*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el tibi tibe (*Bartramia longicauda*), el playero pecho Rufo (*Calidris canutus*), el tordo arrocero (*Dolichonyx oryzivorus*) y el vencejo de chimenea (*Chaetura pelagica*) (IAvH 2004).

2.1.3. Ecosistemas asociados

En las zonas del piedemonte llanero se dan las condiciones para que las plantas se establezcan en un conjunto de comunidades fitosociológicas cuya fisonomía se caracteriza por el dominio de plantas herbáceas de tipo gramínea alternadas con áreas permanentemente inundables, permitiendo el desarrollo de vegetación flotante (IDEAM 2001). Los humedales o esteros conformados por las palmas de moriche (*Mauritia minor* y *M. flexuosa*), son comunes en las llanuras de la orinoquia, presentando drenaje escaso o casi nulo y encharcamientos permanentes por la saturación de los recursos hídricos (Jiménez *et al.* 2003). Anaya y Torres (2000), describen a los morichales como ecosistemas importantes por su capacidad de regulación del ciclo del agua, así como servir de refugio y alimento para la fauna. Sin embargo, también mencionan que son sitios muy sometidos a quemas permanentes para la obtención de brotes de gramíneas y que se han visto disminuidos por la utilización de sus hojas para la construcción de techos.

Los bosques de galería, bordean los márgenes a lo largo de los caños, ríos y quebradas de las llanuras, también llamados bosques riparios, de cañadas o de altillanura (Etter 1997). Estos bosques alcanzan cientos de metros de ancho, generalmente inferiores a 1 km y están constituidos por un dosel que puede llegar a los 20 o 30 metros de altura, con estratos bien definidos. A pesar de estar intervenidos, aún se puede distinguir la composición florística heterogénea, típica de todos los bosques húmedos, con una notoria riqueza de especies (FAO 1966, Rocha *et al.* 1975). La importancia de los bosques de galería radica en el papel clave que desempeñan para la preservación del recurso hídrico y la estabilización de los cauces; además, sirven como corredores de dispersión de la biota y albergues de la fauna en épocas secas (Hernández y Sánchez 1990 tomado de IDEAM 2001, Navas y Barragán 2002). Adicionalmente, por su carácter de bosque inundado, son altamente productivos; sin embargo, su ubicación los convierte en puntos vulnerables por su gran accesibilidad,

debido a la fuerte demanda de sus productos, principalmente la madera para postes y leña (IDEAM 2001, Navas y Barragán 2002). El área calculada con este tipo de cobertura es de 3'907.090 ha, equivalentes al 3.4% del área del país (IDEAM 2001).

2.2. Ganadería y conservación de la biodiversidad

En América tropical la mayor proporción de ecosistemas naturales transformados se encuentra en sistemas ganaderos de pastoreo y suman en la actualidad 548 millones de hectáreas (33% de la región y 11% de las tierras agrícolas del mundo). Esto significa que el 77% de la frontera agropecuaria (agroecosistemas) son sistemas destinados al pastoreo de animales domésticos con predominio de los bovinos (FAO 1996 citado de Murqueitio 2003). La transformación de los ecosistemas naturales tiene una conexión directa e indirecta con la ganadería y la tala y quema de bosques, y la magnitud con que este proceso se ha realizado en América Latina condujo en las décadas pasadas al señalamiento internacional de la ganadería como una gran amenaza ecológica del bosque tropical (Kaimowitz 1996).

En las actividades pecuarias de pastoreo se generan impactos ambientales negativos como la erosión y compactación del suelo; la uniformidad genética al privilegiarse el monocultivo de gramíneas mediante quemadas estacionales y eliminación de la sucesión vegetal por medios químicos (herbicidas) o físicos; la desecación de humedales; la construcción de vías de penetración; la demanda creciente de madera para cercos, corrales de manejo y camiones ganaderos; la contaminación del agua y el suelo por fertilizantes sintéticos y plaguicidas, así como las emisiones de gases producidas por la quema de combustibles en el transporte terrestre y fluvial de animales vivos o sus productos (Murgueitio 1999).

Debido a todo esto, los hábitats naturales se han vuelto cada vez más restringidos y degradados, por lo que se debe comenzar a prestar mayor atención a la conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios (Pagiola et al. 2004). Los enfoques clásicos al tema de conservación, que intentan conservar hábitats prístinos dentro de áreas protegidas, son necesarios pero insuficientes en vista del aumento constante de las presiones sobre la tierra (Pagiola et al. 2004).

La ganadería en el trópico se ha basado principalmente en modelos de producción extensivos. En Colombia es la actividad que ocupa la mayor parte de la frontera agropecuaria¹, y en 35 años esta actividad productiva pasó de ocupar 14.6 a 35.5 millones de hectáreas y tiende a continuar creciendo a expensas de los bosques y la agricultura. Aunque el inventario bovino es incierto, se calcula en 26 millones de cabezas que aportan 44.6% del PIB pecuario que a su vez es el 9.2% del PIB Nacional (Murgueitio *et al.* 1999).

En el caso de las sabanas naturales por ser ecosistemas relativamente fáciles de convertir en grandes áreas de tierras para cultivo y ganadería; constituyen un tipo de hábitat que ha sido casi completamente destruido (Morellato 2001). Estudios realizados en tierras bajas localizadas del piedemonte oriental de los Andes colombianos, cuantificaron la deforestación mediante la determinación de áreas de pastizales, rastrojos y bosques en fotografías aéreas, tomadas desde la década de los treinta a los ochenta. Las áreas cubiertas por pastizales aumentaron de 26 a 53% y las de rastrojo de 2 a 14 %, lo cual sugiere que a pesar de que hay áreas en procesos de regeneración, la tendencia general es hacia la conversión de bosques para pastizales ganaderos (Viña y Cavelier 1999).

Las tasas de deforestación pueden ser muy altas a nivel local y la pérdida de hábitats provocada por estas actividades humanas es la causa principal de la disminución de la biodiversidad (Primack *et al.* 2001). Esto puede provocar la extinción de muchas especies tanto a nivel local como regional (Kattan *et al.* 1994). Petit y Petit (2003) identificaron la comunidad de aves asociadas a 11 hábitats diferentes (naturales y modificados por el hombre) en la zona central de Panamá y encontraron que la estructura del gremio cambió gradualmente de especies predominantemente de bosques, a proporciones más altas de especies de zonas abiertas, matorrales y pastizales.

Por otro lado, actualmente la mayor parte de la diversidad biológica existe en sistemas manejados por el hombre (principalmente agricultura y bosques sometidos a extracción maderera), debido a que estas áreas cubren el 95% de los ecosistemas terrestres (Pimentel *et al.* 1992). De este modo, muchos agroecosistemas y regiones ganaderas pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad regional y proporcionar nuevos hábitats para la fauna y flora silvestres locales (Cárdenas 1997 citado en Murgueitio y Calle 1998).

¹ El 73% de las áreas deforestadas en el país ha sido convertida a actividades agrícolas, principalmente pecuarias, siendo el pastoreo convencional del ganado el que contribuye a la degradación continua de paisajes (Naranjo 2003).

Debe ser claro que no siempre las estrategias utilizadas para manejar las áreas agropecuarias son las adecuadas. Harvey *et al.* (1999), Ortiz-Pulido *et al.* (2000), mencionaron que el manejo de los potreros, el ramoneo y pisoteo de las vacas hacen parte de los problemas que tienen las especies arbóreas para regenerar dentro de los potreros, y no las dificultades intrínsecas de las especies. Esto implica, que conviene considerar en muchos casos la adaptación de las comunidades vegetales a la perturbación, lo cual debe tenerse en cuenta en el momento de hacer recomendaciones de gestión (Hayes y Holl 2003). Otro ejemplo, son las áreas de pastizales naturales, que en muchos casos son objeto de variadas tentativas de forestación (Lawrence 1990). El autor menciona que tal vez, los programas de extensión debieran considerar elementos de política agraria que estimulen una mejor gestión de los pastizales, en vez de reforestar, debido a que si la comunidad local prefiere conservar los pastos, será difícil o imposible la reforestación.

Floyd *et al.* (2003) estudiaron los efectos históricos del pastoreo del ganado sobre la cobertura de plantas, corteza del suelo y riqueza de especies de plantas en seis sitios con diferente potencial de vegetación natural en el parque natural Chaco en Nuevo México. Encontraron que la protección a largo plazo incrementó la cobertura de los arbustos y pastos y se explica como una variación ecológica natural, que contrasta con las nociones de invasión generalizada de arbustos, inferida a menudo en el pasado. Esto significa que el manejo exitoso de la biodiversidad, incluyendo la selección y el posterior manejo de áreas protegidas, en buena medida depende de las clasificaciones que se hagan de los terrenos con ecosistemas similares (Leathwick *et al.* 2003). La clasificación ambiental, posee un gran potencial para proporcionar un contexto del paisaje para el manejo de conservación, particularmente en ambientes en los que el patrón natural de ecosistemas ha sido modificado severamente por la actividad humana (Leathwick *et al.* 2003).

Finalmente, los biólogos de la conservación necesitan identificar aquellos recursos biológicos con probabilidad de ser conservados y aquellos que probablemente queden desprotegidos por los servicios de conservación (Merenlender *et al.* 2004). Esto requiere de investigación interdisciplinaria que permita comprender las consecuencias ecológicas y sociales de la adquisición de interés parcial en terrenos privados para los propósitos de la conservación (Merenlender *et al.* 2004).

2.2.1. Los sistemas silvopastoriles y la conservación de la biodiversidad

La expansión de los sistemas silvopastoriles a través de los paisajes agropecuarios es un fenómeno reciente en América Latina y la información disponible acerca de sus beneficios en términos de conservación de la biodiversidad es aún escasa (Naranjo 2003). Debido a esto, es importante desarrollar metodologías para evaluar el nivel de amenaza para la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas y de esta manera ayudar a guiar acciones de conservación.

Los sistemas silvopastoriles se proponen como una alternativa para la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas, ya que representan una opción de producción pecuaria que involucra la presencia árboles y arbustos, con componentes tradicionales como los pastos, forrajes y ganado (Pezo e Ibrahim 1999). Estos sistemas ofrecen diversificación de las actividades productivas de las fincas, reducen el riesgo de pérdidas económicas, facilitan las labores de limpieza de malezas y contribuyen a la fertilidad de los suelos (Russo 1994). Además, contribuyen con la conservación de la biodiversidad (Harvey y Haber 1999, Cárdenas *et al.* 2003, Hernández *et al.* 2003, Lang *et al.* 2003), debido a que los árboles pueden proveen hábitats y recursos que se encuentran ausentes en los paisajes agropecuarios (Harvey y Haber 1999).

La riqueza de especies suele ser más alta en los sistemas silvopastoriles que en pasturas de monocultivo debido a la heterogeneidad que presentan (Murgueitio y Calle 1998). En casos como los árboles dispersos en potreros, se ha mostrado que juegan un papel muy importante en la sobrevivencia de especies silvestres, debido a brindan recursos y refugio (Harvey y Haber 1999). La disponibilidad de alimento para muchas especies (*i.e.* aves) en estos sistemas es considerable y la estructura de la vegetación provee sitios de anidación para muchas otras, lo mismo que mejor protección contra depredadores, con respecto a los sistemas agropecuarios más simples (Naranjo 2003).

Varios autores han señalado que tanto los sistemas silvopastoriles como otros sistemas agroforestales contienen una mayor y más compleja comunidad de invertebrados (50-90%) que los potreros abiertos, lo cual contribuye a explicar la mayor diversidad de aves (Willson y Díaz 2001, Naranjo 2003). También, el incremento en la complejidad de los sistemas silvopastoriles brinda importantes beneficios, como son la tendencia a albergar un

número mucho mayor de especies (Murgueitio y Calle 1998) y en el caso de los árboles dispersos, ayudan a conectar áreas de bosque o áreas protegidas (Harvey y Haber 1999).

Los árboles dispersos en potreros son de dos tipos: i) de forma natural, ya sea por tipo de vegetación clímax o por procesos de sucesión vegetal y ii) el resultado de la intervención del hombre, ya sea por manejo selectivo después de la transformación del bosque a pasturas o por la introducción de árboles en praderas ya existentes (Pezo e Ibrahim 1999). Por otro lado, las cercas vivas es una práctica que ha tomado fuerza en los últimos años, debido a que no solo significa un ahorro importante para el productor (con respecto a su establecimiento), sino porque constituye un mecanismo para reducir la presión sobre los bosques (obtención de postes y leña), además de beneficios adicionales como que de por sí, brindan los árboles (Pezo e Ibrahim 1999)

Por otro lado, diferentes investigaciones mencionan a las aves y a los árboles aislados en potreros, como especies focales² en sistemas agrícolas (McClanahan y Wolfe 1993, Toh *et al.* 1999, Ortiz-Pulido *et al.* 2000, Padoa-Schioppa *et al.* 2006). Las aves, como un parámetro para estimar la calidad medioambiental, debido a que permiten identificar elementos semi-naturales importantes a escalas espaciales diferentes (Padoa-Schioppa *et al.* 2006); y los árboles aislados, debido a que fomentan el reclutamiento de semillas por lo que van a tener una acumulación de especies de plántulas debajo de su copa (unos más que otros) (Toh *et al.* 1999). Estos aspectos se relacionan, debido a que las aves contribuyen en la distribución de las plántulas que germinan por la dispersión de semillas siendo posiblemente más atraídas por aquellas especies que presentan periodos largos de fructificación, con respecto a las que presentan periodos cortos (Toh *et al.* 1999).

En conclusión, se considera que estos sistemas son importantes para la conservación de la biodiversidad, debido a que sirven como áreas de refugio o paso para fauna silvestre, además de aportar alimento a muchas especies, principalmente voladoras como las aves, los murciélagos, y los insectos (Cárdenas *et al.* 2003, Hernández *et al.* 2003, Lang, *et al.* 2003, Murcia 2003, Restrepo 2003).

² Se refiere a una especie o grupo de especies sobre los cuales se tienen en cuenta requisitos funcionales y espaciales, que sirven para definir eficazmente los límites medioambientales para la protección de otras especies presente en un área (Lambeck, 1997 citado de Padoa-Schioppa *et al.* 2006).

2.2.2. *Las aves como grupo importante de procesos ecológicos en agroecosistemas*

Las interacciones entre las plantas y los animales ilustran las presiones de selección que surgen en las relaciones abióticas; siendo la polinización y la diseminación de semillas los casos más difundidos (Gilbert *et al.* 2003). Estas interacciones, pueden ser responsables de mantener una alta diversidad de árboles en las zonas neotropicales, en vista de que los vertebrados dispersan semillas y polinizan flores y por ende, resultan críticos para la reproducción de muchas especies arbóreas (Asquith 2003). La polinización por animales ocupa de un 98 a un 99% en los bosques húmedos tropicales, siendo las aves el segundo grupo más importante, después de las abejas y los abejorros (Murcia 2003). En cuanto a la diseminación, más del 50% de las plantas son dispersadas por animales frugívoros, generalmente aves y mamíferos (Dalling 2003, Restrepo 2003); los cuales dispersan las semillas lejos del árbol progenitor, donde las probabilidades de supervivencia son mayores (Asquith 2003, Restrepo 2003). Estudios realizados en bosques montanos de Costa Rica mostraron que más del 60% de las semillas eran dispersadas a distancias relativamente grandes por aves frugívoras (Murria 1988 citado por Dalling 2003).

Los vertebrados frugívoros voladores son los mejores dispersores de semillas en comparación con los animales de hábitos terrestres (Guevara y Laborde 1993). Ortiz-Pulido *et al.* (2000), evaluaron el efecto de las aves frugívoras en un paisaje fragmentado de Veracruz, México; y sugirieron que muchas especies de aves usan todo tipo de vegetación en el paisaje. Concluyeron que esto las convierte en importantes dispersoras de semillas aunque el efecto sobre cada tipo de vegetación del paisaje fragmentado, llega a ser diferente (Ortiz-Pulido *et al.* 2000). Harvey *et al.* (1999), mencionaron que un 90% de las especies arbóreas en pasturas son fuentes de alimento para aves silvestres y podrían ser muy importantes para su conservación. Sin embargo, la regeneración de las especies leñosas en áreas de pastizal es impedida por actividades humana, tales como el uso de herbicidas, poda frecuente (“chapeo”) y consumo y pisoteo por ganado. También, la pérdida de los bosques tiene efectos hostiles sobre las especies; en el caso de las aves, son principalmente afectadas aquellas de carácter especialista, ya que su condición les impide cruzar campos abiertos o praderas, pudiendo solo moverse a través de corredores con vegetación densa (Willson y Díaz 2001, Petit y Petit 2003). Estas barreras pueden restringir el potencial reproductivo y en muchos casos disminuir la producción de semillas,

por la incapacidad de migrar entre fragmentos de hábitats y polinizar flores (Willson y Díaz 2001). Por otro lado, hay otras especies como las migratorias y las generalistas, que no tienen dificultad para moverse entre fragmentos (Willson y Díaz 2001).

Existen efectos directos e indirectos sobre la avifauna, que pueden ser utilizados como indicadores de procesos como la fragmentación de los hábitats (Turner 1996). Stotz *et al.* (1996) argumentan que las especies con alta sensibilidad a los disturbios humanos pueden ser buenos indicadores de calidad ambiental. Por ejemplo, la abundancia de especies de aves puede ser utilizada para indicar calidad ambiental, debido a que se puede relacionar con las características estructurales de los elementos del paisaje, aportando valiosos indicios para propuestas más eficientes en proyectos de restauración (Padoa-Schioppa *et al.* 2006). Kattan (2001) mencionó como efectos directos, que grupos o gremios como los frugívoros grandes del dosel, los insectívoros del sotobosque y las rapaces, se ven especialmente afectados por los disturbios; e indirectos, a través de interacciones interespecíficas, como la ausencia de aves frugívoras que puede alterar los patrones de diseminación de las semillas, lo que se traducirá en cambios en la estructura de la vegetación (Kattan 2001).

Holl (1998) mencionó que el factor más limitante de la recuperación de pasturas degradadas es la falta de dispersores de semillas, por lo que se debe trabajar en aumentar las estructuras para que las aves puedan llegar; esto, debido a que muchas aves defecan las semillas cuando están perchadas. Restrepo (2003) explicó que las semillas pasadas por el tracto digestivo que son depositadas debajo de las perchas de despliegue de algunas especies de aves en claros de bosque, pueden evadir más fácilmente el ataque de los hongos, lo cual posibilita su germinación. Toda esta información, permite pensar que los sistemas agroforestales logran mantener una proporción sustancial de las comunidades de aves originales (Stotz *et al.* 1996), ya que el componente arbóreo en los sistemas de producción, presenta condiciones que no son encontradas por las aves en los sistemas de monocultivos o extensos pastizales (Cárdenas 2003).

Esto significa que la presencia de árboles en los potreros es importante para la conservación, ya que son utilizados por las aves. Un ejemplo de esto es el trabajo realizado por Holl (1998), quien comparó el número de aves que visitaban ciertas disponibilidades de perchas en sitios de potrero cercano y lejano de un bosque primario en Costa Rica.

Encontró bajas tasas de visita de aves en árboles cercanos a los fragmentos de bosque primario, mientras que observó un mayor número de éstas perchadas en sitios lejanos del bosque. La explicación al respecto, fue la cercanía del bosque, ya que provee suficiente alimento a las aves por lo que estas no se ven obligadas a utilizar las perchas de los potreros ni su alimento; además, porque están menos acostumbradas a entrar a áreas lejanas o abiertas. Por otro lado, el mayor número de visitas en los sitios lejanos del bosque, mostró que las estructuras de perchas en los potreros incrementan la diseminación de semillas por parte de las aves por medio de la defecación (Holl 1998).

Otro ejemplo de la importancia de los árboles, fue el trabajo realizado por Cárdenas *et al.* (2003) quienes caracterizaron la abundancia, riqueza y diversidad de especies de aves en hábitats con diferentes coberturas en paisajes fragmentados de bosque seco tropical en Costa Rica; donde determinaron el número de especies y de individuos de aves propias de áreas boscosas y de áreas de pastizales. Encontraron una alta diversidad de aves en potreros, lo cual fue atribuido a los recursos que ofrecen los árboles en los mismos, como refugio, alimento, descanso o percha. Concluyeron que los esfuerzos de conservación deben enfocarse en los fragmentos de bosque y los bosques riparios que aún se mantienen en los paisajes ganaderos, al mismo tiempo se debe tratar de aumentar la cobertura arbórea presente en los potreros.

Es conocido que los árboles proveen alimento para las aves del bosque y otros animales (Harvey y Haber 1999); ya sean dispersos en potreros o a manera de cercas vivas en sistemas agroforestales. Lang *et al.* (2003) realizaron un estudio sobre la composición de la comunidad de aves en cercas vivas en zonas de bosque húmedo tropical en Río Frío, Costa Rica, donde compararon tipos de cercas vivas (complejas y simples) en paisajes dominados por pasturas. Encontraron mayor riqueza y abundancia de especies de aves en cercas vivas complejas (árboles grandes y copas anchas) que en las cercas vivas simples (árboles pequeños y copas podadas), siendo registrados el 73% de los individuos y el 88% de especies en las cercas complejas. Concluyen que las cercas vivas son importantes para mantener la biodiversidad en paisajes ganaderos, pero que se debe trabajar estrechamente con los productores y de esta manera ofrecer mejores recomendaciones para el manejo de éstas en los sistemas productivos, involucrando la conservación de la biodiversidad.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la presencia (y el futuro) de los árboles en los potreros, depende en última instancia de los productores y el manejo que le den a sus pasturas. (Harvey y Haber 1999), mencionaron en su estudio que en general la visión de los productores frente a los árboles es un componente positivo en sus pasturas y que aprecian su valor económico y ecológico. Sin embargo, cualquier sistema de seguimiento para documentar la dinámica de los elementos de la diversidad en mosaicos agropecuarios, deben desarrollarse paralelamente con la documentación de variables socioeconómicas. Esto implica que las comunidades locales, los ganaderos y las organizaciones a cargo de la asistencia técnica agropecuaria deben participar en el diseño y puesta en marcha de los protocolos de monitoreo para tener la certeza que todas las variables necesarias sean tenidas en cuenta y que, cuando y dondequiera que sea necesario hacer ajustes, los nuevos cambios sean adecuadamente medidos (Naranjo 2003).

2.3. Diagnóstico socioeconómico

Naranjo (2003) menciona que existen muchas razones para creer que los SSP son compatibles con objetivos de conservación de la biodiversidad y viables desde el punto de vista socioeconómico; por lo que existen muchas justificaciones para promover sistemas productivos amigables con la vida silvestre.

Las consideraciones económicas se encuentran entre los factores más importantes para determinar el valor y la viabilidad de un proyecto (Nair 1997). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han concentrado en los factores físicos y biológicos que afectan la productividad, sin poner atención adecuada al valor económico de los productos. Lloyd (2003) señala que los proyectos deben ser factibles desde el punto de vista ambiental y económico, y compatibles con el desarrollo tecnológico de los productores. Se deben desarrollar modelos donde se incorporen indicadores socioeconómicos de riesgo, incluyendo las áreas desarrolladas y medir la proporción de tierras que se afectan por dichas áreas (Theobald 2003).

Las técnicas participativas son una herramienta clave para estos procesos, ya que cubren una gran variedad de aproximaciones, instrumentos y métodos que pueden ser usadas con la gente para indagar acerca de las condiciones locales; siendo algunas adaptadas para reunir información y otras diseñadas para promover la participación de las comunidades

(Jackson e Ingles 1998). Mendoza y Prabhu (2005), mencionan que los enfoques participativos han ganado mucha aceptación en cuanto a la administración de los recursos naturales en todo el mundo; sin embargo, estos métodos hasta ahora han sido criticados por carecer de rigor, necesitando una mejor estructura y capacidad analítica. Se debe ofrecer un ambiente analítico, donde las múltiples metas, los objetivos y las perspectivas se pueden acomodar y puedan ser analizados colectiva y holísticamente (Mendoza y Prabhu 2005).

Pretty y Smith (2004), mencionaron que el conocimiento y los valores de las comunidades locales están siendo reconocidos como valiosos para la conservación de la biodiversidad. Harvey y Haber (1999) estudiaron árboles remanentes en pasturas de bosques húmedos premontanos en fincas lecheras de la comunidad de La Cruz en Costa Rica y determinaron la importancia que éstos tienen para la conservación de la biodiversidad. Dentro de su trabajo, realizaron entrevistas a los productores las cuales les permitieron identificar las razones por las cuales éstos dejan árboles en los potreros. Encontraron 19 razones diferentes, siendo las más importantes en su orden respectivo, la sombra para el ganado, el futuro del recurso maderable (postes para cercas) y la provisión de frutos para las aves y protección de la fauna silvestre. Esto permite pensar que la participación de los productores es significativa y que en muchos casos aporta grandemente a la conservación de los recursos naturales.

Por otro lado, Naranjo (2003) menciona que para entender el comportamiento o evolución del sector ganadero, es necesario tener en cuenta que los productores toman sus decisiones a partir de dos elementos: uno técnico y otro económico. En el primer caso, el productor tiene en cuenta los factores biofísicos que intervienen en el proceso productivo, relacionado a las restricciones tecnológicas a las que se enfrenta. Entre estos factores se tienen la eficiencia y la productividad y factores externos como el clima. En el segundo caso, el productor tiene en cuenta los factores del mercado: expectativas de la oferta, demanda y precios del producto y de los insumos, y estos a su vez se reflejan en las decisiones de inversión, tanto hacia la capitalización o descapitalización (Naranjo 2003).

La ganadería en América Latina es un negocio sumamente heterogéneo, con una gran diversidad en el tamaño de los predios y la intensidad de la mano de obra. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para desarrollar sistemas que produzcan impactos considerables en distintos escenarios sociales, económicos y de conservación. La restauración de hábitats degradados por el pastoreo de ganado tiene que hacerse siguiendo

principios ecológicos, utilizando procesos naturales como la sucesión vegetal natural y la acción de los dispersores de semillas, hasta donde sea posible (Naranjo 2003). Con el establecimiento de SSP bajo estos principios se busca conseguir una vegetación de varios estratos, intermedia entre los hábitats del bosque.

Finalmente, el diseño meticuloso de sistemas silvopastoriles para la producción pecuaria, ofrece alternativas aplicables a diferentes escalas, contribuyendo a preservar los remanentes de los ecosistemas naturales y la recuperación de los paisajes degradados. El uso de recursos locales, principalmente el conocimiento de las comunidades, asociado a las tecnologías y procesos investigativos modernos, es prioritario en este tipo de actividades, lo mismo que la concertación para una financiación apropiada dentro de marcos legales (Naranjo 2003).

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, N. y Torres, N. 2000. Plan básico de ordenamiento territorial municipio de San Martín. Resumen Ejecutivo. Alcaldía de San Martín. Meta, CO. 28 p.
- Asquith, N. 2003. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 377-406 pp.
- Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1): 1-15.
- Cárdenas, G., C. Harvey, M. Ibrahim, B. Finegan. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, CR. *Agroforestería de las Américas*, 10(39-40): 78-85.
- Cárdenas, G. 2003. Composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. *Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Memorias de la segunda conferencia electrónica (agosto de 2000 - marzo de 2001)*. M.D. Sánchez y M. Rosales Editores. Dirección de producción y sanidad animal FAO. 13-23 pp.
- Cole, M. 1986. *The savannas: biogeography and botany*. Academic Press, Londres. 438 p.
- CI (Conservación Internacional), ECOSUR, UACH – AMBIO. 2002. Primer curso taller de agroforestería pecuaria: Una alternativa para la ganadería en la selva Lacandona, Chiapas, México. Memorias del taller.
- Dalling, J. 2003. Ecología de semillas. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 345-375 pp.
- Defler T, Rodríguez J.V. 1998. *La fauna de la Orinoquía*. Universidad Nacional de Colombia, Fundación Natura, Conservación Internacional. Banco de la República, biblioteca Luis Ángel Arango. Bogotá, CO.
- Etter, A. 1985. A landscape ecological approach for grazing development: the case of the Colombian Llanos Orientales. MSc thesis, ITC. Enschede, The Netherlands.
- _____. 1997. *Sabanas. Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia. Diversidad Biológica. Tomo I*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. María Elfi Chávez – Natalia Arango Editoras. Bogotá, Colombia. 76-95 pp.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Fondo Especial de las Naciones Unidas). 1966. *La vegetación natural y la ganadería en los llanos Orientales. Colombia. Tomo III. Reconocimiento edafológico de los llanos Orientales*. Roma. 233 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. *Grasslands of the world*. Edited by Suttie, J.M., S.G. Reynolds and C. Batello. Roma 514 p.

- Floyd, M.L., Fleischner, T.L., Hanna, D. y Whiterfield, P. 2003. Effects of historic livestock grazing on vegetation at Chaco Culture National Park, New Mexico. *Conservation Biology* 17(6): 1703-1711.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Volumen 1. Principios y técnicas. ENDA-CARIBE, CATIE. 657 p.
- Gilbert, G., Barone, J., Coley, P., Murcia, C. y Restrepo, C. 2003. Interacciones planta-animal. Sección V. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 433-558 pp.
- Harvey C. y Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rica pastures. *Agroforestry System* 44: 37-68.
- Hayes, G.F. y Holl, K.D. 2003. Cattle grazing impacts on annual forbs and vegetation composition of Mesic grasslands in California. *Conservation Biology* 17(6): 1694-1702.
- Hernández, B., Maes, J.M., Harvey, C., Vilches, S., Medina, A., Sánchez, D. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas* 10(39-40): 93-102.
- Holl, K. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6(3): 253-261.
- Hunter, M. Jr. 1996. Habitat degradation and loss fragmentation. In: *Fundamentals of conservation biology*. Blackwell Science. Department of wildlife ecology, University of Maine, USA. p. 179-190.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2001. El medio ambiente en Colombia. Editor Pablo Leyva, Director General del IDEAM. Segunda Edición. Bogotá. 530 p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 1998. Colombia, Biodiversidad Siglo XXI. Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción en biodiversidad. Maria Claudia Fandiño y Paola Ferreira Miani, Editores. Bogotá.
- Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 2004. Proyecto: Biodiversidad y desarrollo en ecoregiones estratégicas de Colombia, Orinoquía. En línea http://www.humboldt.org.co/proyecto_orinoquia/.
- Jackson, W.J. y A.W. Ingles. 1998. Participatory techniques for community forestry. A field manual. Issues in forest conservation. IUCN, WWF, USAID. Oxford, UK. 124 p.
- Jiménez, J.J., Decaëns, T., Thomas, R.J. y Lavelle, P. 2003. La macrofauna del suelo: un recurso natural aprovechado pero poco conocido. Capítulo 1. En: *El arado natural: las*

- comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1-21 pp.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation; Central America in the 80s and 90s; a police perspective. Jakarta, Indonesia, CIFOR. 88 p. (CIFOR. Special Publication No. 40).
- Kattan, G. 1997. Transformación de paisajes y fragmentación de hábitats. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Tomo II. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt. p. 76-82.
- Kattan, G. 2001. Extinción de especies y fragmentación de hábitat en el Neotrópico. En: Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 205-211 pp.
- Gustavo H. Kattan, Humberto Alvarez-Lopez, Manuel Giraldo. 1994. Forest Fragmentation and Bird Extinctions: San Antonio Eighty Years Later. *Conservation Biology*, 8(1): 138-146.
- Lang, I., Gormley, L., Harvey, C., Sinclair, F. 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas* 10(39-40): 86-92.
- Lawrence S.H. 1990. Reseña del documento preparado para la reunión del Grupo de Bosques Tropicales del Consejo de Cooperación Económica del Pacífico celebrada en Kuala Lumpur del 25 al 29 de septiembre de 1990.
- Leathwick, J.R., Overton, J.McC. y McLeod, M. 2003. An environmental domain classification of New Zealand and its use as a tool for biodiversity management. *Conservation Biology* 17(6): 1612-1623.
- Lloyd, C. 2003. Adaptación y desarrollo de técnicas de manejo silvopastoril Sustentable en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en la Provincia de Chubut, Argentina. Estación Experimental Agroforestal del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Esquel (EEA INTA Esquel). Provincia de Chubut. República Argentina. 20 p.
- Mendoza, G.A. y Prabhu, R. 2005. Combining participatory modeling and multi-criteria analysis for community-based forest management. *Forest Ecology and Management* 207(1-2): 145–156.
- Merenlender, A.M., Huntsinger, L., Guthey, G. y Fairfax, K. 2004. Land trust and conservation easements: Who Is Conserving What for Whom?. *Conservation Biology* 18(1): 65-75.
- Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. 2005. Ecosistemas. Especialización de la fauna por zonas biogeográficas, región de la Orinoquia (en línea). Consultado el 28 de Nov 2005. Disponible en: <http://web.minambiente.gov.co/ecorre/peramb5/flora.htm>

- Morellato, P. 2001. El bosque atlántico brasileño esta amenazado de extinción. En: Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 189-194 pp.
- Murcia, C. 2003. Ecología de la polinización. En: Ecología y conservación de bosques neotropicales. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 493-530 pp.
- Murgueitio, E; Calle, Z. 1998. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.
- Murgueitio, E., Rosales, M. y Gómez, M. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Primera Edición. Cali, Colombia. 65 p.
- Murgueitio, E. 1999. Reconversión Social y Ambiental de la ganadería bovina en Colombia. World Animal Review, No. 93. FAO, Roma, pp 2-15.
- Nair, P.K.R. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad de Chapingo. México. 443-475 p.
- Naranjo, L.G. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Memorias de la segunda conferencia electrónica (agosto de 2000 - marzo de 2001). M.D. Sánchez y M. Rosales Editores. Dirección de producción y sanidad animal FAO. 13-23 pp. (en línea). Consultado Oct. 20 de 2005. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/bvconfe.htm>
- Navas, E. y Barragán, C. 2002. Caracterización y usos potenciales de especies vegetales de un bosque de galería secundario, Municipio de Fuente de Oro, Meta. Boletín Técnico No. 28. CORPOICA (corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), PRONATTA (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Villavicencio, Meta, Colombia. 36 p.
- Opperman, J. y Merenlender, A. 2000. Deer herbivory as an ecological constraint to restoration of degraded riparian corridors. Restoration Ecology 8(1): 41-47.
- Pagiola, S.; Agostini, P.; Gobbi, J.; De Haan, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ramírez, E.; Rosales, M.; Ruiz, J.P. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. The World Bank Environment Department. Washington, D.C., U.S.A. 50 p.
- Petit, L. y Petit, D. 2003. Evaluating the importance of human-modified lands for neotropical bird conservation. Conservation Biology 17(3): 687-694.
- Pezo, D. y M. Ibrahim. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No.2. Segunda Edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.

- Pimentel, D.; Stachov, U.; Takacs, D.A; Brubaker, H.W.; Dumas, A.R.; Mediaey, J.J.; O'Neil, AS; Onsi, D.E.; Corzilius, D.B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience* 42(5): 354-362.
- Pretty, J. y Smith, D. 2004. Social capital in biodiversity conservation and management. *Conservation Biology* 18(3): 631-638.
- Primack, R., Rozzi, R., Feisinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 797 p.
- Restrepo, C. 2003. Frugivoría. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 531-558 pp.
- Rhoades, C., Eckert, G., Coleman, D. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. *Restoration Ecology* 6(3):262-270.
- Rippstein, G., Escobar, G., Motta, F. 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 302 p.
- Rocha, O., López, A., Jaramillo, R., Calvache, E., Sánchez, R. y Díaz, H. 1975. Estudio General de Suelos de los Municipios de San Martín, Granada y Castilla la Nueva. Ministerio de Hacienda y Crédito Público e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Vol. XI, No. 6. Bogotá, D.C. pp. 28 – 32.
- Russo, R. 1994. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. *Agroforestería de las Américas* 1(2):10-13.
- Sánchez, L.F. 1980. Aspectos sobre la acidez y enclamiento del suelo. *Revista de suelos y fertilización de cultivos*. ICA. Compendio (38).
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W. Parker, T. A. y Moskovits, D. K. 1996. *Neotropical Birds, Ecology and Conservation*. Chicago: The University of Chicago Press. 481 p.
- Theobald, D.M. 2003. Targeting conservation action through assessment of protection and exurban threats. *Conservation Biology* 17(6): 1624-1637.
- Turner, I.M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: A review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33: 200-209.
- Viña, A. 1995. Influencia de la fragmentación de bosques sobre la riqueza de especies de árboles en el piedemonte llanero. Casanare, Colombia. Tesis de grado, Facultad de Ciencias, área de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- _____ y Cavelier, J. 1999. Deforestation rates (1938-1988) of tropical lowland forest on the Andean foothills of Colombia. *Biotropica* 31(1): 31-36.

Willson, M. y Díaz, I. 2001. Fragmentación del bosque templado y las aves del sur de Chile. En: Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 202-205 pp.

WWF (World Wildlife Found). 2006. La cuenca del río Orinoco. Ecorregiones de Colombia. En línea: http://orinoco.wwf.org.co/orinoco/donde_trabajamos.php. Consultado el: Nov.18 de 2006.

4. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Artículo I: Identificación de especies arbóreas nativas a través del conocimiento local y caracterización de la comunidad de aves asociadas a ellas

1. INTRODUCCIÓN

La reconversión ambiental de la ganadería depende de los actores sociales involucrados en las actividades productivas, las características biofísicas y el estado de los recursos naturales (Murgueitio 2003). Esto implica, entre otras cosas, intensificación, mayor productividad y generación de bienes sociales y servicios ambientales, dentro de los cuales se encuentra la conservación de la biodiversidad (Murgueitio 2003). A través de conocer, valorar y generar acciones de grupo en las comunidades se podrá construir capital social, imprescindible para generar programas de conservación agrícola y rural que permitan alcanzar resultados positivos para la conservación de la biodiversidad (Pretty y Smith 2004). En este sentido, la información que se obtenga a través de las comunidades o gremios productores por medio de su conocimiento, será indispensable en el momento de presentar proyectos de conservación y/o restauración de los paisajes degradados por las actividades productivas; ya que finalmente, son los productores quienes toman las decisiones de implementación dentro de sus fincas (Pretty y Smith 2004).

Partiendo de esto, la restauración de los paisajes naturales debe realizarse con mecanismos económicos y factibles de implementar, teniendo en cuenta las decisiones de manejo por parte de los ganaderos (Naranjo 2003). Es así que la recuperación de los hábitats naturales, hasta donde sea posible, deben basarse en principios ecológicos, utilizando procesos naturales como la regeneración natural y la acción de los dispersores de semillas (Naranjo 2003). A partir de esto, es importante resaltar la importancia que tienen los árboles dispersos en los potreros, debido a que facilitan la conservación de animales y plantas del bosque dentro del paisaje agrícola (Guevara *et al.* 1986, Guevara y Laborde 1993, Harvey *et al.* 1999); promueven el reclutamiento de especies bajo su copa y aportan alimento y refugio a especies como las aves, las cuales son el segundo grupo más importante en los procesos de polinización (Murcia 2003) y diseminación de semillas (Restrepo 2003).

Los objetivos específicos de este estudio fueron identificar especies arbóreas nativas que presentaran mayor importancia para los ganaderos, de acuerdo a los tipos de uso conocidos por ellos. Adicionalmente, a partir de la identificación de dichas especies, se buscó caracterizar y comparar la estructura y composición de la comunidad de las aves que los utilizan, por medio del gremio alimenticio y el uso dado al árbol, de manera que se pudiera determinar cual especie arbórea esta siendo más utilizada y por cuáles tipos de aves; finalmente se buscó comparar las especies arbóreas escogidas, con respecto a la diversidad, abundancia y riqueza de especies de aves observadas en ellos, con el fin de identificar cuáles especies arbóreas están contribuyendo en mayor proporción a mantener la conservación dentro de los sistemas ganaderos.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Descripción general

El municipio de San Martín se encuentra ubicado en el departamento del Meta, al sur de Villavicencio (capital del departamento), no muy distante de las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes en la orinoquia colombiana (piedemonte llanero) (Cabrera 1959, Romero *et al.* 2004). Presenta una superficie de 6656 km² (665600 ha) y limita con los municipios de Guamal (al Norte), Puerto Lleras (al Sur), Puerto Gaitán (al Oriente) y Granada (al Occidente) (Figura 1).

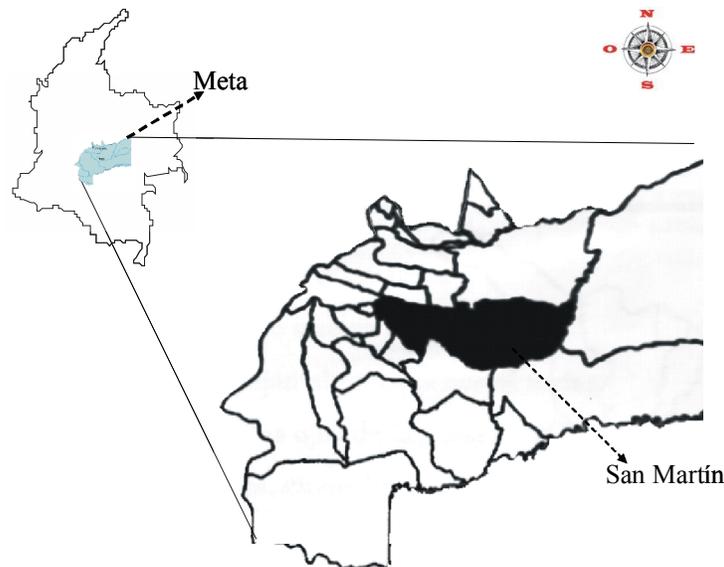


Figura 1. Ubicación del área de estudio, municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia.

El mapa general de ecosistemas de Colombia (Etter 1998), describe siete diferentes tipos de ecosistemas (y sus coberturas) en el municipio; mencionando que pertenece al zonobioma húmedo tropical del piedemonte del Meta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los ecosistemas pertenecientes al municipio de San Martín (Meta, Colombia). Tomado del Mapa General de Ecosistemas de Colombia (Etter 1998).

Tipo general de Bioma	Bioma	Ecosistema	Vegetación (géneros representativos)	Superficie (Ha)	Usos extractivos y productivos asociados
		Sabanas de altillanura plana	<i>Trachypogon, Axonopus</i>	2,660,000	
		Sabanas de altillanura muy disectada	<i>Paspalum, Bulbostylis</i>	4,844,500	
		Sabanas de altillanura arenosa Guayanesa	<i>Trachypogon, Leptocoryphium, Bulbostylis</i>	725,500	
Pedobiomas y helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	Peinobiomas Llaneros	Sabanas no inundables del piedemonte	<i>Trachypogon, Andropogon, Curatella</i>	61,000	Ganadería extensiva de bovinos (SP2)
		Sabanas con arbustos de los medanos	<i>Paspalum, Andropogon, Byrsonima, Curatella</i>	42,500	
		Sabanas inundables de la llanura eólica	<i>Andropogon, Mesosetum</i>	1,975,000	
		Mosaico de sabanas inundables y bosques de la llanura de desborde	<i>Andropogon, Leersia, Manikara, Hymenaea, Pseudolmedia</i>	2,210,500	

En el contexto internacional la Orinoquia esta catalogada por el Fondo Mundial para la Conservación, como uno de los ocho ecosistemas estratégicos para la humanidad (en Colombia, las ecorregiones de los llanos y bosques de Apure y Villavicencio) (WWF 1998). Se ha estimado que en esta región se encuentran más de 600 especies de peces, 600 de aves y 210 de mamíferos (IAvH 2004).

Este municipio, como todo el departamento se encuentra irrigado por diferentes fuentes hidrográficas como son los ríos Ariari, Humadea y Guamal; adicionalmente, gran cantidad de cuerpos de agua (localmente llamados caños) drenan la región, siendo los principales el Iracá, Camoa, Camoita, Chunaipo, La Pintada y Corcovado (CINTER 2003). Su proyección poblacional al año 2005 es de 20942 habitantes (3.14 hab/km²), 16277 ubicados en la cabecera municipal (2.44 hab/km²) y 4665 en la zona rural (0.70 hab/km²) (DANE 2005). En San Martín predomina un grupo de habitantes que permanece ligado al pueblo por poseer grandes extensiones de tierra en la zona rural y predios en la zona urbana, pero que no viven en el lugar (por lo que no se encuentran registradas en el censo municipal), sino en otras ciudades donde encuentran satisfechas sus expectativas económicas o de inversión y sus necesidades básicas, como la educación superior (Anaya y Torres 2000).

Las principales actividades económicas de San Martín, son la ganadería y la agricultura, siendo la primera reconocida tradicionalmente a nivel nacional; los cultivos que se han desarrollado más ampliamente son el maíz y el arroz (Rocha *et al.* 1975). Actualmente, en la agricultura se destacan los cultivos de arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*) y palma africana (*Elaeis guineensis*) (obs. per.), siendo el primero muy utilizado para consumo local. Los demás cultivos se han incrementado significativamente con el tiempo; el maíz utilizado básicamente como alimento para ganado (ensilaje mecanizado) y la palma africana utilizada para la extracción de aceite industrial, los cuales son cultivos permanentes que fueron cultivados extensamente en el 2004, debido a incentivos del gobierno nacional.

2.2. Clima

El año inicia en un periodo de sequía que se extiende aproximadamente hasta el mes de marzo, donde comienzan las lluvias. Los picos más altos los presentan los meses de abril, mayo y junio; sin embargo, las precipitaciones continúan hasta octubre, donde las lluvias decrecen y comienza el periodo de sequía, que se acrecienta en los últimos días de noviembre. La temperatura promedio anual es de 26 °C (Rocha *et al.* 1975). La precipitación media anual varía entre los 2.000 y 2.500 mm; se encuentra a 450 m.s.n.m.

Los vientos dominantes en épocas de sequía son los Alisios procedentes del nororiente, que son los responsables de la estación de sequía. En marzo cesa la persistencia de los vientos. En la mayor parte de la época de lluvia el viento sopla de oriente a occidente, trayendo cúmulos huracanados cargados de tormentas eléctricas (Anaya y Torres 2000).

2.3. Geomorfología

La topografía es plana con algunas ondulaciones apenas perceptibles a simple vista en la sabana. Las pendientes van del 3 al 25% y la erosión es de ligera a moderada. Su origen es de formación Pleistocénica antigua, con relieve de Terrazas altas y bajas y valles coluvio aluviales con materiales sedimentarios (Rocha *et al.* 1975).

La región pertenece al llamado Alto Llano y no está expuesta a las grandes inundaciones de la época de lluvia, como ocurre en los llanos de Casanare y Arauca. Las inundaciones de

las partes bajas de los llanos de San Martín no tienen duración sino por algunas horas. Los suelos son bien desarrollados, con drenaje generalmente bueno aunque se hallan zonas donde existen excesos de humedad; su textura va de mediana a fina (Cabrera 1959).

2.4. Vegetación

La vegetación del piedemonte consiste en largas áreas de terrazas aluviales cubiertas por bosques semidecíduos y sabanas, siendo estas últimas las dominantes (Skerman y Riveros 1990, FAO 2005). Las sabanas están caracterizadas por una flora rica en árboles, arbustos y pastos, los cuales incluyen: *Andropogon selloanus*, *A. semiberbis*, *Axonopus canescens*, *A. purpusii*, *Bulbostylis* spp. *Elyonurus adustus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Panicum olyroides*, *Paspalum plicatulum*, *P. gardnerianum*, *Trachypogon plumosus*, *T. vestitas* y *T. montufari* (Skerman y Riveros 1990, FAO 2005).

Asociados a las sabanas, se encuentran los bosques de cañada o de galería; Viña (1995), los describió como altos semidensos, con sotobosques densos, abundancia de palmas y poca presencia de bejucos; con especies como *Pera arborea*, *Brosimum* sp., *Ocotea* spp., *Croton* spp., *Casearia arborea*, *Tapirira guianensis* y otros. Por otro lado, Rangel (1998) registró comunidades de *Brosimum*, *Inga* y *Zanthoxylon*, considerados bosques altos (35 m), donde las especies *Ficus* sp., y *Ocotea* sp. son dominantes. En el sotobosque predominan las palmas *Socratea* sp., *Chamaedorea* sp. y *Bactris* sp., junto con *Ruagea glabra*, *Stromanthe tonckat*, *Saurauia flocosa*. Rangel (1998) describió también comunidades de *Cassia cf. moschata* y especies de *Miconia* spp., con un dominio de especies de leguminosas (Leguminosae), asociado a *Cecropia* sp. y *Schefflera morototoni*. Las familias más representativas en orden de importancia son: Moraceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Myrtaceae, Annonaceae, Bombacaceae, Elaeocarpaceae, Lauraceae, Vochysiaceae, Olacaceae, Fabaceae, Meliaceae y Papilionaceae (IAvH 2004).

3. MÉTODOS

3.1. Identificación de las especies arbóreas nativas

3.1.1 Población de estudio y muestra

La población de estudio fueron los ganaderos del municipio de San Martín; que con colaboración de la Asociación de Ganaderos de esta zona, se contactaron previamente para la entrevista y posterior visita a sus fincas. Esta fase fue realizada en el primer trimestre del 2006 (mitad de enero, febrero y mitad de marzo). Se logró entrevistar a 30 ganaderos de la zona y se buscó aquellos que presentaran interés en el tema, lo que significa que la obtención de la información fue de tipo dirigido.

Para la identificación de especies arbóreas nativas se realizaron entrevistas semiestructuradas a cada uno de los ganaderos³, donde se preguntó acerca de las especies arbóreas nativas que conocían, así como si éstas se encontraban dentro de la finca y con que frecuencia (esto en caso de tenerlas), codificándose así: i) presencia baja=1, ii) presencia media=2 y iii) presencia alta=3 (Cuadro 2). Esto con el fin de determinar posteriormente los posibles sitios de muestreo de aves.

Cuadro 2. Entrevista semiestructurada a los ganaderos para la identificación de las especies arbóreas nativas en las fincas.

Preguntas
1. Qué especies arbóreas nativas conoce? menciónelas
2. Las considera importantes por algún motivo? ¿sí, no, cuál?
3. Que utilidad le conoce a estas especies?
4. Cuáles de estas especies tiene en su finca? ¿en qué proporción o cantidad? (frecuencia)

Para la identificación de las especies arbóreas importantes para los productores, se generaron diferentes criterios, los cuales surgieron de las mismas respuestas; por ejemplo, si la respuesta de un ganadero fue que “x” especie es “buena para atraer o mantener el

³ En algunas ocasiones fue necesario entrevistar al encargado o administrador de la finca (previo aviso y conocimiento del propietario), ya que en muchos casos son estos quienes manejan la finca y conocen acerca de las especies arbóreas que existen en dentro de ellas.

agua”, el criterio que se le asignó a dicha especie fue el de “*importancia ecológica*” (en este caso una planta retenedora de agua). Lo que se buscó con esto, fue escoger las especies que cumplieran con la mayor cantidad de criterios. Adicionalmente, se tuvo en cuenta que estas especies fueran mencionadas por la mayoría (50 % o más) de los productores entrevistados, de manera que se pudiera asegurar con una buena probabilidad de que estas especies son las que más conocían o les interesaban. Finalmente, se buscó la presencia de estas especies en campo, por lo que se trabajó únicamente con aquellas que se encontrarán con cierta facilidad en los potreros de las fincas.

3.1.2. Análisis de la información

Se utilizó estadística descriptiva (medidas de resumen *i.e.* medias, medianas), análisis de frecuencias (F), histogramas y porcentajes. Se utilizó el programa *InfoStat/Profesional*, versión: 2006p.2., y se graficó con el programa *SigmaPlot*, versión: 9.0.

3.2. Caracterización de la comunidad de aves

3.2.1. Población de estudio y muestra

Se trabajó con cuatro especies arbóreas nativas de la zona: *Cassia grandis* L.f., *Pera arborea* Mutis, *Erythroxylum amazonicum* Pyer., *Protium* spp. Burm. f. (Anexo 1); las cuales fueron identificadas a partir de la información obtenida de las entrevistas, siendo los criterios de selección el conocimiento y grado de importancia para los ganaderos y la viabilidad de identificarlas fácilmente en campo (presencia alta en la zona). Para estas especies se determinó la importancia ecológica, desde el punto de vista del aporte de recursos y mantenimiento de la diversidad, realizando una caracterización de la comunidad de aves que se encontraban asociadas a ellas. Se trabajó con árboles en potreros, donde la unidad de muestreo fue el árbol y en cada uno de estos se evaluó la abundancia, riqueza y diversidad de especies de aves asociadas, por medio de técnicas visuales.

Se ubicaron en campo 10 individuos de cada especie arbórea trabajada, ya fueran en potreros diferentes o dentro de un mismo potrero⁴. Se realizaron observaciones de cada especie y sus respectivos individuos (10), tanto en la mañana como por la tarde, con una intensidad de 2 horas en cada momento del día; esto significó 4 horas/día y 40 horas por especie. Finalmente, al terminar el muestreo, se realizó una replica del mismo con el fin de obtener una mayor cantidad de repeticiones, con lo que se obtuvo un total de 80 horas/sp observadas, que para las cuatro especies representó 320 horas de observaciones de aves en total (Figura 2).

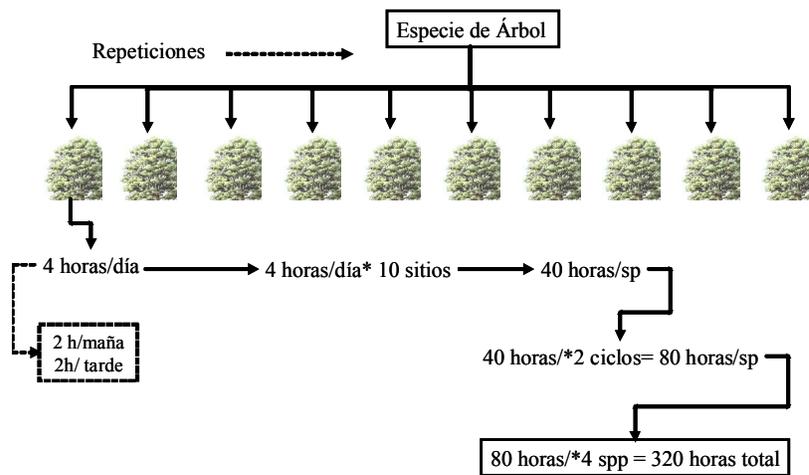


Figura 2. Diagrama de muestreo para las observaciones de aves para cada una de las especies arbóreas trabajadas.

Es importante aclarar que el primer muestreo fue realizado en la época de transición entre la época de sequía y la época de lluvia⁵ (23 marzo al 30 mayo), que para efectos de muestreo se denominó ciclo 1; y el segundo muestreo fue realizado en tiempo de invierno (1 junio al 19 julio) denominado ciclo 2; estos aspectos fueron tenidos en cuenta para el análisis de los datos.

En cada ciclo se identificaron, contaron y registraron todas las especies de aves que fueron observadas en cada uno de los puntos de observación (árboles). Las observaciones se realizaron entre las 05:30 y 07:30 horas y entre las 16:15 y 18:15 horas. Sólo se registraron y contaron aquellos individuos de las especies de aves que llegaron al árbol, ya fueran

⁴ En este caso se tuvo en cuenta una distancia mínima de 100 m entre individuos de la misma especie, pero no entre especies diferentes (en caso de que se encontraran cercanas).

⁵ Las lluvias aparecen aproximadamente en el mes de abril y se prolongan hasta finales de noviembre, donde empieza la época de sequía.

perchados, posados por un instante o alimentándose en el aire (*i.e.* néctar o insectos voladores sobre el dosel), de manera que se pudiera identificar las diferentes formas de uso del árbol. Se tomaron datos de todas las actividades observadas en las aves sobre los árboles y se ubicaron dentro de tipos de usos (alimento, descanso, nido, percha).

Finalmente, la información obtenida fue tabulada en formatos de campo, en los cuales se anotaron los siguientes datos: fecha, código del árbol, datos climáticos (nubosidad, lluvia, viento), nombre de la especie, hora de censo, número de zona de muestreo, especie (aves), número de individuo por especie, usos y observaciones.

3.2.2 Variables de estudio

Se trabajaron variables cuantitativas y cualitativas con respecto a las aves; las cuantitativas fueron: Número de individuos (N), Número de especies (S') y Número de familias (D'); las cualitativas: uso (percha, alimento, anidación, descanso) y gremio alimenticio al que pertenecían (carnívoras, frugívoras, granívoras, insectívoras, nectarívoras, omnívoras y piscívoras), utilizando la guía de aves de Colombia (Hilty y Brown 1986). También se midieron algunas covariables⁶, las cuales fueron medidas tanto del árbol como de las características circundantes del mismo. Estas fueron:

1) *Área de la copa*: para todos los árboles de estudio se estimó esta variable utilizando la metodología propuesta por Prieto (1994), citada por Rangel *et al.* (1997), realizándose una modificación que consistió en utilizar la fórmula de la elipse y no la del rombo:

$$\Pi \times A \times B$$

Donde,

$$\Pi = 3,1416$$

A = Diámetro mayor

B = Diámetro menor

⁶ Son variables regresoras incluidas en el análisis de varianza (ANAVA), las cuales son medidas sobre cada una de las unidades experimentales. Significan la variación simultánea de dos variables que se asume están influyendo sobre la variable respuesta (Casanoves 2005), debido a que introducen efectos extraños (ruido) a lo que se desea medir (Di Rienzo *et al.* 2003). En tales casos un ANCOVA permite una prueba más potente de la hipótesis de interés.

Esto se modificó debido a que las copas de los arbustos y árboles presentan una forma más redondeada. Se calculó con proyecciones al suelo (largo y ancho) y posteriormente se midió la distancia con una cinta métrica sobre el suelo, con lo que luego se calculó el área de la copa (Figura 3).

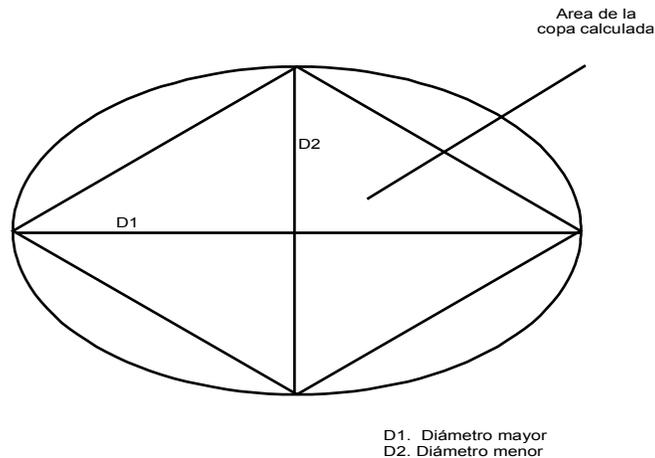


Figura 3. Esquema para estimar la proyección de la copa de un árbol (Tomado de Prieto, 1994, citado en Rangel, *et al.* 1997). Se modificó la fórmula y se trabajó la fórmula de la elipse.

- 2) *Altura*: se midió esta variable, teniendo en cuenta un $DAP \geq 10$ cm.
- 3) *DAP*: diámetro a la altura del pecho, se midió con cinta métrica (cm) y luego se calculó el diámetro.
- 4) *Frutos y/o flores*: presencia o ausencia de cada uno de ellos en los árboles muestreados.
- 5) *Árboles cercanos*: número de árboles presentes dentro de un radio de 100 m^2 , del árbol muestreado.
- 6) *Árboles en el potrero*: número de árboles dentro del potrero.
- 7) *Distancia al bosque*: se tuvo en cuenta el área de bosque ripario más cercano (no menos de 100 m), tomada por rangos en metros (m) (*i.e.* 100, 200).

También se calculó la diversidad, riqueza y abundancia de especies de aves; se utilizó la riqueza de especies (S'), ya que es una de las formas más simples de medir biodiversidad, definiéndose como el número de especies que se obtiene luego de realizar un inventario de individuos en una comunidad (Moreno 2001). Se calcularon los índices de diversidad Shannon (H'), el cual supone toma muestras al azar de los individuos de una población “indefinidamente grande” y todas las especies están presentes en la muestra; el índice de

Simpson, se basa en suponer que la diversidad depende del número de especies (S') presentes (diversidad específica) y su abundancia relativa en una comunidad y manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988, Krebs 1989, Moreno 2001, Pla y Matteucci 2001). A partir de la diversidad de Shannon, adicionalmente se calculó la Equitatividad (J')⁷.

El análisis de éstos índices permitirá evaluar la diversidad Alfa (riqueza de especies en el área muestreada) sobre cada una de las especies arbóreas muestreadas (Humphries *et al.* 1995) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índices de biodiversidad utilizados.

Índice	Fórmula	Variables
Riqueza (S)	$S = \Sigma (\text{sp})$	sp = especie
Shannon (H')	$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \ln (p_i)$	<p>$p_i = n_i/N$; que es el cociente entre la abundancia de la i-ésima especie en la muestra y la abundancia total (N)</p> <p>S= número de especies</p>
Simpson (D)	$1-D = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{n_i (n_i - 1)}{(N (N - 1))}$	<p>1-D = índice de diversidad de Simpson.</p> <p>n_i = Número de individuos de la especie i, en la muestra</p> <p>N = Número total de individuos en la muestra</p>

Fuentes: Magurran 1988, Krebs 1989.

Los cálculos de los índices de diversidad (Alfa, Shannon y Simpson), fueron estimados con el programa *EstimateS*, versión: 7.5.0., y las gráficas de acumulación de especies y rango-abundancia fueron realizadas con el programa *SigmaPlot*, versión: 9.0.

3.2.3. Análisis de la información

Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para cada una de las variables medidas; sin embargo, al no encontrar respuestas estadísticas significativas con esta prueba (debido

⁷ Índice de Equitatividad $E = H'/\ln(S)$ donde: H' es el índice de diversidad de especies en una comunidad y S es el número total de especies. El valor de E se sitúa entre 0 y 1 donde 1 representa una situación en las que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

a que las covariables no mostraron efectos sobre las variables analizadas), se utilizó un análisis de varianza (ANAVA) simple para todas las variables, de manera que no se perdieran grados de libertad y potencia en los datos. Los cumplimientos de supuestos de normalidad, para las variables fueron corroborados utilizando la prueba de Shapiro-Wilks y de homocedasticidad y aquellos que no cumplieron dichos supuestos, fueron transformados a raíz cuadrada.

Se generó un modelo factorial de 4 tratamientos (especies arbóreas) con 10 repeticiones cada uno (individuos de especies arbóreas), que incluyó las características principales de la comunidad de aves como fueron: familias de aves, especies de aves, total de individuos, gremios (dentro de los cuales se identificaron: carnívoro, frugívoro, granívoro, insectívoro y nectarívoro), y se realizaron las comparaciones (ANAVA), con respecto a las cuatro especies arbóreas trabajadas. Cada una de estas comparaciones estuvo sujeta a la hora (mañana y tarde) y el ciclo (1 y 2), con sus respectivas interacciones. Este modelo fue trabajado en el programa SAS, versión: 8e.

Para comparar el número total de especies, el número total de individuos y la diversidad (Shannon, Simpson, Alfa y Equitatividad) de las especies de aves presentes entre las cuatro especies arbóreas (donde la especie es el factor de interés y el árbol la repetición), se realizó un análisis de varianza por medio del programa SAS, versión: 8e, en donde las variables dependientes fueron la diversidad de aves (número de especies en total, de individuos totales, Shannon, Simpson, Alfa y Equitatividad), familias de aves y gremios alimenticios, calculados para cada una de las especies arbóreas escogidas. Se incluyó dentro del modelo la hora (mañana y tarde) y los ciclos (1= transición sequía lluvia y 2= lluvias) debido a que se encontraron diferencias significativas entre estas discriminaciones. También se realizaron curvas de rarefacción con el fin de apreciar la riqueza de especies (Gotelli y Colwell 2001) y curvas de rango-abundancia ya que son un medio gráfico para observar la diversidad.

Para los usos se utilizó una prueba de contingencia (χ^2), para comparar las frecuencias de los usos dados por las aves con respecto a las cuatro especies arbóreas, donde también se tuvo en cuenta el ciclo (1 y 2) y la hora del día (mañana y tarde).

Se realizó una descripción general de la comunidad de aves encontrada en el muestreo; de manera que se pudieran identificar aquellas especies reportadas en la lista roja de especies amenazadas (para Colombia) de la IUCN (2004), y que puedan estar presentando algún grado de amenaza. También se buscó identificar aquellas especies de aves que presentaron mayor y menor abundancia, especies raras, generalistas, especialistas, y otras; todo con respecto al total de especies observadas en las cuatro especies de árboles trabajados.

4. RESULTADOS

4.1. Identificación de las especies arbóreas nativas a través del conocimiento local

4.1.1. Descripción general

A partir de la información obtenida de las entrevistas se obtuvo un listado de 87 especies conocidas por los ganaderos (Anexo 2). Se identificaron nueve usos diferentes, los cuales fueron en su orden de importancia: 1) maderable (*i.e.* construcción casas, muebles), 2) comestible, 3) importancia ecológica (*i.e.* mantenimiento de agua, alimento de fauna silvestre), 4) medicinal, 5) cercas (delimitación predios y potreros), 6) sombra 7) leña, 8) postes y 9) artesanal (*i.e.* fique, artesanías, sombreros) (Figura 4).

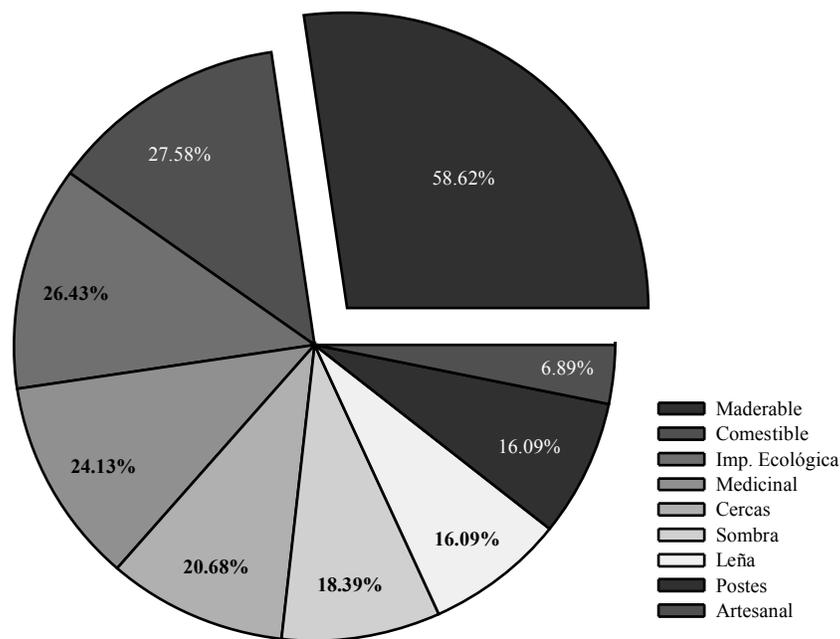


Figura 4. Tipos de usos identificados de mayor a menor porcentaje, con respecto al conocimiento y valor de importancia por parte de los ganaderos de San Martín, Meta (Colombia).

Se encontró que de manera general los tres usos más mencionados por los ganaderos en orden de importancia fueron el maderable (siendo éste el más valorado por ellos), el comestible y la importancia ecológica, respectivamente. Los medianamente mencionados fueron el medicinal, las cercas y la sombra, respectivamente. Finalmente, los usos menos mencionados por los ganaderos fueron el de leña, postes y el artesanal, siendo este último el uso menos valorado por los ganaderos (Figura 4).

4.1.2. Identificación de las especies arbóreas trabajadas

Por medio del análisis de frecuencias se obtuvo que 46 de las 87 especies mencionadas fueron reportadas por el 50% o más de los entrevistados. Por otro lado, las especies más mencionadas (reportadas por el 80% o más de la población) fueron: caucho, cedro, dormidero, arrayán y balso (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies más mencionadas por los ganaderos con sus respectivos nombres científicos, San Martín, Meta (Colombia).

Nombre Común	Familia	Nombre Científico
Arrayán	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart ex DC
Arrayán (Agua, Sabanero, Tinto)	MYRTACEAE	<i>Myrtus foliosa</i> H.B.K.
Arrayán Blanco	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes bipennis</i> Berg.
Arrayán Negro	MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Swartz) DC.
Arrayán Rojo	MYRTACEAE	<i>Eugenia macrocalyx</i> (Rusby) McVaugh.
Balso	ANNONACEAE	<i>Guatteria atra</i> Sandw.
Balso Blanco	TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i> L.
Caucho	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium jenmanii</i> Hemsley
Caucho	FLACOURTEACEAE	<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.
Caucho	MYRSINACEAE	<i>Cybianthus fulvopulverulentus</i> (Mez) Agost.
Cedro	MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Turczaninow
Cedro Amargo	MELIACEAE	<i>Cedrela</i> sp
Cedro Caoba	CLUSIACEAE	<i>Calophyllum</i> sp1.
Cedro Clavel	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.
Cedro Macho	ANACARDIACEAE	<i>Tapirira</i> sp.
Dormidero	MIMOSACEAE	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth) Benth

Fuente nombres científicos: Caro y Ardila (2003).

De los nueve usos identificados inicialmente, se obtuvo el número total de usos reportados para cada una de las especies identificadas. Doce de las 46 especies seleccionadas presentaron únicamente 1 uso, once 2 usos, quince 3 usos, cinco 4 usos, dos 5 usos y únicamente una especie reportó 7 usos (Cuadro 5).

Adicionalmente, se identificó la presencia de las especies en la zona, mostrando que trece de las especies fueron reportadas como de poca presencia (siendo todas especies mencionadas como de alto valor maderable); diez fueron reportadas como de mediana presencia y veintitrés con alta presencia en la zona. También se identificó el hábito de cada especie, donde 39 fueron árboles, 4 arbustos y 3 palmas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies reportadas por el 50% o más de los ganaderos entrevistados, su presencia en la zona, hábito, número total de usos y sus frecuencias acumuladas (FA) y relativas (FR).

N. Común	Familia	Especie	Hábito	Presencia	Usos	FA	FR
Brasil			Árbol	nula	1	15	0.50
Cariaño	BURSERACEAE	<i>Protium calanense</i> Cuatr.	Árbol	alta	2	15	0.50
Chuapo	MIMOSACEAE	<i>Cedrelinga caterniformis</i> // <i>Socratea</i> sp	Palma	media	1	15	0.50
Guarupayo	ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	Árbol	media	3	15	0.50
Algarrobo	CAESALPINACEAE	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	Árbol	alta	3	16	0.53
Bototo	COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd.	Árbol	alta	1	16	0.53
Caruto	RUBIACEAE	<i>Duroia</i> sp.	Árbol	poca	2	16	0.53
Chicalá	BIGNONIACEAE	<i>Tecoma</i> sp1	Árbol	media	1	16	0.53
Nocuito	VERBENACEAE	<i>Vitex</i> sp.	Árbol	poca	4	16	0.53
Cuyubí	ICACINACEAE	<i>Poraqueiba sericea</i> Tul.	Árbol	nula	1	17	0.57
Mamito	MYRISTICACEAE		Árbol	media	1	17	0.57
Moriche	PALMAE	<i>Mauritia flexuosa</i>	Palma	media	3	17	0.57
Cenizo	ANNONACEAE	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Árbol	alta	3	18	0.60
Cucharo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Ktze	Árbol	poca	5	18	0.60
Garrapato	CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella paniculata</i> Sw.	Arbusto	alta	4	18	0.60
Unama o seje	ARECACEAE	<i>Oenocarpus bataua</i> (<i>Jessenia bataua</i>)	Palma	alta	2	18	0.60
Caimito	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Árbol	alta	1	19	0.63
Carnevaca			Árbol	alta	3	19	0.63
Casposo	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp1	Árbol	poca	4	19	0.63
Romadiso	MONIMIACEAE	<i>Siparuna cristata</i> (Poepp. Ex Endl.)	Árbol	alta	1	19	0.63
Tuno	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> spp.	Árbol	alta	2	19	0.63
Varasanta	SAPINDACEAE	<i>Matayba</i> aff. <i>Purgans</i> Poepp. & Endl	Árbol	media	2	19	0.63
Floramarrillo, Cañaguato	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia</i> sp.	Árbol	media	2	20	0.67
Guacamayo	BURSERACEAE	<i>Protium microphyllum</i> H.B.K.	Árbol	poca	2	20	0.67
Lacre	CLUSIACEAE	<i>Vismia</i> spp.	Arbusto	alta	3	20	0.67
Abichure o arbolvaca	APOCYNACEAE	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Árbol	media	3	21	0.70
Aceite	CAESALPINACEAE	<i>Peltogyne pravifolia</i> Spruce ex Benth	Árbol	poca	7	21	0.70
Ajicito	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Pyer.	Arbusto	alta	3	21	0.70
Cabo de Hacha	DICHAPETALACEAE	<i>Dichapetalum</i> sp	Árbol	poca	1	21	0.70
Ceiba	BOMBACACEAE	<i>Bombacopsis quinata</i> L.	Árbol	poca	3	21	0.70
Comino	LAURACEAE	<i>Aniba panuerensis</i> (Meiss) Mez.	Árbol	poca	1	21	0.70
Cañofistol	CAESALPINACEAE	<i>Cassia grandis</i> Lf	Árbol	alta	4	22	0.73
Gallino	EUPHORBIACEAE	<i>Pera arborea</i> Mutis	Árbol	alta	3	22	0.73
Gualanday	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Árbol	alta	1	22	0.73
Tortolito	ARALIACEAE	<i>Schefflera morototonia</i> (Aubl.)	Árbol	alta	3	22	0.73
Anime	BURSERACEAE	<i>Protium</i> spp.	Árbol	alta	3	23	0.77
Chaparro	DILLENIACEAE	<i>Curatella americana</i> L.	Arbusto	media	3	23	0.77
Madroño	CLUSIACEAE	<i>Garcina madruno</i> (Kunth) Hammel	Árbol	poca	3	23	0.77
Murruco	LAURACEAE	<i>Endlicheria</i> sp.	Árbol	media	2	23	0.77
Nispero	MELASTOMATACEAE	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Árbol	alta	4	23	0.77
Yarumo o Guarumo	CECROPIACEAE	<i>Cecropia</i> spp., <i>Pourouma</i> sp.	Árbol	alta	2	23	0.77
Caucho	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium jenmanii</i> Hemsley	Árbol	alta	2	24	0.80
Cedro	MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Turezanirov	Árbol	poca	1	24	0.80
Dormidero	MIMOSACEAE	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth	Árbol	alta	5	25	0.83
Arrayán (blanco y tinto)	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart ex DC	Árbol	alta	3	26	0.87
Balso	ANNONACEAE	<i>Guatteria atra</i> Sandw.	Árbol	alta	2	26	0.87

Fuente nombres científicos: Caro y Ardila (2003).

Para la selección de especies a trabajar se tuvieron en cuenta aquellas que presentaron tres o más usos, con lo que se obtuvo un listado de veintitrés especies. Posteriormente, se discriminó por medio de filtros aquellas especies que presentaron presencia media y alta en la zona, debido a que no serían fáciles de identificar en campo, y se dejaron únicamente las reportadas con presencia alta, quedando un total de trece especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies identificadas como de presencia alta en la zona, reportadas con tres o más usos.

N. Común	Familia	Especie	Hábito	Presencia	Usos	FA	FR
Dormidero	MIMOSACEAE	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth	Árbol	alta	5	25	0.83
Garrapato	CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella paniculata</i> Sw.	Arbusto	alta	4	18	0.60
Cañofistol	CAESALPINACEAE	<i>Cassia grandis</i> Lf	Árbol	alta	4	22	0.73
Nispero	MELASTOMACEAE	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Árbol	alta	4	23	0.77
Algarrobo	CAESALPINACEAE	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	Árbol	alta	3	16	0.53
Cenizo	ANNONACEAE	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Árbol	alta	3	18	0.60
Carnevaca			Árbol	alta	3	19	0.63
Lacre	CLUSIACEAE	<i>Vismia</i> spp.	Arbusto	alta	3	20	0.67
Ajicito	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Pyer.	Arbusto	alta	3	21	0.70
Gallino	EUPHORBIACEAE	<i>Pera arborea</i> Mutis	Árbol	alta	3	22	0.73
Tortolito	ARALIACEAE	<i>Schefflera morototonia</i> (Aubl.)	Árbol	alta	3	22	0.73
Anime	BURSERACEAE	<i>Protium</i> spp.	Árbol	alta	3	23	0.77
Arrayán (blanco y tinto)	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart ex DC	Árbol	alta	3	26	0.87

Fuente nombres científicos: Caro y Ardila (2003).

De las trece especies identificadas, solamente una presentó 5 usos, tres reportaron 4 usos y las nueve especies restantes presentaron 3 usos. Sin embargo, de estas trece especies no todas se encontraban presentes en potreros (sitio de interés para el muestreo de aves), debido a que son especies de bosque ripario (galería); por lo que se escogieron únicamente aquellas especies que se pudieron encontrar con facilidad en las áreas de interés. Con esto se obtuvo un listado final de 4 especies, las cuales fueron: i) Ajicito (*Erythroxylum amazonicum*), ii) Anime (*Protium* sp.), iii) Cañofistol (*Cassia grandis*) y iv) Gallino (*Pera arborea*) (Cuadro 7 y Anexo 1).

Cuadro 7. Listado final de las cuatro especies arbóreas corroboradas en campo, con sus respectivos usos, presencia en la zona y frecuencias absolutas (FA) y relativas (FR). San Martín, Meta (Colombia).

N. Común	Familia	Especie	Hábito	Presencia	Usos	FA	FR
Cañofistol	CAESALPINACEAE	<i>Cassia grandis</i> Lf	Árbol	alta	4	22	0.73
Ajicito	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Pyer.	Arbusto	alta	3	21	0.70
Gallino	EUPHORBIACEAE	<i>Pera arborea</i> Mutis	Árbol	alta	3	22	0.73
Anime	BURSERACEAE	<i>Protium</i> spp.	Árbol	alta	3	23	0.77

1) Maderable, 2) Leña, 3) Cercas, 4) Postes, 5) Medicinal, 6) Comestible, 7) Sombra, 8) Importancia ecológica, 9) Artesanal. Fuente nombres científicos: Caro y Ardila (2003).

Se puede observar que una de las cuatro especies presentó 4 usos (*C. grandis*) y las demás 3 usos; dos de ellas presentaron valor maderable (*C. grandis* y *Protium* sp.), el cual fue el más importante para los ganaderos. También se puede observar que en las cuatro especies fue mencionada la importancia ecológica y en una la sombra (*P. arborea*).

4.2. Caracterización de la comunidad de aves asociada a las cuatro especies arbóreas identificadas

En las 320 horas de observación de aves sobre las cuatro especies arbóreas trabajadas, se registró un total de 1317 individuos, representados en 22 familias y 68 especies. La especie arbórea que más aves registró a nivel de totales de familias, especies y número de individuos fue el gallino (*Pera arborea*), con 20 familias, 48 spp. y 535 individuos; seguida del cañofistol (*Cassia grandis*), con 18 familias, 43 spp. y 407 individuos; el anime (*Protium* sp.), con 13 familias, 29 spp. y 234 individuos, y el ajicito (*Erythroxylum amazonicum*), con 13 familias, 24 spp. y 141 individuos.

La familia con mayor número de especies registradas fue Tyrannidae (Flycatchers/cazamoscas) con 19 especies, seguida por Thraupidae (Tanagers/tangaras) con 6 especies y Accipitridae (hawks, eagles, kites/halcones, águilas, milanos) y Columbidae (pigeons, doves/palomas) con 5 especies; las demás familias presentaron menos de cuatro especies y ocho de éstas fueron representadas con una sola especie. Cuarenta de las especies registradas (68 en total), están incluidas en la lista roja de especies amenazadas para Colombia (IUCN 2004), con la categoría LC (LEAST CONCERN o de preocupación menor⁸), esto significa que aunque las especies se encuentren en la lista roja no se pueden considerar especies prioritarias para la conservación. Sin embargo, seis de las especies reportadas en la lista, están catalogadas como poco comunes (Stotz *et al.* 1996) y una (*Dacnis albiventris*) como muy rara (Hilty y Brown 1986, Stotz *et al.* 1996) (Cuadro 8). Las demás especies (28 restantes) no aparecen reportadas en la lista bajo ningún criterio de amenaza.

La Estrategia Nacional para la Conservación de las Aves de Colombia, registra dos especies como casi amenazadas (*Spizastur melanoleucos* (Familia: Accipitridae) y *Dacnis*

⁸ Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

albiventris (Familia: Thraupidae) (Renjifo *et al.* 2000); pero el libro rojo de aves de Colombia (Renjifo 2002), no registra ninguna de las 68 especies reportadas.

Cuadro 8. Aves registradas en el muestreo, que se encuentran incluidas en la lista roja de especies amenazadas con el criterio LC (LEAST CONCERN) (IUCN 2004).

Familia	Especie	Abundancia relativa (Stotz <i>et al.</i> 1996)
Accipitridae	<i>Ictinea plumbea</i>	común
	<i>Leptodon cayanensis</i>	poco común
	<i>Spizaetus ornatus</i>	poco común
	<i>Spizastur melanoleucus</i>	poco común, distrib. parches
Coerebidae (Thraupidae)	<i>Dacnis albiventris</i>	rara
Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	frecuente
Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	frecuente
Icteridae	<i>Gymnomystax mexicanus</i>	frecuente
	<i>Icterus nigrogularis</i>	frecuente
	<i>Psarocolius decumanus</i>	común
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	frecuente
	<i>Dryocopus lineatus</i>	común
	<i>Melanerpes cruentatus</i>	común
Pipridae	<i>Pipra erythrocephala</i>	frecuente
Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	abundante
	<i>Aratinga pertinax</i>	común
	<i>Forpus conspicillatus</i>	común
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	común
Thamnophilidae (Formicariidae)	<i>Myrmotherula cherriei</i>	frecuente
Thraupidae	<i>Euphonia minuta</i>	poco común
	<i>Tangara cayana</i>	frecuente
	<i>Tangara xanthogastra</i>	común
	<i>Thraupis episcopus</i>	común
	<i>Thraupis palmarum</i>	común
Trochillidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	frecuente
Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	frecuente
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	frecuente
	<i>Cnipodectes subbrunneus</i>	poco común
	<i>Empidonomus varius</i>	frecuente
	<i>Legatus leucophaeus</i>	común
	<i>Leptopogon superciliosus</i>	frecuente
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	común
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	común
	<i>Myiozetetes similis</i>	común
	<i>Phaeomyias murina</i>	frecuente
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	común
	<i>Sirystes sibilator</i>	frecuente
	<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	poco común
	<i>Zimmerius gracilipes</i>	común
<i>Zimmerius vilissimus</i>	común	

Diez de las especies de aves registradas en el muestreo son típicas de bosque (Cuadro 9), equivalente al 7.28% de la población total observada; las demás son especies de áreas abiertas, sabanas o generalistas (Hilty & Brown 1986, Stotz *et al.* 1996).

Cuadro 9. Especies de aves típicas de áreas de bosque observadas en el muestreo; a= Bosques Subtropicales/Tropicales húmedos, c= Bosques Subtropicales/Tropicales secos, h= Bosques Subtropicales/Tropicales montanos húmedos (Stotz *et al.* 1996).

Familia	Especie	Hábitat principal	Abundancia relativa (Stotz <i>et al.</i> 1996)
Accipitridae	<i>Spizastur melanoleucus</i>	a, h	no común, distrib. parches
Accipitridae	<i>Ictinea plumbea</i>	a,c	común
Coerebidae (Thraupidae)	<i>Dacnis albiventris</i>	a	rara
Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	a	frecuente
Pipridae	<i>Pipra erythrocephala</i>	a	frecuente
Thraupidae	<i>Tangara xanthogastra</i>	a,h	común
Thraupidae	<i>Tangara vassorri</i>	h	poco común
Tyrannidae	<i>Cnipodectes subbrunneus</i>	a	no común
Tyrannidae	<i>Sirystes sibilator</i>	a	frecuente
Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	a,c	frecuente

4.2.1. Abundancias, especies y familias de aves

La media del número total de individuos (N), especies (S') y familias (D') de aves observadas por árbol, mostraron diferencias altamente significativas entre las especies arbóreas (ANAVA $F=18.08$, $p<0.0001$; $F=4.42$, $p=0.0001$; $F=4.78$, $p=0.0001$, respectivamente). En todos los casos *Pera arborea* y *Cassia grandis*, fueron en promedio las que registraron mayores valores con respecto a *Protium* sp. y *Erythroxylum amazonicum*, respectivamente (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba Post-ANAVA de Duncan para la comparación de las especies arbóreas con respecto al número de individuos (N), especies (S') y familias (D') de aves observadas.

Criterio	Agrupamiento Duncan	Media	N	Especies
No. individuos (N)	A	3.32	40	<i>Pera arborea</i> Mutis
No. individuos (N)	B A	2.93	40	<i>Cassia grandis</i> L.f.
No. individuos (N)	B C	1.99	40	<i>Protium</i> spp.
No. individuos (N)	C	1.69	40	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr
Especies (S')	A	1.99	40	<i>Pera arborea</i> Mutis
Especies (S')	A	1.93	40	<i>Cassia grandis</i> L.f.
Especies (S')	B	1.39	40	<i>Protium</i> spp.
Especies (S')	B	1.25	40	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr
Familias (D')	A	1.79	40	<i>Pera arborea</i> Mutis
Familias (D')	A	1.78	40	<i>Cassia grandis</i> L.f.
Familias (D')	B	1.31	40	<i>Protium</i> spp.
Familias (D')	B	1.16	40	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr

Dentro del modelo para la comparación de las especies arbóreas, las horas (mañana y tarde) y los ciclos (1 y 2), también se presentaron diferencias estadísticas al comparar las abundancias, especies y familias de aves. La abundancia de aves entre las horas de la mañana y la tarde presentó diferencias estadísticas ($F=6.12$, $p=0.0157$); donde se observó mayor abundancia en la mañana que en la tarde. Entre los ciclos (1 y 2), igualmente se encontraron diferencias estadísticas ($F=15.48$, $p=0.0002$), siendo el primero, en promedio, el que registró un mayor número de individuos con respecto al segundo.

En las especies de aves, las horas (mañana y tarde) y los ciclos (1 y 2) mostraron diferencias estadísticas ($F=15.63$, $p=0.0002$, $F=4.38$, $p=0.0399$, respectivamente), observándose más especies de aves tanto por la mañana como en el primer ciclo. Para las familias se encontraron diferencias estadísticas ($F=20.78$, $p=0.0001$) habiendo más presencia de aves por la mañana que por la tarde (Cuadro 11).

Para los ciclos (1 y 2) no se encontraron diferencias estadísticas a nivel de familias ($F=3.54$, $p=0.0638$); sin embargo, por presentar un valor cercano a $\alpha=0.05$, se elevó el valor de α al 10% ($\alpha=0.1$), con lo que se pudieron observar diferencias estadísticas significativas con un 90% de probabilidad; la prueba de comparación múltiple mostró las diferencias entre ellos, con homogeneidad entre las medias (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba Post-ANAVA de Duncan para la comparación de las especies arbóreas con respecto a las horas y los ciclos en al número de individuos (N), especies (S') y familias (D') de aves observadas. * = ANAVA fue significativo con $\alpha=0.10$.

Criterio	Agrupamiento Duncan	Media	N	Hora/Ciclo
No. individuos (N)	A	2.71	80	Mañana
No. individuos (N)	B	2.26	80	Tarde
No. individuos (N)	A	2.84	80	1
No. individuos (N)	B	2.13	80	2
Especies (S')	A	1.79	80	Mañana
Especies (S')	B	1.50	80	Tarde
Especies (S')	A	1.72	80	1
Especies (S')	B	1.57	80	2
Familias (D')	A	1.64	80	Mañana
Familias (D')	B	1.38	80	Tarde
Familias (D')	A	1.56*	80	1
Familias (D')	B	1.45*	80	2

4.2.2. Gremios alimenticios

En las 68 especies de aves registradas se identificaron cinco gremios alimenticios: 1) insectívoro (33 especies); 2) frugívoro (13 especies); 3) granívoro (10 especies); 4) carnívoro (9 especies) y 5) nectarívoro (2 especies); una especie se registró como desconocida, debido a que no se pudo identificar (Figura 5 y Anexo 3).

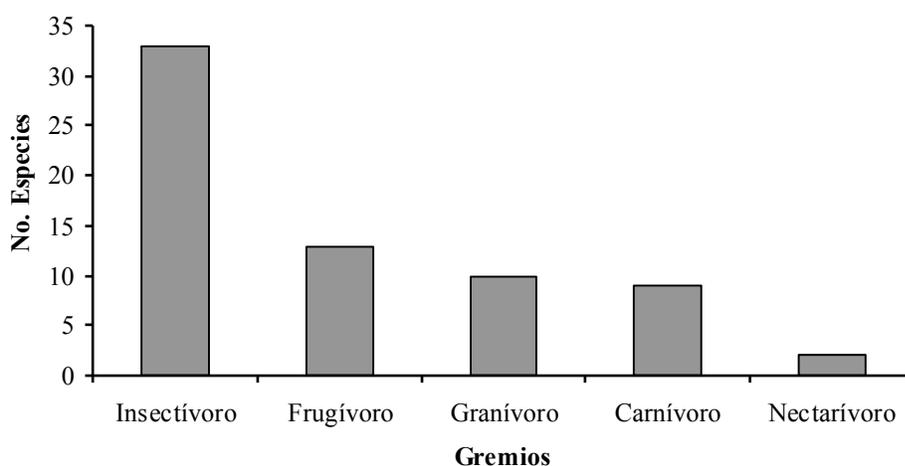


Figura 5. Número de especies de cada uno de los gremios alimenticios con respecto al total de especies de aves observadas para las cuatro especies arbóreas.

Al comparar las especies arbóreas con respecto a cada uno de los gremios alimenticios, se encontraron diferencias significativas en todos los gremios; carnívoro ($F=7.43$, $p=0.0002$), frugívoro ($F=9.03$, $p=<0.0001$), granívoro ($F=9.09$, $p=<0.0001$), insectívoro ($F=4.58$, $p=0.0054$), menos en el nectarívoro ($F= 0.70$, $p=0.5538$).

En general, *Cassia grandis* presentó en promedio, más aves carnívoras que las demás especies arbóreas; mientras que *P. arborea* fue quien en promedio, registró más aves frugívoras y granívoras, aunque no difirió de *C. grandis*, pero si de *Protium* sp. y *E. amazonicum*; también, para los gremios frugívoro y granívoro, *C. grandis* no difirió de *Protium* sp. (Cuadro 12). En el gremio insectívoro la prueba Post-ANOVA no mostró las diferencias, aunque el análisis de varianza sí.

Cuadro 12. Post-ANOVA de Duncan de los gremios alimenticios, con respecto a las especies arbóreas trabajadas.

Gremio	Agrupamiento Duncan	Media (Ind.)	N	Especie
Carnívoro	A	1.14	40	<i>Cassia grandis</i> L.F.
	B	0.95		<i>Pera arborea</i> Mutis
	B	0.80		<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.
	B	0.80		<i>Protium</i> spp.
Frugívoro	A	1.77	40	<i>Pera arborea</i> Mutis
	B A	1.34		<i>Cassia grandis</i> L.F.
	B	1.05		<i>Protium</i> spp.
	B	0.90		<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.
Granívoro	A	1.37	40	<i>Pera arborea</i> Mutis
	A	1.31		<i>Cassia grandis</i> L.F.
	B A	0.93		<i>Protium</i> spp.
	B	0.74		<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.

Al observar de manera general cada una de las especies arbóreas con respecto a los gremios alimenticios presentes en cada una de ellas, se puede ver que en el ajicito (*E. amazonicum*) y el anime (*Protium* sp.) el gremio alimenticio más abundante fue el insectívoro. El gremio carnívoro se observa más en el cañofistol (*C. grandis*) y el frugívoro en el gallino (*P. arborea*) (Figura 6).

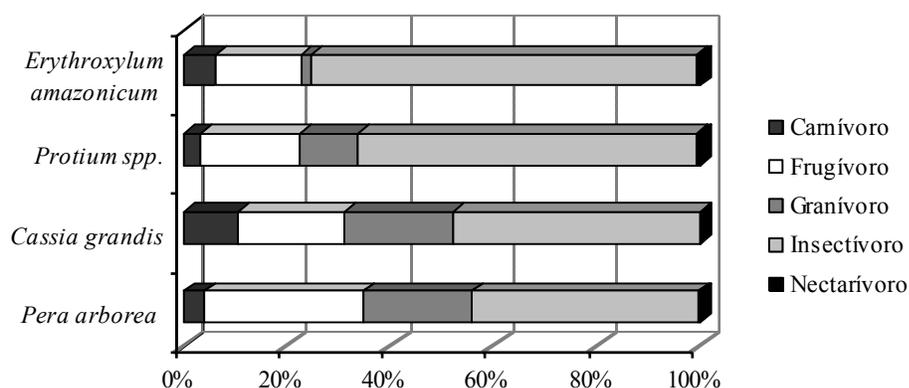


Figura 6. Porcentaje de individuos presentes por gremio alimenticio, en cada una de las cuatro especies arbóreas trabajadas.

Por otro lado las comparaciones de los gremios alimenticios con respecto a la hora (mañana y tarde), mostraron diferencias significativas únicamente en dos gremios; carnívoro ($F=11.00$, $p=0.0014$) y granívoro ($F=7.40$, $p=0.0082$). En los gremios frugívoro, insectívoro y nectarívoro, no se encontraron diferencias significativas con respecto a la hora del día ($F=0.11$, $p=0.7418$; $F=2.76$, $p=0.1011$; $F=1.30$, $p=0.1729$, respectivamente). En cuanto a los ciclos (1 y 2), tres gremios presentaron diferencias significativas; el frugívoro ($F=11.52$, $p=0.0011$), el granívoro ($F=4.37$, $p=0.0401$) y el insectívoro ($F=5.55$, $p=0.0212$). Los gremios carnívoro y nectarívoro no presentaron diferencias significativas entre los ciclos de muestreo ($F=0.33$, $p=0.5674$; $F=0.53$, $p=0.9801$, respectivamente).

La prueba de agrupamiento mostró que en promedio, las aves carnívoras, granívoras e insectívoras fueron más observadas por la mañana que por la tarde; también, que para los ciclos (1 y 2), los gremios frugívoro, carnívoro e insectívoro fueron en promedio, más observados en el ciclo 1 (transición la época de sequía-invierno) que en el 2 (invierno) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Post-ANAVA de Duncan para los gremios alimenticios con respecto a las horas (mañana y tarde) y los ciclos (1 y 2).

Gremio	Agrupamiento Duncan	Media (Ind.)	N	Hora/Ciclo
Carnívoro	A	1.02	80	mañana
	B	0.82	80	tarde
Granívoro	A	1.23	80	mañana
	B	0.95	80	tarde
Insectívoro	A	1.96	80	mañana
	B	1.69	80	tarde
Frugívoro	A	1.48	80	1
	B	1.05	80	2
Granívoro	A	1.19	80	1
	B	0.98	80	2
Insectívoro	A	2.02	80	1
	B	1.63	80	2

4.2.3. Usos

Con la prueba de contingencia de Chi², se analizaron las frecuencias de los usos dados por las aves a las especies arbóreas trabajadas, donde se tuvo en cuenta también las horas del día (mañana y tarde) y los ciclos (1 y 2). Se identificaron cuatro usos: percha, alimento, nido y dormidero; sin embargo, los dos últimos no fueron significativos ya que únicamente dos especies fueron reportadas realizándolos (*Dacnis albiventris*⁹ –dormidero- y *Euphonia minuta* –nido-), ambos registros fueron observados en árboles de gallino (*Pera arborea*).

La percha y el alimento fueron los usos más observados en las aves, aunque el de alimento no difirió significativamente entre las horas (mañana $p=0.5508$; tarde $p=0.2558$); así como tampoco entre los ciclos (ciclo 1 $p=0.5276$; ciclo 2 $p=0.2267$). Sin embargo, se pudo observar que en el anime (*Protium* sp.) el 10% del total de las aves se alimentaron en la mañana y el 5% por la tarde; en el gallino (*P. arborea*) y el ajicito (*E. amazonicum*) el 5% se alimentaron en la mañana y en la tarde el 15% de las aves se alimentaron en el gallino (*P. arborea*). En el cañofistol (*C. grandis*), tanto en la mañana como por la tarde ningún ave se alimentó¹⁰ (0%) (Cuadro 14).

⁹ Reportada como especie muy rara y de áreas de bosque (Hilty y Brown 1986, Stotz *et al.* 1996).

¹⁰ Este último dato se puede explicar, en parte, debido a que ésta especie fructifica y florece únicamente en la época de sequía, por lo que no concordó con el tiempo de muestreo (transición sequía-lluvia y lluvia).

Cuadro 14. Frecuencia de uso de alimento dado por la comunidad de aves observadas en las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto a la hora del día.

Especie	0*	1*	Total*	0**	1**	Total**
<i>Cassia grandis</i>	20	0	20	20	0	20
	25.00	0.00	25.00	25.00	0.00	25.00
	100.00	0.00		100.00	0.00	
	26.32	0.00		26.67	0.00	
<i>Erythroxylum amazonicum</i>	19	1	20	19	1	20
	23.75	1.25	25.00	23.75	1.25	25.00
	95.00	5.00		95.00	5.00	
	25.00	25.00		25.33	20.00	
<i>Pera arborea</i>	19	1	20	17	3	20
	23.75	1.25	25.00	21.25	3.75	25.00
	95.00	5.00		85.00	15.00	
	25.00	25.00		22.67	60	
<i>Protium spp.</i>	18	2	20	19	1	20
	22.50	2.50	25.00	23.75	1.25	25.00
	90.00	10.00		95.00	5.00	
	23.68	50.00		25.33	20.00	
Total	76	4	80	75	5	20
	95.00	5.00	100.00	93.75	6.25	25.00

* Horas de la mañana, **Horas de la tarde

Al contrario de los otros usos identificados, la percha si arrojó datos estadísticamente representativos en la mayoría de los análisis; siendo el uso más observado en las aves. Para las horas del día fueron significativos (mañana $p=0.0170$, tarde $p=0.0088$); sin embargo, en los ciclos (1 y 2) algunos datos no lo fueron (Ciclo 1: mañana $p=0.0347$, tarde $p=0.3799$) (Ciclo 2: mañana $p=0.2701$, tarde $p=0.0238$).

Con respecto a las horas, se encontró que en las mañanas el 100% de las aves fueron observadas sobre el gallino (*P. arborea*), el 95% sobre el cañofistol (*C. grandis*), el 75% sobre el ajicito (*E. amazonicum*) y el 70% sobre el anime (*Protium sp.*). En la tarde, se observó un 85% de las aves perchadas sobre el cañofistol (*C. grandis*) y el gallino (*P. arborea*); un 55% sobre el anime (*Protium sp.*) y un 45% sobre el ajicito (*E. amazonicum*). De manera general, en el 85% de los casos los árboles fueron utilizados por las aves para perchar en las horas de la mañana y en las horas de la tarde el 67.5% de ellas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Frecuencia de uso de la percha dado por la comunidad de aves observadas en las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto a la hora del día.

Especie	0*	1*	Total*	0**	1**	Total**
<i>Cassia grandis</i>	1	19	20	3	17	20
	1.25	23.75	25.00	3.75	21.25	25.00
	5.00	95.00		15.00	85.00	
	8.33	27.94		11.54	31.48	
<i>Erythroxylum amazonicum</i>	5	15	20	11	9	20
	6.25	18.75	25.00	13.75	11.25	25.00
	25.00	75.00		55.00	45.00	
	41.67	22.06		42.31	16.67	
<i>Pera arborea</i>	0	20	20	3	17	20
	0.00	25.00	25.00	3.75	21.25	25.00
	0.00	100.00		15.00	85.00	
	0.00	29.41		11.54	85.00	
<i>Protium spp.</i>	6	14	20	9	11	20
	7.50	17.50	25.00	11.25	13.75	25.00
	30.00	70.00		45.00	55.00	
	50	20.59		34.62	20.37	
Total	12	68	80	26	54	80
	15.00	85.00	100.00	32.50	67.50	100.00

* Horas de la mañana, **Horas de la tarde

4.3. Diversidad, riqueza y abundancia de aves en las cuatro especies arbóreas

Los valores de diversidad de especies fueron diferentes entre las especies arbóreas, mostrando a *Cassia grandis* y *Pera arborea* con los valores más altos, respectivamente (Cuadro 16). Sin embargo al comparar los índices, no se encontraron diferencias significativas para Alfa ($F=1.49$, $p=0.2423$), Simpson ($F=0.41$, $p=0.7495$) y Equitatividad (J') ($F=0.82$, $p=0.4936$), pero si para el índice de Shannon (H') ($F=9.16$, $p=0.0002$).

Cuadro 16. Valores de diversidad totales para cada una de las especies arbóreas observadas.

Especie	Alfa	Simpson	Shannon	Equitatividad
<i>Cassia grandis</i> Lf	12.14	0.09	3.75	0.69
<i>Pera arborea</i> Mutis	12.77	0.10	3.72	0.67
<i>Protium spp.</i>	8.72	0.17	3.24	0.67
<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.	8.31	0.21	2.63	0.57

El cañofistol (*C. grandis*) y el gallino (*P. arborea*) fueron en promedio, las especies que presentaron los valores más altos de diversidad de Shannon (H'), significativamente diferentes del anime (*Protium* spp) y el ajicito (*E. amazonicum*), que presentaron los valores más bajos (Cuadro 17).

Cuadro 17. Post-ANAVA de Duncan para las cuatro especies arbóreas trabajadas, con respecto al índice de Shannon (H').

Especie	Medias	n	Agrupamiento Duncan
<i>Cassia grandis</i> Lf	1.44	20	A
<i>Pera arborea</i> Mutis	1.41	20	A
<i>Protium</i> spp.	1.01	16	B
<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.	0.87	15	B

Al comparar la diversidad de aves observadas en las especies arbóreas con respecto al ciclo de muestreo (1 y 2), se encontraron diferencias significativas para Alfa ($F=4.49$, $p=0.0442$), Shannon ($F=4.17$, $p=0.0505$) y Equitatividad ($F=28.70$, $p=<0.0001$). El índice de Simpson no presentó diferencias, más su valor estuvo cercano al valor de probabilidad ($F=3.87$, $p=0.0603$), por lo que se elevó el alfa al 10% ($\alpha=0.1$), es decir con una certeza del 90%. En general se encontró que en el ciclo 2 la diversidad de aves fue mayor que en ciclo 1 (Cuadro 18).

Cuadro 18. Post-ANAVA de Duncan de los índices de diversidad trabajados para los ciclos de muestro (1 y 2).

Índice	Ciclo	Medias	n	Agrupamiento Duncan
Shannon	2	1.29	35	A
	1	1.08	36	B
Equitatividad	2	0.71	30	A
	1	0.56	31	B
Alfa	2	2.04	31	A
	1	1.74	33	B
Simpson	2	2.29	31	A
	1	1.97	33	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

4.3.1. Curvas de acumulación de especies y de rango-abundancia

La curva de acumulación de especies mostró un patrón claro de diferenciación entre *Pera arborea* y *Cassia grandis*, con respecto a *Protium* sp. y *Erythrolylum amazonicum*, en cuanto a la riqueza de especies de aves acumuladas con respecto al número total de árboles observados (Figura 7). Las dos primeras especies arbóreas fueron las que mayor riqueza de especies de aves acumularon, aunque la pendientes de la curvas sugiere que se seguirán acumulando especies en todas las especies de árboles (Figura 7).

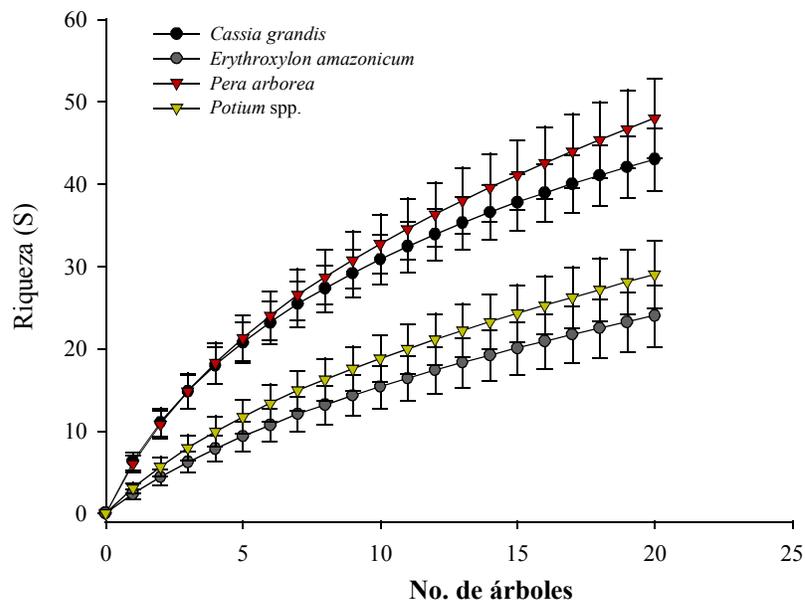


Figura 7. Curva de acumulación de especies con respecto a la riqueza y el número de árboles observados por cada especie arbórea trabajada.

Por otro lado, si se observa la acumulación de riqueza de especies con respecto al número de individuos (Figura 8), lo que sugiere la curva es que *Cassia grandis* y *Pera arborea* tienen mayor riqueza y diversidad de especies con respecto a *Protium* sp. y *Erythrolylum amazonicum*, debido a que llegan una mayor cantidad de individuos a ellas. Sin embargo, si se observara una cantidad fija de individuos sobre las especies, el número de éstos para *E. amazonicum* no diferiría de las demás, debido a que fue el árbol que más rápidamente acumuló especies, aunque haya sido el de menor número de aves registradas (Figura 8).

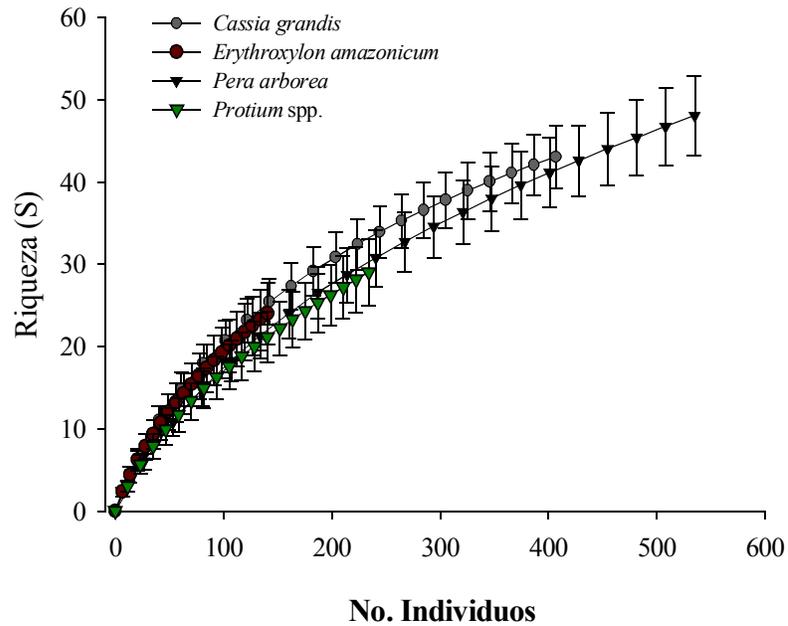


Figura 8. Curva de acumulación de especies con respecto a la riqueza de especies y el número de individuos para las cuatro especies arbóreas trabajadas.

Para la curva de rango-abundancia *Protium sp.* y *Erythroxylum amazonicum* fueron los árboles que presentaron el menor número de especies y mayor grado de dominancia (Figura 9); lo cual también se puede observar con los valores de diversidad arrojados por el índice de Simpson (Cuadro 16). Por otro lado, se pudo observar que *Pera arborea*, fue la especie que presentó mayor cantidad de especies únicas junto con *Cassia grandis* (Figura 9), igualmente observado en los valores del índice de Shannon (Cuadro 16).

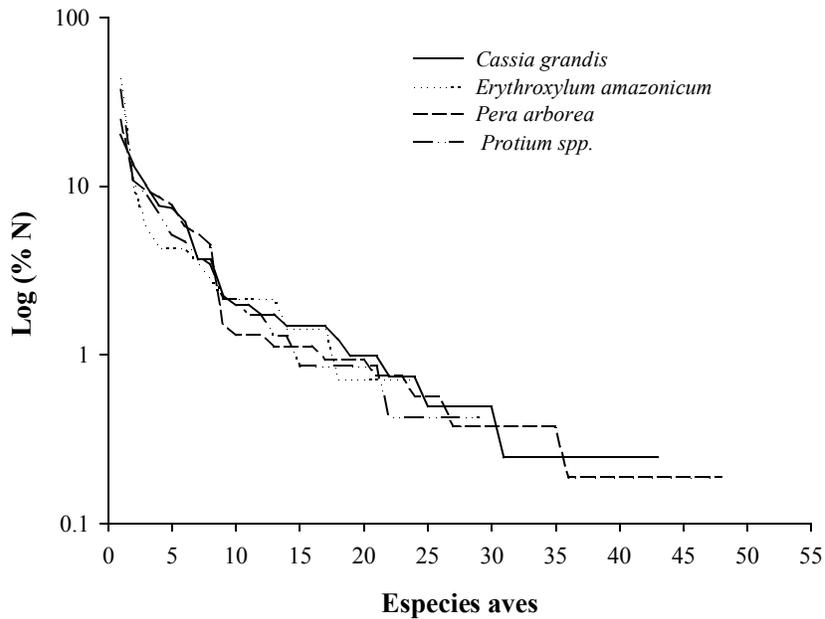


Figura 9. Curva de rango-abundancia de las especies arbóreas trabajadas durante el periodo de muestreo. -

Adicionalmente, veintiséis especies de aves fueron registradas únicamente sobre una especie de árbol; siendo el gallino (*P. arborea*) la especie que registró la mayor cantidad de especies únicas (10 especies), seguida de *C. grandis* (8 especies), *Protium sp.* (6 especies) y *E. amazonicum* (2 especies). También, trece de estas especies fueron observadas solo una vez en alguna de las cuatro especies arbóreas trabajadas, representando el 1% de la población total de individuos registrada (Cuadro 19).

Cuadro 19. Especies de aves registradas una sola vez y con un solo individuo, para cada una de las cuatro especies arbóreas trabajadas.

Familia	Especies	No. total	No. total	No. total	No. total	Total
		individuos	individuos E.	individuos	individuos	
		C. grandis	amazomicum	P. arborea	Protium spp.	
Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	0	0	1	0	1
Accipitridae	<i>Ictinea plumbea</i>	0	0	1	0	1
Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	0	0	0	1	1
Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	0	0	1	0	1
Hirundinidae	<i>Atticora fasciata</i>	1	0	0	0	1
Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	1	0	0	0	1
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	0	0	1	0	1
Tyrannidae	<i>Cnipodectes subbrunneus</i>	0	0	0	1	1
Tyrannidae	<i>Empidonomus varius</i>	0	1	0	0	1
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	1	0	0	0	1
Tyrannidae	<i>Sirystes sibilator</i>	1	0	0	0	1
Tyrannidae	<i>Zimmerius gracilipes</i>	0	0	1	0	1
Tyrannidae	<i>Zimmerius vilissimus</i>	1	0	0	0	1
Total		5	1	5	2	13
Porcentaje* (%)		0.4	0.1	0.4	0.2	1.0

* es el % obtenido del total de individuos (1317) registrados para las cuatro especies arbóreas trabajadas.

El 44.8% (590 individuos) de las aves registradas estuvieron distribuidas en tres especies: *Tyrannus savana*, Familia: Tyrannidae (cazamoscas); *Thraupis palmarum*, Familia: Thraupidae (tangaras); y *Aratinga pertinax*, Familia: Psittacidae (loros); las cuales comúnmente son muy observadas en la zona. Por otro lado, las 10 especies de aves registradas como las más abundantes, representaron el 76% (1001 individuos) de la población total (1317 individuos) (Cuadro 20).

Cuadro 20. Las diez especies de aves más abundantes para las cuatro especies arbóreas trabajadas.

Familia	Especies	No. total	No. total	No. total	No. total	Total
		individuos	individuos E.	individuos	individuos	
		C. grandis	amazomicum	P. arborea	Protium spp.	
Columbidae	<i>Columba cayennensis</i>	8	2	41	3	54
Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	15	3	28	16	62
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	25	3	5	5	38
Psittacidae	<i>Aratinga pertinax</i>	41	0	50	12	103
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	7	4	31	9	51
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	54	0	46	24	124
Thraupidae(Coerebidae)	<i>Dacnis albiventris</i>	3	0	58	0	61
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	82	62	132	87	363
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	31	14	24	21	90
Tyrannidae	<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	30	6	8	11	55
Total		296	94	423	188	1001
Porcentaje (%)		22.5	7.1	32.1	14.3	76.0

Para comparar las especies más abundantes de aves se tuvo en cuenta el factor sitio (potrero) con la intención de determinar si este influía en la presencia de aves, es decir si las aves tenían alguna preferencia por algún árbol ubicado en algún sitio o si su presencia se debía al árbol como tal. Se encontró que no hay efecto de sitio sobre la presencia de aves ($F=2.52$, $p=0.0673$), aunque su valor estuvo muy cercano al valor de significancia, por lo que es importante controlar este factor.

Al comparar las especies de aves más abundantes registradas en los árboles muestreados, se encontraron diferencias significativas (ANAVA $F=2.38$, $p=0.0237$), donde *Tyrannus savana*, fue la especie que presentó en promedio, la mayor abundancia de individuos, aunque no difirió con *Thraupis palmarum*, *Aratinga pertinax* y *Dacnis albiventris*, pero estas últimas no difirieron de las demás (Cuadro 21). Al comparar las cuatro especies arbóreas con respecto a las diez especies de aves más abundantes, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($F=2.03$ $p=0.1200$).

Cuadro 21. Prueba Post-ANAVA de Duncan para comparar los sitios de observación con respecto a las diez especies de aves más abundantes registradas en el muestreo.

Especies	Medias	n	Arupamiento Duncan
<i>Tyrannus savana</i>	36.08	11	A
<i>Thraupis palmarum</i>	25.35	5	A B
<i>Aratinga pertinax</i>	21.15	5	A B
<i>Dacnis albiventris</i>	15.25	4	A B
<i>Pteroglossus castanotis</i>	12.75	4	B
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	11.52	9	B
<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	8.11	8	B
<i>Columba cayennensis</i>	7.99	8	B
<i>Milvago chimachima</i>	7.6	6	B
<i>Cyanocorax violaceus</i>	7.18	7	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5. DISCUSIÓN

Conocimiento local

En esta investigación se lograron identificar 87 especies diferentes de árboles nativos que fueron mencionados por los ganaderos con variados tipos de uso y grados de importancia para ellos. Los resultados obtenidos mostraron que más del 50% de los productores entrevistados mencionaron el valor maderable, los frutos consumidos por las aves (y por ellos mismos), los postes para las cercas, la sombra para el ganado y otros más, como cualidades importantes de los árboles dentro de la finca y la actividad agropecuaria. Tal como lo encontró Harvey y Haber (1999) en Costa Rica, quienes también mencionaron que de las razones por las cuales los ganaderos dejaban árboles en los potreros era por la sombra para el ganado, la madera, los frutos para aves y los postes para cercas (como los más mencionados). Es interesante señalar que los potreros en el trópico son manejados de manera similar y los paisajes ganaderos están directamente influenciados por las decisiones de manejo que tome el productor; aunque los contextos geográficos y culturales sean diferentes.

Se encontró un porcentaje representativo de respuestas enfocadas a la importancia ecológica de los árboles (26.43%). Este y los demás usos se deben principalmente a los intereses que tienen los ganaderos dentro de sus fincas, especialmente agropecuarios (*i.e.* cercas y postes, construcción de corrales, vigas para techos de casas, entre otros); lo cual disminuye costos de materiales, que en otro caso tendrían que ser adquiridos por fuera de la finca. Harvey y Haber (1999) mencionaron el interés de los productores en aumentar la cantidad de árboles en los potreros, debido a que comprendían la importancia ecológica y económica de tener un componente arbóreo dentro de las fincas. En las entrevistas realizadas a los ganaderos de San Martín, mencionaron que los árboles maderables son escasos en la región (y en algunos casos extintos localmente), precisamente por el uso excesivo de ellos en el pasado, y que desearían poder sembrarlos de nuevo.

Por otro lado, es importante mencionar que no todas las especies arbóreas aportan los mismos servicios a los sistemas agropecuarios (*i.e.* sombra (copa), valor madera, producción de frutos y/o forraje, entre muchos otros), por lo que se vuelve urgente identificar aquellas especies, que además de estar siendo consideradas por los ganaderos como importantes para las actividades productivas de las fincas, también aporten servicios

ecológicos y funcionales dentro de estos sistemas. Las cuatro especies trabajadas en este estudio (*Pera arborea*, *Cassia grandis*, *Erythroxylum amazonicum* y *Protium* sp.), fueron mencionadas dentro del criterio de importancia ecológica por más del 70% de los ganaderos entrevistados, siendo además el único uso registrado en común para las cuatro especies. Los principales atributos mencionados fueron alimento para las aves y buenas para reforestación (crecimiento) en cercas vivas. Diversos estudios mencionan que los árboles dispersos en los potreros facilitan la conservación de animales y plantas del bosque dentro del paisaje agrícola (Guevara *et al.* 1986, Guevara y Laborde 1993, Harvey *et al.* 1999). En este estudio, la comunidad de aves mostró diferentes tipos de usos, gremios alimenticios y valores de diversidad para cada una de las cuatro especies observadas.

Finalmente, se debe tener en cuenta el interés de los productores por mantener este tipo de componentes dentro de sus fincas (cobertura arbórea), de manera que se puedan proponer especies que de preferencia sean apreciadas por ellos, así como importantes para la conservación de la biodiversidad.

Comunidad de aves

Las especies arbóreas nativas escogidas permitieron determinar algunos aspectos del papel ecológico que están cumpliendo los árboles dispersos en potrero dentro de los sistemas ganaderos. Los árboles dispersos en potreros se consideran especialmente importantes para las aves debido a que proveen sitios de anidación, alimentación y descanso, tanto para aves residentes como migratorias (Guevara *et al.* 1986, Harvey *et al.* 1999). De manera general, se encontró que dos especies arbóreas (*Pera arborea* y *Cassia grandis*), fueron significativamente diferentes en la mayoría de las variables estudiadas sobre la comunidad de aves (Diversidad, riqueza, abundancia, gremios alimenticios, familias y usos); con respecto a las otras dos especies arbóreas (*Erythroxylum amazonicum* y *Protium* sp.). Southwood y Kennedy (1983) mencionaron que todas las especies de árboles aislados dentro de un área geográficamente distinta comprenden una unidad ecológica significativa, y diversos estudios sustentan la importancia ecológica que tienen los árboles dispersos en sitios degradados o en áreas utilizadas para actividades agropecuarias (Guevara *et al.* 1986, Guevara *et al.* 1992, Guevara y Laborde 1993, Harvey y Haber 1999, Harvey *et al.* 1999, Toh *et al.* 1999).

Gremios alimenticios y usos

Los resultados encontrados mostraron diferencias claras en la presencia de aves frugívoras, granívoras e insectívoras durante los ciclos de muestreo (1 y 2), encontrando en promedio mayor cantidad de estos gremios en el ciclo 1 (transición sequía-lluvia). Ortiz-Pulido *et al.* (2000) mencionaron que la variación de frutos maduros parece estar relacionada con la precipitación estacional lo cual a su vez, afecta la actividad de las aves frugívoras, y encontraron una relación positiva significativa, entre el número de especies de aves registradas y el de plantas fructificando por mes. Tres de las especies arbóreas (*P. arborea*, *E. amazonicum* y *Protium* sp.), presentaron frutos durante todo el periodo de muestreo, mientras que *C. grandis* nunca los presentó (debido a que fructifica únicamente en la época de sequía –nov. a marzo-). Esto puede permitir suponer acerca de los diferentes gremios encontrados y su abundancia en cada especie de árbol.

El gremio insectívoro fue el que más abundancia de aves registró (33.50%), seguido por el frugívoro (13.19%) y el granívoro (10,15%), donde las mayores abundancias de estos gremios se observaron sobre el gallino (*P. arborea*) y el cañofistol (*C. grandis*), respectivamente; más que sobre el anime (*Protium* sp.) y el ajicito (*E. amazonicum*). Harvey *et al.* (2006) mencionaron que existe una dependencia directa de la cobertura del árbol con el comportamiento de las aves en cuanto a la búsqueda (insectos), el anidamiento, el descanso (dormidero) o la percha, y que la baja abundancia y riqueza de especies de aves en áreas con pocos árboles, no sólo puede reflejar menos recursos proporcionados por éstos, sino también una exposición mayor a las rapaces y a los climas extremos. El cañofistol (*C. grandis*), como ya se mencionó, fue la única especie que no presentó frutos y/o flores durante el periodo de muestreo, y fue además, la de mayor presencia de aves carnívoras, quienes a su vez no presentaron diferencias estadísticas entre los ciclos. Lo mencionado por Harvey *et al.* (2006), posiblemente explica esto, ya que éstas aves no están sujetas a la presencia de frutos en los árboles ni a los ciclos estacionales; como si pueden estarlo los demás gremios encontrados, quienes además pueden disminuir su presencia sobre esta especie (*C. grandis*), causado precisamente por estos dos factores (estacionalidad y presencia de aves carnívoras).

Por otro lado, la alta presencia de aves insectívoras (33.50%), que como ya se mencionó fue el gremio más abundante, puede deberse a que las copas de los árboles atraen más insectos por la interacciones que surgen en las zonas ganaderas por las pasturas. Lewis

(1969), mencionó que los árboles colocados en las líneas de las carreteras mantienen una alta riqueza en la comunidad de insectos, lo que incrementa la comunidad de éstos en áreas adyacentes pobres, debido a que los insectos se mueven a través de los árboles en las pasturas. Otra explicación posible, puede deberse a los factores abióticos causados por los efectos de la fragmentación; Didham *et al.* (1996) mencionaron que esto puede llevar a efectos directos sobre las diferentes especies de insectos polinizadores, predadores de semillas, parasitoides y descomponedores; causando importantes impactos sobre el funcionamiento de los ecosistemas. En este sentido, la mayor presencia de aves insectívoras con respecto a los demás gremios, puede estar posiblemente influenciada por la presencia de insectos que a su vez estén siendo influenciados por procesos de fragmentación (Didham *et al.* 1996); aunque esto es algo que se debe investigar.

Por otro lado, las especies de aves pueden no mostrar la misma respuesta aún cuando dependan de los mismos recursos, ya sea porque la perturbación puede afectar un recurso común, que no condicione igualmente a todas las especies del gremio (Milesi *et al.* 2002). En este estudio se identificaron 8 familias del gremio insectívoro, donde la más representada fue la Tyrannidae (Flycatchers o cazamoscas) con 17 especies. Esta familia se caracteriza por ser insectívora del dosel (Hilty y Brown 1996) y en gran parte de las observaciones estuvieron relacionadas con la captura de insectos voladores (mosquitos) sobre las copas de los árboles observados. Por otro lado, familias como Corvidae (cuervos, zanates) son insectívoras del tronco e igualmente fueron observados alimentándose principalmente de insectos grandes que se camuflan en los troncos (*c.f.* Homoptera). Cárdenas (2006) realizó un estudio de la comunidad de aves en siete sistemas de producción diferente (Valle del Cauca, Colombia) y encontró que la familia más rica, entre otras, fue Tyrannidae (19 especies), lo cual estuvo asociado a la presencia de árboles frutales, debido a la gran oferta de alimento para especies insectívoras-frugívoras, nectarívoras y granívoras.

Por otro lado, Cárdenas (2003) mencionó que las aves insectívoras (Tyrannidae) requieren de sitios de percha desde los cuales abalanzarse sobre sus presas, por lo que los potreros con alta cobertura arbórea van a ser más propicios para ellas. El hecho de haber reportado el uso de percha como el más frecuente en la comunidad de aves puede posiblemente explicar esta información. Finalmente, Greenberg *et al.* 1997 encontraron que las aves insectívoras del dosel comprendían entre el 75 y 86% de las migrantes en bosque y sabanas

de acacias del sureste de México, y aproximadamente el 60% de las migrantes en otros hábitats. En este estudio la especie *Tyrannus savana* (tijereto), es una especie migratoria que fue significativamente más abundante con respecto a las diez especies más abundantes registradas en el muestreo, y en gran parte de las observaciones se reportó alimentándose de insectos voladores que se encontraban sobre la copa de los árboles.

Otra explicación posible puede ser la presencia de aves insectívoras asociadas a la floración de las especies arbóreas, la cual atrae a insectos polinizadores. Dos de las especies estudiadas gallino (*Pera arborea*) y anime (*Protium* sp.) presentaron floración en algún momento del muestreo, siendo más abundante los individuos de gallino florecidos que los de anime. Ramírez (2004) realizó un estudio sobre la ecología de la polinización en sabanas tropicales de Venezuela y encontró que la comunidad de insectos polinizadores, entre los más abundantes las abejas (38.6%), mariposas (13.9%) y avispas (10.8%), son los grupos más dominantes, con respecto a las aves (3.1%), escarabajos (2.3%) y murciélagos (1.9%). Esto también puede permitir que las sabanas naturales en general puedan ser polinizadas en su mayoría por insectos, lo cual atrae a otros gremios de aves y al mismo tiempo poder suponer la baja presencia de aves polinizadoras observadas en el muestreo.

Las aves frugívoras fueron (en porcentaje) el segundo grupo más representado en el muestreo, donde la presencia más alta fue reportada en el gallino (*P. arborea*) y el cañofistol (*C. grandis*). Esto podría ser contradictorio si se piensa que la alta presencia de este gremio se encuentra ligada a la presencia de frutos en los árboles; pero, ¿qué sucede en el cañofistol (*C. grandis*), que como se sabe no registró frutos en el periodo de muestreo?; la explicación puede deberse a otro tipo de acciones por parte de las aves, diferentes al de alimento. Guevara y Laborde (1993) mencionaron que las especies de aves frugívoras que consiguen mover semillas a través de pastizales pueden ser divididas en dos grupos: las que anidan en las pasturas y las que no; las primeras mencionadas como importantes por el movimiento de semillas de los fragmentos del bosque a los pastizales (*i.e.* carpinteros, Familia: Picidae) y las segundas por comer frutos de los árboles aislados y reintroducir las semillas al bosque (*i.e.* tucanes, Familia: Rhamphastidae). Ambos grupos fueron registrados en el muestreo, e inclusive la especie *Pteroglossus castanotis* (tucán o yátaro), fue reportada entre las 10 especies más abundantes observadas en el muestreo. Se podría suponer entonces, que la presencia de este gremio puede estar influenciada por otro tipo de usos como pueden ser el de anidación, descanso o percha.

La percha fue el único uso reportado como significativo en este estudio, donde se encontraron frecuencias diferentes en las cuatro especies arbóreas trabajadas (aunque también se identificaron otros usos como el alimento, nido, y descanso -dormir-). Se pensó que estas diferencias podían estar influenciadas por factores como la estructura de la copa (área y forma), la cercanía al bosque primario y/o a la presencia de frutos o flores; pero estas variables no mostraron significancia en los análisis. Guevara *et al.* (1986) realizaron un estudio sobre el papel que cumplen los árboles en potreros con respecto a los procesos de sucesión secundaria, y encontraron que el número total de especies de aves observadas sobre ellos, varió considerablemente; pero que esta variación no estuvo correlacionada con parámetros (los cuales calificaron como “obvios”) como el tamaño de la copa y la distancia del bosque primario; y el único indicador claro que encontraron fueron los árboles que presentaron frutos atractivos para las aves generalistas.

Parte de los resultados mencionados por Guevara *et al.* (1986), al igual que los encontrados en este estudio, pueden ser explicados por el uso de la percha, debido a que los árboles en potrero no proveen únicamente alimento para las aves, sino también sitios de percheo. Ortiz-Pulido *et al.* (2000) encontraron que la percha es un uso muy importante, debido a que mientras las aves se encuentran perchadas regurgitan o defecan las semillas, haciendo que estos sitios puedan funcionar como “núcleos de regeneración”; por lo que de alguna manera los árboles que quedan aislados en el paisaje se convierten en puntos focales para fomentar el reclutamiento de semillas (McClanahan y Wolfe 1993, Toh *et al.* 1999). Como ya se mencionó, el gremio frugívoro fue el más proporcionado (con respecto a la abundancia y riqueza de especies) en las cuatro especies arbóreas trabajadas. Este gremio, debido a su dieta y gran movilidad, son, posiblemente el principal medio de transporte de semillas de especies zoocoras de la selva entre los parches de vegetación (Guevara y Laborde 1993, Ortiz-Pulido *et al.* 2000); convirtiéndose en importantes dispersores de semillas de especies pioneras y primarias en pastizales, con lo que pueden promover la recuperación de la vegetación leñosa en áreas perturbadas de regiones tropicales húmedas (Galindo-González *et al.* 2000).

La comparación de las especies arbóreas escogidas en esta investigación, mostró diferentes tipos de usos por parte de las aves, lo cual estuvo en parte explicado por el tipo de gremio alimenticio. Ortiz-Pulido *et al.* (2000) sugirieron que muchas especies de aves usan todo tipo de vegetación en el paisaje, concluyendo que esto las convierte en importantes

dispersoras de semillas, aunque el efecto sobre cada tipo de vegetación del paisaje fragmentado, llega a ser diferente (Ortiz-Pulido *et al.* 2000). Esto puede ser posible de evidenciar si se mira a escala de especies arbóreas en un paisaje ganadero, como en esta investigación.

Diversidad, riqueza y abundancia de aves

Los índices de diversidad y riqueza, no mostraron diferencias al comparar las especies arbóreas; a excepción del índice de Shannon, el cual mostró a *Cassia grandis* y *Pera arborea* como las más diversas en comparación con *Protium* sp. y *Erythroxylum amazonicum*. DeJong (1975) mencionó que la diversidad con el índice de Simpson decrece cuando los valores numéricos se incrementan; lo cual se pudo evidenciar en el ajicito (*E. amazonicum*), que presentó la menor diversidad de aves (valor más bajo de Shannon) y al mismo tiempo las especies más abundantes (valor más alto de Simpson), siendo en su mayoría aves insectívoras.

De manera general estos valores de diversidad se pueden considerar altos, inclusive el del ajicito (*E. amazonicum*), que presentaría un valor intermedio con respecto al rango del valor de Shannon (1.0-5.0) y de Simpson (0.0-1.0) DeJong (1975). Harvey *et al.* (2006), mencionaron la alta abundancia y riqueza de especies de aves esta asociada con la alta cobertura arbórea, la cual puede ser explicada por la presencia de muchas especies de frugívoros e insectívoros, mostrando la viabilidad que existe para la búsqueda, anidamiento y sitios de percha. Por lo tanto, el encontrar alta diversidad de aves y gremios alimenticios sobre cuatro especies arbóreas observadas, puede estar evidenciando, tanto una alta provisión de hábitat para las aves, como posiblemente una alta relación entre las especies con respecto a las áreas de bosque de galería y los árboles en las pasturas (conectividad?).

Por otro lado, encontrar diferencias a nivel de especies arbóreas también permite evidenciar la presencia de ciertos gremios o especies relacionados con cada una de éstas. Ortiz-Pulido *et al.* (2000), mencionaron que los registros de aves con respecto a las interacciones con las plantas, puede estar indicando que las especies de aves más abundantes tienen una dieta más diversa, lo cual se pudo observar, por ejemplo en el gallino (*P. arborea*), la cual fue la especie que registró los valores de diversidad más altos y al mismo tiempo, fue la que presentó más proporcionalmente los diferentes gremios observados; mientras que el ajicito (*E. amazonicum*) y el cañofistol (*C. grandis*),

presentaron la mayor cantidad de aves insectívoras y carnívoras, respectivamente. Aunque esto puede ser cierto, también es importante recordar que la familia más abundante registrada en este trabajo, fue Tyrannidae (Cazamoscas), la cual es insectívora, e inclusive la especie más abundante fue *Tyrannus savana* (tijereto).

Harvey *et al.* (2006) mencionaron que cambios en la reducción o el incremento de la densidad de árboles dentro de las pasturas, o un cambio en la diversidad de especies de árboles dentro de ellas, puede llevar a profundos cambios en la riqueza y composición de especies. Esto puede indicar que la cantidad de especies de árboles en los potreros permitirá también la presencia de mayor diversidad de especies de aves, lo cual puede ser el motivo de encontrar de manera general una alta diversidad de éstas sobre únicamente cuatro especies arbóreas observadas.

A nivel de especies de aves, un ejemplo interesante de registrar para lo mencionado por Harvey *et al.* (2006) (con respecto a los cambios en la densidad de árboles y los cambios en la riqueza y composición de especies); fue la especie *Dacnis albiventris* (White-Bellied Dacnis o Mielero de Vientre Blanco), la cual está descrita como muy rara (Hilty & Brown 1986, Stotz *et al.* 1996) y como un ave especialista de bosques húmedos tropicales (Stotz *et al.* 1996). En las observaciones de campo, esta especie fue registrada sobre *Pera arborea* (gallino), donde se observó que esta utilizando esta especie como sitio de descanso (dormir); siendo observada únicamente en el primer ciclo (transición sequía-lluvia). En los grupos que llegaron a este árbol se diferenciaron claramente los machos y las hembras, donde se observó cortejo, revuelo y búsqueda de ramas para dormir.

Stotz *et al.* (1996), la ubica con poca certeza para Bosques Tropicales Bajos Siempreverdes y Hilty y Brown (1986) mencionan que se conoce solo en pocas localidades ampliamente dispersas, y para la región de la orinoquia mencionan: “*en una localidad indefinida del Meta (“llanos del Meta”)*”; lo que lo convierte en un importante registro para la zona trabajada. Además de esto, se puede reconocer entonces la gran importancia que están cumpliendo ciertas especies arbóreas en sistemas intervenidos que deben ser estudiados cada vez más con mayor profundidad.

6. CONCLUSIONES

El conocimiento local de los ganaderos permitió identificar cuatro especies arbóreas nativas de la zona, con sus diferentes tipos de uso y grados de importancia. Estas fueron *Cassia grandis*, *Pera arborea*, *Erythroxylum amazonicum* y *Protium* sp.

Se identificaron cinco gremios alimenticios sobre las especies arbóreas observadas; las aves más abundantes fueron las insectívoras, seguidas de las frugívoras, granívoras, carnívoras y nectarívoras, respectivamente. Tanto las horas del día (mañana y tarde) como los ciclos estacionales (transición sequía-lluvia y lluvia) mostraron diferencias en la presencia de los gremios. Las aves carnívoras, granívoras e insectívoras fueron más abundantes en la mañana que en la tarde, y los gremios frugívoro, carnívoro e insectívoro fueron más abundantes en la época de transición sequía-lluvia que en la época de lluvia.

Se identificaron cuatro tipos de usos dados por las aves a los árboles; percha, alimento, nido y descanso (dormidero); pero los dos últimos no fueron significativos. Se encontró un mayor porcentaje de aves perchadas en la mañana que en la tarde y las especies donde más aves se percharon fueron *Pera arborea*, en un 95% y *Cassia grandis* en un 75% de los casos.

En general las cuatro especies arbóreas presentaron valores altos de diversidad de Shannon, lo cual indica que existe una alta presencia de especies de aves que están utilizando las especies arbóreas en potreros.

Se encontró un patrón claro de diferenciación entre las especies arbóreas con respecto a la riqueza, diversidad y abundancia de aves. El índice de Shannon mostró que *Pera arborea* y *Cassia grandis* presentaron los valores más altos. Por el contrario, *Erythroxylum amazonicum* y *Protium* sp., presentaron los valores más bajos y el índice de diversidad de Simpson mostró los valores más altos en estas especies por lo que fueron las de mayor dominancia de especies de aves abundantes.

7. RECOMENDACIONES

Es importante continuar la investigación hacia especies arbóreas nativas que pueden ser muy importantes para la conservación de la biodiversidad en sistemas ganaderos. Esto debido a que se identificó una especie de ave calificada como muy rara y dependiente de bosque (*Dacnis albiventris*), utilizando al gallino (*Pera arborea*) como sitio de descanso en los potreros. De esta manera muchas otras especies arbóreas pueden estar siendo utilizadas por diferentes animales (no solo de aves), los cuales pueden estar catalogados con algún criterio de amenaza y sean muy importantes para la conservación.

Se debe trabajar con otros grupos de animales de manera que se pueda corroborar la importancia de especies arbóreas desde una óptica más grande, y de esta manera poder presentar estrategias de conservación más acordes con las características propias de un lugar.

Siempre será importante ampliar el rango de muestreo debido a que en este caso, posiblemente se habrían encontrado mayor cantidad de especies de aves, si el esfuerzo de muestreo fuese mayor, como lo mostraron las curvas de acumulación de especies de aves, utilizadas para estimar la diversidad de especies.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, N. y Torres, N. 2000. Plan básico de ordenamiento territorial municipio de San Martín. Resumen Ejecutivo. Alcaldía de San Martín. Meta, CO. 28 p.
- Cabrera, I. 1959. Monografía del Municipio de San Martín, Meta. Revista Agricultura Tropical, Vol. XV. Bogotá, D.C. pp. 129 - 133.
- Cárdenas, G. 2003. Composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Memorias de la segunda conferencia electrónica (agosto de 2000 - marzo de 2001). M.D. Sánchez y M. Rosales Editores. Dirección de producción y sanidad animal FAO. 13-23 pp.
- Cárdenas, G. 2006. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. (En línea), consultado el: nov. 20 de 2006. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Cardenas.htm>.
- Caro, O., Ardila, I. 2003. Inventario de la vegetación leñosa del bosque de galería, Hacienda Santa Rosa, San Martín, Meta (Colombia). Informe Técnico. 60 p.
- Casanoves, F. 2005. Herramientas estadísticas para la investigación en agricultura y manejo de RRNN. Conceptos preliminares (en línea). Consultado el 1 de dic. 2005. Disponible en: <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/>
- CINTER (Centro de Investigación y Capacitación Territorial). 2003. Así es el Meta, Municipio de San Martín (Recopilación Monográfica). Canamicare Editores. Administración Municipal 2001 – 2003. 48 p.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2005. Censos y demografía (en línea). Consultado 11 Nov. 2006. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/>
- DeJong, T.M. 1975. A comparison of three diversity indices based on their components of richness and evenness. *Oikos*, 26(2): 222-227.
- Didham, R., Ghazoul, J., Stork, N., David, A. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *TREE*, 11(6): 255- 260.
- Etter, A. 1998. Mapa de ecosistemas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- FAO (Food and Agricultura Organization of the United Nations). 2005. Grasslands of the world. Edited by Suttie, J.M., S.G. Reynolds and C. Batello. Roma 514 p.
- Galindo-González, J., Guevara, S., Sosa, V. 2000. Bat- and bird- generated seed rain at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14(6): 1693-1703.

- Gotelli, N.J., Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Review. *Ecology Letters* (4): 379-391.
- Greenberg, R., Bichier, P., Sterling, J. 1997. Acacia, cattle and migratory birds in Southeastern Mexico. *Biological Conservation* 80: 235-247.
- Guevara, S., Purata, S., Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio*, 66: 77-84.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science*, 3: 655-664.
- Guevara, S., y J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* (107/108): 319-338.
- Harvey C. y Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rica pastures. *Agroforestry System* 44: 37-68
- Harvey, C., Haber, W., Solano, R., Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿herramientas para la conservación?. *Agroforestería de la Américas* 6(2): 19-22.
- Harvey, C., Medina, A., Merlo, D., Vilches, S., Hernández, B., Saenz, J., Michel, J., Casanoves, F. Sinclair, F. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16(5): 1986-1999.
- Hilty, S. y Brawn, W. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press. Princeton, USA. 836 p.
- Humphries, C.J., Williams, P.H., Vane-Wright, R.I. 1995. Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* (26): 93-111.
- Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 2004. Proyecto: Biodiversidad y desarrollo en ecoregiones estratégicas de Colombia, Orinoquía. En línea http://www.humboldt.org.co/proyecto_orinoquia/.
- IUCN (Unión Mundial para la Naturaleza). 2004. Lista Roja de especies amenazadas. Revisado: Oct. 1 de 2006. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>
- Krebs, Ch.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. New York. USA.
- Lawrence S.H. 1990. Reseña del documento preparado para la reunión del Grupo de Bosques Tropicales del Consejo de Cooperación Económica del Pacífico celebrada en Kuala Lumpur del 25 al 29 de septiembre de 1990.
- Lewis, T. 1969. The diversity of the insect fauna in a hedge-row and neighbouring fields. *Journal of Applied Ecology*, 6: 453-458.

- Magurran, AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Vedral ed. Barcelona, SP. 200 p.
- McClanahan, T.R. y Wolfe, R.W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology*, 7(2): 279-288.
- Milesi, F., Marone, L., López, J., Cueto, V., Mequida, E. 2002. Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el monte central, Argentina. *Ecología Austral*, 12:149-161.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 1. Zaragoza. 84 p.
- Murcia, C. 2003. Ecología de la polinización. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 493-530 pp.
- Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development* 15 (10). Recibido Octubre 29, 2006, Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Naranjo, L.G. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. *Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Memorias de la segunda conferencia electrónica (agosto de 2000 - marzo de 2001)*. M.D. Sánchez y M. Rosales Editores. Dirección de producción y sanidad animal FAO. 13-23 pp. (en línea). Consultado Oct. 20 de 2005. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/bvconfe.htm>
- Ortiz-Pulido, R., Laborde, J. y Guevara, S. 2000. Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica*, 32(3): 473-488.
- Pla, L; Matteucci, SD. 2001. Intervalos de confianza bootstrap del índice de biodiversidad de Shannon. *Revista de la Facultad de Agronomía* (18): 222-234.
- Pretty, J. y Smith, D. 2004. Social capital in biodiversity conservation and management. *Conservation Biology* 18(3): 631-638.
- Ramírez, N. 2004. Ecology of pollination in a tropical Venezuelan savanna. *Plant Ecology*, 173: 171-189.
- Rangel, O., Lowy, P. & Aguilar, M. 1997. Métodos de estudio de vegetación, en: *Colombia, diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C. p. 59-87.
- Rangel, O. 1998. Flora orinoquense. En: Fajardo, M., Domínguez, C., Molano, B., Rangel, O., Defler, T., Rodríguez, J., Cavelier de F., Gómez, A., Publio, P., Barona, B., Mejía, G., Romero, M., Díaz, G., Aguilar, G., Galeano, C., Pérez, B. *Colombia Orinoco*. Fondo FEN. 103-133 pp.

- Renjifo, L. M., A. M. Franco, H. Álvarez-López, M. Álvarez, R. Borja, J.E. Botero, S. Córdoba, S. De la Zerda, G. Didier, F. Estela, G. Kattan, E. Londoño, C. Márquez, M. I. Montenegro, C. Murcia, J. V. Rodríguez, C. Samper y W.H. Weber. 2000. Estrategia nacional para la conservación de las aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. ISBN 958-
- Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Restrepo, C. 2003. Frugivoría. En: Ecología y conservación de bosques neotropicales. Guariguata, M. y G. Kattan Editores. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. 531-558 pp.
- Rocha, O., López, A., Jaramillo, R., Calvache, E., Sánchez, R. y Díaz, H. 1975. Estudio General de Suelos de los Municipios de San Martín, Granada y Castilla la Nueva. Ministerio de Hacienda y Crédito Público e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Vol. XI, No. 6. Bogotá, D.C. pp. 28 – 32.
- Romero, M., Galindo, G., Otero, J., Armentaras, D. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano. Colombia diversa por Naturaleza. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 187 p.
- Skerman, P.J y Riveros, F. 1990. Tropical grasses. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Plant production and protection series No. 23. Roma. 832 p.
- Southwood, T., Kennedy, C. 1983. Trees as islands. OIKOS 41: 359-371.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W. Parker, T. A. y Moskovits, D. K. 1996. Neotropical Birds, Ecology and Conservation. Chicago: The University of Chicago Press. 481 p.
- Toh, I., Gillespie, M., Lamb, D. 1999. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. Restoration Ecology 7(3): 288-297.
- WWF. 1998. Diagnóstico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la Biodiversidad en la Orinoquia colombiana. Informe Técnico. Cali, Mayo de 1998.

9. ANEXOS

Anexo 1. Descripción taxonómica y ecológica de las cuatro especies arbóreas trabajadas.

1.1. Cassia grandis L.f., Suppl. Pl. 230. 1782; *Cathartocarpus grandis* (L.f.) Pers.; *Bactrylobium grande* (L.f.) Hornem.

Familia: FABACEAE, Subfamilia: Caesalpinioideae, Nombre Común: Cañafistol

Nativa de regiones tropicales de América, aparentemente originaria del Amazonas, aunque su distribución natural no se puede describir exactamente. Se encuentra en Cuba, Puerto Rico, Jamaica y también en Hawaii. *Cassia grandis* es un árbol caduco o semidecíduo que crece hasta 18 m de altura y 50 cm de diámetro (Niembro, sin fecha). El tronco es recto y la copa es amplia, alta, irregular y de ramas pendientes. Las hojas son paripinnadas de 10-20 pares de folíolos rectangulares de 3-6 cm de largo, redondeados y obtusos en el ápice y la base (Niembro, sin fecha). Crece bien en tierras arcillosas y se establece generalmente en los bancos de los ríos. Prospera en lugares con temperaturas anuales medias de 22 a 26 °C y la precipitación anual media de 1000 a 1300 mm. La especie crece espontáneamente en los bancos de ríos y corrientes, formando los bosques de galería. También crece en estuarios y tierras sujetas a la inundación periódica. Común en claros de los bosques tropicales semidecídúos, pasturas y sabanas; crece en elevaciones entre 3 y 1200 m (Hoyos 1979, Irwin y Barneby 1982, Little *et al.* 1974, Little *et al.* 1988, Witsberger *et al.* 1982 tomado de Niembro, sin fecha).

Cassia grandis se utiliza como planta ornamental; su sabor es dulce y su olor desagradable, la pulpa de la fruta es comestible y utilizada como laxante. La madera es dura y pesada; se utiliza en áreas rurales para la construcción de casas, barracas, estructuras para techos y ebanistería (Little *et al.* 1974, Little *et al.* 1988, Witsberger *et al.* 1982 tomado de Niembro, sin fecha). Las flores se presentan en racimo de color rosa a púrpura llegando a salmón con el tiempo. Florece en la primavera y el fruto (vainas) madura en la época de sequía (Little *et al.* 1988). Las vainas son de color café a negras, grandes y pesadas, lineales, cilíndricas, entre 40-60 cm de largo y 3-5 cm de ancho. Algunas veces las puntas de la fruta son lateralmente aplastadas, cortas y agudamente señaladas en ambos lados, rugosas, internamente septadas e indehiscentes cuando maduran. Dentro de cada septa hay una semilla que está rodeada por pulpa de sabor dulce, líquido o viscoso y marrón. Cada

fruta contiene numerosas semillas (Holdridge y Poveda 1975, Irwing y Barneby 1982, Isely 1975, Little *et al.* 1974, Little *et al.* 1988, Shyam y Vartak 1985, Standley y Steyermark 1946a, Witsberger *et al.* 1982). Las semillas son elípticas, ovadas, elipsoides, con la base levemente biconvexas en la sección transversal del margen, ventralmente aplastadas, de 13.4 a 16.6 mm de largo, 9.2 a 10.2 mm de ancho y 4.0 a 5.0 mm de grueso (Niembro, sin fecha).

Las semillas se limpian y se colocan en el sol para su secado, luego se almacenan en contenedores plásticos. Con frecuencia, son almacenadas en cámaras frías a una temperatura de 5 a 6 °C y se ha observado que después de 1 año, las semillas almacenadas en una cámara fría germinan todavía. Sin embargo, no existen evaluaciones exactas de esta práctica (Niembro, sin fecha).

1.2. *Pera arborea* **Mutis**, Kongl. Vetensk. Acad. Nya Handl. 5: 299. 1784.

Familia: EUPHORBIACEAE Nombre Común: Gallino

Árboles medianos a grandes, especialmente predominantes en tierras cubiertas de arena o en aristas expuestas a barridos de viento. Con inflorescencias cortas, en grupos de pocas flores, donde las masculinas son apétalas y subtendidas por un par de brácteas pequeñas. La fruta se encuentra separadas en 3, más o menos ovoide con ápice truncado, de color marrón denso. Las hojas casi siempre son oscuras o con la superficie inferior blanquecina de las escalas, careciendo de glándulas o con glándulas desapercibidas en la base media de arriba (Gentry 1993).

Arboles, 5–25 m de alto, indumento de escamas y a veces también de tricomas, sin látex; plantas dioicas. Hojas alternas, simples, elípticas a obovadas, 6–12 cm de largo y 3–5.5 cm de ancho, obtusas a obvia y cortamente acuminadas en el ápice, agudas a redondeadas en la base, márgenes enteros, pinnatinervias; pecíolos 0.5–2 cm de largo, estípulas ausentes. Inflorescencias axilares, flores en involucros bilabiados y bibracteolados los cuales se abren por una hendidura lateral, cada involucro con 5–10 flores estaminadas o 3 flores pistiladas, cáliz 1–1.5 mm de largo, 3-lobado, flores apétalas y sin disco; flores estaminadas con 4 ó 5 estambres, anteras ca 1 mm de largo; flores pistiladas con ovario 3-locular, glabro o casi así, 1 óvulo por lóculo, estigma sésil. Cápsula ca 12 mm de largo, rigurosamente reticulada, pedúnculo 8–13 mm de largo, pedicelo 3–4 mm de largo; semillas 5–6 mm de largo, negras, lustrosas, la mitad superior cubierta por una carúncula

conspicua y laxa. Poco común, en pluvioselvas en la zona atlántica; 0–500 m; fl y fr todo el año; *Ortiz 996, Stevens 10518*; Belice y Guatemala al norte de Sudamérica. Un género con 20–25 especies neotropicales, mayormente de Sudamérica. "Chinche", "Must ukra".

1.3. Erythroxylum amazonicum **Pyer.**

Familia: ERYTHROXYLACEAE Nombre Común: Ajicito

Árboles pequeños o arbustos, perennifolios o deciduos; ramitas comprimidas en el ápice, a menudo con catafilos y estípulas persistentes, dísticas, imbricadas; plantas hermafroditas y heterostilas o raramente dioicas o subdioicas. Hojas simples, alternas, frecuentemente dísticas, vernación involuta que a veces imprime 2 líneas paralelas y/o un panel central conspicuo en el envés; estípulas intrapeciolares, apareciendo como un simple órgano, dorsalmente 2-acostilladas, frecuentemente con ápice 2 ó 3 setuloso, persistentes o caducas, muchas veces dejando una cicatriz oblicuamente transversa. Flores axilares, pequeñas; pétalos con una lígula 2-lobada en la superficie adaxial; estambres 10 en 2 verticilos de 5, los más externos alternos con los pétalos, tubo persistente rodeando el ovario; ovario 3-locular. Fruto una drupa pequeña, carnosa, rojiza; semilla 1.

Género con quizás 230 especies, de las cuales ca 180 se encuentran en América tropical; los centros de diversidad se encuentran en Venezuela, este de Brasil y Madagascar. La mayor parte de las especies tienen su origen en Sudamérica o en las Antillas con la subsiguiente dispersión a Nicaragua. La identificación dentro de cada uno de estos grupos puede ser difícil, especialmente si el material es incompleto. Los caracteres de las estípulas son importantes y deben ser observados en estípulas o catafilos sanos recientemente formados. El carácter de la posición relativa del cáliz y del tubo estaminal es fácilmente observable en flores cuyos pétalos han caído o en frutos jóvenes.

1.4. Protium **sp.** *Burm. f.*

Familia: BURSERACEAE Nombre Común: Anime

Árboles, corteza no exfoliante. Hojas persistentes, pecíolo y raquis no alados (en Nicaragua); folíolos generalmente enteros y asimétricos, pulvínulo distal presente en los peciólulos terminales y generalmente, y siempre en Nicaragua, en los peciólulos laterales, pulvínulos a veces inconspicuos. Inflorescencias paniculadas, racemiformes o

pseudoespigadas, axilares o raramente subterminales; cáliz (3, no en Nicaragua) 4 ó 5 (6)-lobado; pétalos (3, no en Nicaragua) 4 ó 5 (6), más largos que los sépalos, libres o irregularmente connados en la base; filamentos insertados en la base del disco; disco generalmente anular o cupuliforme, o a veces en las flores estaminadas confluyente con el pistilodio para formar un ovariodisco cónico-deprimido; ovario 4 ó 5-lobado, 4 ó 5-locular, ovoide, deltoide, columnar o globoso, estigma 4 ó 5-lobado, persistente cuando en fruto. Frutos globosos, obovoides, ovoides o elipsoides, no angulados, mesocarpo carnoso y resinoso, generalmente dehiscentes por 2–5 valvas; pirenos 1–5, casi totalmente cubiertos por una pulpa blanca y dulce, cada uno con 1 semilla.

Género con 170 especies en América tropical, Madagascar, las Mascarenas y desde la India hasta Malasia, Nueva Guinea y Australia; 6 especies en Nicaragua. Los especímenes nicaragüenses de *P. ravenii* y *P. glabrum* han sido identificados como *P. panamense* (Rose) I.M. Johnst., una especie endémica de Panamá que tiene hojas con 3–7 (9) folíolos grandes, coriáceos con base obtusa a redondeada, flores glabras con pétalos 4–4.5 mm de largo y frutos lanceolados, 2–3 cm de largo, apiculados y subestipitados con pirenos lanceolados a ovados.

Anexo 2. Listado de las especies mencionadas por los ganaderos, presencia en la zona, total de usos y sus frecuencias acumuladas (FA) y relativas (FR). San Martín, Meta (Colombia).

ESPECIE	Presencia	Usos	FA	FR
Cavío	poca	2	1	0.03
Yopo	media	3	2	0.07
Caimo de monte	alta	1	3	0.10
Chontaduro o Pepire	media	1	3	0.10
Congrio	poca	1	3	0.10
Laurel	alta	1	3	0.10
Guásimo	media	1	4	0.13
Chicharo	media	1	5	0.17
Guayacan	poca	1	5	0.17
Tablón	media	1	5	0.17
Cacay	media	3	6	0.20
Higuerilla	poca	1	6	0.20
Pusuy	media	1	6	0.20
Anon Macho	media	1	7	0.23
Churrubay	media	1	7	0.23
Copo	poca	3	7	0.23
Guayabete	poca	2	7	0.23
Partepeinilla	alta	1	8	0.27
Cajeto	alta	2	9	0.30
Chucho	poca	1	9	0.30
Anón de monte	media	4	10	0.33
Coroso	poca	2	10	0.33
Cuadrado	media	2	10	0.33
Mortiño	media	3	10	0.33
Caimarón	poca	2	11	0.37
Champe	poca	2	11	0.37
Trestablas	poca	1	11	0.37
Cumare	poca	1	12	0.40
Dinde	poca	2	12	0.40
Guamo	media	1	12	0.40
Naranjito	media	2	12	0.40
Palopan	poca	1	12	0.40
Pavito	alta	1	12	0.40
Alcornoco	poca	2	13	0.43
Higuerón	media	3	13	0.43
Jovo	media	3	13	0.43
Lechemiel	media	2	13	0.43
Macano	poca	2	13	0.43
Malagueto	media	1	13	0.43
Jaboncillo	poca	3	14	0.47
Trompillo- palo tigre	media	2	14	0.47
Brasil	poca	1	15	0.50
Cariaño	alta	2	15	0.50
Chuapo	media	1	15	0.50
Guarupayo	media	3	15	0.50
Algarrobo	alta	3	16	0.53
Bototo	alta	1	16	0.53
Caruto	poca	2	16	0.53

Chicalá	media	1	16	0.53
Nocuito	poca	4	16	0.53
Cuyubí	poca	1	17	0.57
Mamito	media	1	17	0.57
Moriche	media	3	17	0.57
Cenizo	alta	3	18	0.60
Cucharo	poca	5	18	0.60
Garrapato	alta	4	18	0.60
Unama	alta	2	18	0.60
Caimito	alta	1	19	0.63
Carnevaca	alta	3	19	0.63
Casposo	poca	4	19	0.63
Romadiso	alta	1	19	0.63
Tuno	alta	2	19	0.63
Varasanta	media	2	19	0.63
Floramarillo, Cañaguate	media	2	20	0.67
Guacamayo	poca	2	20	0.67
Lacre	alta	3	20	0.67
Abichure o arbolvaca	media	3	21	0.70
Aceite	poca	7	21	0.70
Ajicito	alta	3	21	0.70
Cabo de Hacha	poca	1	21	0.70
Ceiba	poca	3	21	0.70
Comino	poca	1	21	0.70
Cañofistol	alta	4	22	0.73
Gallino	alta	3	22	0.73
Gualanday	alta	1	22	0.73
Tortolito	alta	3	22	0.73
Anime	alta	3	23	0.77
Chaparro	media	3	23	0.77
Madroño	poca	3	23	0.77
Murruco	media	2	23	0.77
Nispero	alta	4	23	0.77
Yarumo o Guarumo	alta	2	23	0.77
Caucho	alta	2	24	0.80
Cedro	poca	1	24	0.80
Dormidero	alta	5	25	0.83
Arrayán (blanco y tinto)	alta	3	26	0.87
Balso	alta	2	26	0.87

Anexo 3. Especies de aves registradas en el muestreo y el gremio alimenticio al que pertenecen.

Familia	Especie	Gremio
Desconocido	Desconocido	.
Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Carnívoro
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Carnívoro
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Carnívoro
Accipitridae	<i>Ictinea plumbea</i>	Carnívoro
Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Carnívoro
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Carnívoro
Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Carnívoro
Accipitridae	<i>Spizastur melanoleucus</i>	Carnívoro
Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Carnívoro
Thraupidae(Coerebidae)	<i>Dacnis albiventris</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Euphonia minuta</i>	Frugívoro
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Frugívoro
Pipridae	<i>Pipra erythrocephala</i>	Frugívoro
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Frugívoro
Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Frugívoro
Ramphastidae	<i>Ramphastos culminatus</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Tangara cayana</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Tangara vassorri</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Tangara xanthogastra</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Frugívoro
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Frugívoro
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Frugívoro
Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Granívoro
Psittacidae	<i>Aratinga pertinax</i>	Granívoro
Fringillidae	<i>Atlapetes sp.</i>	Granívoro
Columbidae	<i>Columba cayennensis</i>	Granívoro
Columbidae	<i>Columba subvinacea purpureotincta</i>	Granívoro
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Granívoro
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Granívoro
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Granívoro
Fringillidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Granívoro
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Granívoro
Icteridae	<i>Agelaius icterocephalus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	Insectívoro
Hirundinidae	<i>Atticora fasciata</i>	Insectívoro
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Insectívoro
Picidae	<i>Campephilus pollens</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Cnipodectes subbrunneus</i>	Insectívoro
Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Insectívoro
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Empidonomus varius</i>	Insectívoro
Icteridae	<i>Gymnomystax mexicanus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Knipolegus poecilocercus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Legatus leucophaius</i>	Insectívoro
Icteridae	<i>Leistes militaris</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Leptopogon superciliaris</i>	Insectívoro
Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Insectívoro
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Insectívoro

Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Insectívoro
Formicariidae	<i>Mymotherula brachyura</i>	Insectívoro
Formicariidae	<i>Myrmotherula cherriei</i>	Insectívoro
Formicariidae	<i>Myrmotherula obscura</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	Insectívoro
Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Sirystes sibilator</i>	Insectívoro
Hirundinidae	sp1	Insectívoro
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Zimmerius gracilipes</i>	Insectívoro
Tyrannidae	<i>Zimmerius vilissimus</i>	Insectívoro
Trochillidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Nectarívoro
Trochillidae	sp. (colibrí)	Nectarívoro

Artículo II. Tipificación de los ganaderos y determinación de los costos de establecimiento de las especies arbóreas nativas identificadas a través de arreglos silvopastoriles

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos convencionales en el trópico se caracterizan por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos (Pagiola *et al.* 2004), por lo que se vuelve importante promover sistemas ganaderos alternativos que sean financieramente rentables y amigables con el ambiente (Gobbi y Casasola 2003). En este sentido, los sistemas de pasturas mejoradas con árboles poseen el potencial de maximizar el ingreso del productor, debido a que la conversión de las fincas a este tipo de sistemas puede incrementar el ingreso actual, dado que los árboles contribuyen al cincremento de la leche y la carne por disminuir estrés calórico al ganado (Betancourt *et al.* 2003). Adicionalmente contribuye al almacenamiento de carbono siendo un servicio ambiental que puede ser incentivado pro medio de pagos (Pagiola *et al.* 2004, Ruiz *et al.* 2004).

Por otro lado, uno de los principales inconvenientes que tiene la conversión de sistemas tradicionales a sistemas mejorados, es la rentabilidad limitada y los altos costos en que se incurre en la implementación (Pagiola *et al.* 2004). En este sentido, la participación de las comunidades, los mecanismos prácticos y la política, son fundamentales para los procesos de conservación en sistemas productivos (Balmford *et al.* 2006). En pocas palabras, el éxito de propuestas dirigidas a mejorar los sistemas productivos actuales involucrando la conservación de la biodiversidad, debe estar basada en una combinación de estrategias que faciliten la adopción de nuevas tecnologías para la producción pecuaria (Murgueitio 1999).

En este sentido, el conocimiento de las características socioeconómicas, culturales y biofísicas de un lugar son indispensables en el momento de proponer mecanismos que contribuyan a mejorar tanto las necesidades del productor como las de su entorno natural. Se plantearon como objetivos de investigación, tipificar a los ganaderos de San Martín, de manera que se pudiera explorar su capacidad económica y su disponibilidad para invertir en propuestas de conservación. También, se determinaron costos de establecimiento de

especies arbóreas nativas, de manera que se pudiera estimar la disponibilidad de los ganaderos a implementarlas en sus fincas por medio de arreglos silvopastoriles.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Descripción general

El municipio de San Martín se encuentra ubicado en el departamento del Meta, al sur de Villavicencio (capital del departamento), no muy distante de las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes en la orinoquia colombiana (piedemonte llanero) (Cabrera 1959, Romero *et al.* 2004). Presenta una superficie de 6656 km² (665600 ha) y limita con los municipios de Guamal (al Norte), Puerto Lleras (al Sur), Puerto Gaitán (al Oriente) y Granada (al Occidente) (Figura 1).

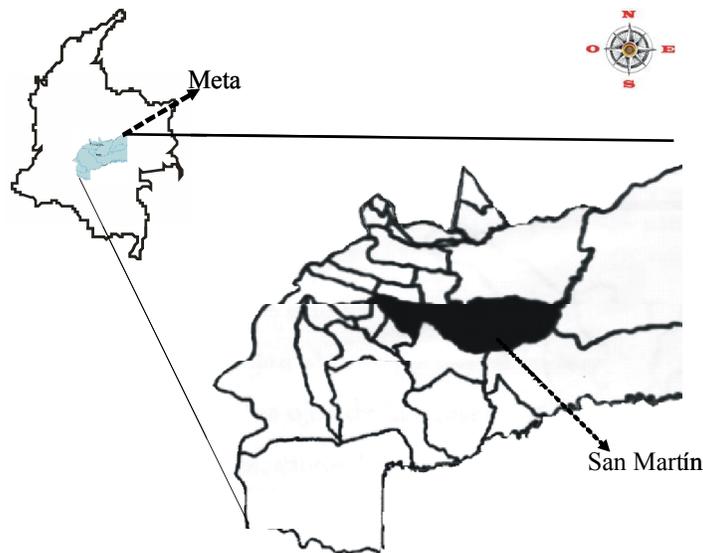


Figura 1. Ubicación del área de estudio, municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia.

El mapa general de ecosistemas de Colombia (Etter 1998), describe siete diferentes tipos de ecosistemas (y sus coberturas) en el municipio; mencionando que pertenece al zonobioma húmedo tropical del piedemonte del Meta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los ecosistemas pertenecientes al municipio de San Martín (Meta, Colombia). Tomado del Mapa General de Ecosistemas de Colombia (Etter 1998).

Tipo general de Bioma	Bioma	Ecosistema	Vegetación (géneros representativos)	Superficie (Ha)	Usos extractivos y productivos asociados
		Sabanas de altillanura plana	<i>Trachypogon, Axonopus</i>	2,660,000	
		Sabanas de altillanura muy disectada	<i>Paspalum, Bulbostylis</i>	4,844,500	
		Sabanas de altillanura arenosa Guayanesa	<i>Trachypogon, Leptocoryphium, Bulbostylis</i>	725,500	
Pedobiomas y helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical	Peinobiomas Llaneros	Sabanas no inundables del piedemonte	<i>Trachypogon, Andropogon, Curatella</i>	61,000	Ganadería extensiva de bovinos (SP2)
		Sabanas con arbustos de los medanos	<i>Paspalum, Andropogon, Byrsonima, Curatella</i>	42,500	
		Sabanas inundables de la llanura eólica	<i>Andropogon, Mesosetum</i>	1,975,000	
		Mosaico de sabanas inundables y bosques de la llanura de desborde	<i>Andropogon, Leersia, Manikara, Hymenaea, Pseudolmedia</i>	2,210,500	

En el contexto internacional la Orinoquia está catalogada por el Fondo Mundial para la Conservación, como uno de los ocho ecosistemas estratégicos para la humanidad (en Colombia, las ecorregiones de los llanos y bosques de Apure y Villavicencio) (WWF 1998). Se ha estimado que en esta región se encuentran más de 600 especies de peces, 600 de aves y 210 de mamíferos (IAvH 2004).

Este municipio, como todo el departamento se encuentra irrigado por diferentes fuentes hidrográficas como son los ríos Ariari, Humadea y Guamal; adicionalmente, gran cantidad de cuerpos de agua (localmente llamados caños) drenan la región, siendo los principales el Iracá, Camoa, Camoita, Chunaipo, La Pintada y Corcovado (CINTER 2003). Su proyección poblacional al año 2005 es de 20942 habitantes (3.14 hab/km²), 16277 ubicados en la cabecera municipal (2.44 hab/km²) y 4665 en la zona rural (0.70 hab/km²) (DANE 2005). En San Martín predomina un grupo de habitantes que permanece ligado al pueblo por poseer grandes extensiones de tierra en la zona rural y predios en la zona urbana, pero que no viven en el lugar (por lo que no se encuentran registradas en el censo municipal), sino en otras ciudades donde encuentran satisfechas sus expectativas económicas o de inversión y sus necesidades básicas, como la educación superior (Anaya y Torres 2000).

Las principales actividades económicas de San Martín, son la ganadería y la agricultura, siendo la primera reconocida tradicionalmente a nivel nacional; los cultivos que se han desarrollado más ampliamente son el maíz y el arroz (Rocha *et al.* 1975). Actualmente, en la agricultura se destacan los cultivos de arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*) y palma africana (*Elaeis guineensis*) (obs. per.), siendo el primero muy utilizado para consumo local. Los demás cultivos se han incrementado significativamente con el tiempo; el maíz utilizado básicamente como alimento para ganado (ensilaje mecanizado) y la palma africana utilizada para la extracción de aceite industrial, los cuales son cultivos permanentes que fueron cultivados extensamente en el 2004, debido a incentivos del gobierno nacional.

2.2. Clima

El año inicia en un periodo de sequía que se extiende aproximadamente hasta el mes de marzo, donde comienzan las lluvias. Los picos más altos los presentan los meses de abril, mayo y junio; sin embargo, las precipitaciones continúan hasta octubre, donde las lluvias decrecen y comienza el periodo de sequía, que se acrecienta en los últimos días de noviembre. La temperatura promedio anual es de 26 °C (Rocha *et al.* 1975). La precipitación media anual varía entre los 2.000 y 2.500 mm; se encuentra a 450 m.s.n.m.

Los vientos dominantes en épocas de sequía son los Alisios procedentes del nororiente, que son los responsables de la estación de sequía. En marzo cesa la persistencia de los vientos. En la mayor parte de la época de lluvia el viento sopla de oriente a occidente, trayendo cúmulos huracanados cargados de tormentas eléctricas (Anaya y Torres 2000).

2.3. Geomorfología

La topografía es plana con algunas ondulaciones apenas perceptibles a simple vista en la sabana. Las pendientes van del 3 al 25% y la erosión es de ligera a moderada. Su origen es de formación Pleistocénica antigua, con relieve de Terrazas altas y bajas y valles coluvio aluviales con materiales sedimentarios (Rocha *et al.* 1975).

La región pertenece al llamado Alto Llano y no está expuesta a las grandes inundaciones de la época de invierno, como ocurre en los llanos de Casanare y Arauca. Las inundaciones de las partes bajas de los llanos de San Martín no tienen duración sino por algunas horas.

Los suelos son bien desarrollados, con drenaje generalmente bueno aunque se hallan zonas donde existen excesos de humedad; su textura va de mediana a fina (Cabrera 1959).m

2.4. Vegetación

La vegetación del piedemonte consiste en largas áreas de terrazas aluviales cubiertas por bosques semidecíduos y sabanas, siendo estas últimas las dominantes (Skerman y Riveros 1990, FAO 2005). Las sabanas están caracterizadas por una flora rica en árboles, arbustos y pastos, los cuales incluyen: *Andropogon selloanus*, *A. semiberbis*, *Axonopus canescens*, *A. purpusii*, *Bulbostylis* sp. *Elyonurus adustus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Panicum olyroides*, *Paspalum plicatulum*, *P. gardnerianum*, *Trachypogon plumosus*, *T. vestitas* y *T. montufari* (Skerman y Riveros 1990, FAO 2005).

Asociados a las sabanas, se encuentran los bosques de cañada o galería; Viña (1995), los describió como altos semidensos, con sotobosques densos, abundancia de palmas y poca presencia de bejucos; con especies como *Pera arborea*, *Brosimum* sp., *Ocotea* spp., *Croton* spp., *Casearia arborea*, *Tapirira guianensis* y otros. Por otro lado, Rangel (1998) registró comunidades de *Brosimum*, *Inga* y *Zanthoxylon*, considerados bosques altos (35 m), donde las especies *Ficus* sp., y *Ocotea* sp. son dominantes. En el sotobosque predominan las palmas *Socratea* sp., *Chamaedorea* sp. y *Bactris* sp., junto con *Ruagea glabra*, *Stromanthe tonckat*, *Saurauia flocosa*. Rangel (1998) describió también comunidades de *Cassia cf. moschata* y especies de *Miconia* spp., con un dominio de especies de leguminosas (Leguminosae), asociado a *Cecropia* sp, y *Schefflera morototoni*. Las familias más representativas en orden de importancia son: Moraceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae, Myrtaceae, Annonaceae, Bombacaceae, Elaeocarpaceae, Lauraceae, Vochysiaceae, Olacaceae, Fabaceae, Meliaceae y Papilionaceae (IAvH 2004).

3. MÉTODOS

3.1. Tipificación de los productores

La población de estudio fueron los ganaderos del municipio de San Martín; que con colaboración de la Asociación de Ganaderos de esta zona, se contactaron previamente para la entrevista. Esta fase fue realizada en el primer trimestre del 2006 (mitad de enero, febrero y mitad de marzo). Se logró entrevistar a 30 ganaderos de la zona y se buscó aquellos que presentaran interés en el tema, lo que significa que la obtención de la información fue de tipo dirigido. Se indagó a los ganaderos acerca del conocimiento de sistemas silvopastoriles (SSP), así como de la capacidad y disponibilidad económica que tendrían para implementar arreglos de este tipo dentro de sus fincas. Esto se realizó por medio de entrevistas semiestructuradas y visitas a las fincas (lo cual permitió observar la infraestructura de las mismas, *i.e.* corrales, casas, bodegas, maquinaria, empleados, servicios públicos (luz, agua), entre otros) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Entrevista semiestructurada para determinar la capacidad económica y la disponibilidad de los ganaderos para implementar arreglos SSP en sus fincas.

Perfil del productor
Nombre del propietario:
Edad:
Lugar de Nacimiento:
Lugar donde vive:
Profesión:
Ocupación:
Vive en San Martín?, SI/NO, hace cuanto?
Hace cuánto es ganadero?
Perfil de la finca
Nombre de la finca:
Ubicación:
Tamaño:
Empleados, SI/NO, (Número de empleados permanentes, Número de jornales):
Hato ganadero (cabezas de ganado):
Tipo de ganadería (leche, carne, doble propósito, etc.):
Área de potreros:
Área de bosque:
Disponibilidad y uso del agua:
Preguntas
1. Conoce o ha oído hablar de sistemas silvopastoriles? (estimación del conocimiento)
2. Conoce o tiene experiencias con sistemas silvopastoriles?
3. Considera riesgoso este tipo de sistemas?
4. Estaría dispuesto a invertir si es bueno para su finca?
5. Cuanto estaría dispuesto a invertir por año? ¿durante cuánto tiempo? (disponibilidad de inversión)
6. Con quién toma usted las decisiones con respecto a la finca?
7. Tiene acceso a crédito?

Para obtener información que permitiera clasificar a los ganaderos por tipo de capital alto, medio y poco, se tuvieron en cuenta los criterios propuestos por Geilfus (2002) (Cuadro 3). Adicionalmente, algunos de los criterios fueron necesarios de poner códigos, de manera que se pudieran analizar estadísticamente (Cuadro 4).

Cuadro 3. Variables para identificar el tipo de capital económico de los ganaderos entrevistados, municipio de San Martín, Meta (Colombia).

Clase	Criterios
Tipo de Capital	1. Cantidad tierra (ha)
	2. Infraestructura
	3. Escolaridad
	4. Lugar donde vive
	5. Actividad
	6. Acceso a crédito
	7. Mano de obra (empleados)
	8. Hato ganadero (No. cabezas de ganado)
	9. Áreas de bosque (ha)

Fuente: Modificado de Geilfus (2002).

Cuadro 4. Codificación de los criterios y sus variables para la tipificación de los ganaderos de San Martín, Meta (Colombia).

Criterio	Variable	Valor
1. Cantidad de tierra	No aplica	
2. Infraestructura*	Poca	1
	Media	2
	Mucha	3
3. Escolaridad	Primaria	1
	Secundaria	2
	Técnico	3
	Profesional	4
4. Lugar donde vive	En el pueblo	1
	En la ciudad	2
5. Actividad	Total (100% finca)	1
	Parcial (empleo y finca)	2
	Alternativo (comerciante y finca)	3
6. Acceso a crédito	Informal (familiar)	1
	Bancario	2
7. Mano de obra	Contratada y familiar	1
	Permanente y contratada	2
8. Hato ganadero	No aplica	
9. Áreas de bosque (ha)	No aplica	

*Cercas (eléctricas/alambrado de púas), agua (acueducto, motobombas, aljibes, sistemas de riego, bebederos), luz (eléctrica, planta, paneles solares, nada), construcción (casa, bodegas, kioscos, corrales), básculas, maquinaria (tractores, rolos, etc.).

3.1.1. Variables de estudio y análisis de la información

Se trabajaron variables cualitativas de tipo ordinal y nominal con respecto a los ganaderos entrevistados; unas de carácter personal para describir un perfil general del productor y las demás relacionadas con la producción y el manejo de la finca (Anexo 1).

Para la tipificación de los productores se realizó un análisis de conglomerados (diagrama de cluster) con el método de agrupamiento de Ward, utilizando distancia Euclidiana, tomando las variables ordinales mencionadas anteriormente (Anexo 1). Posteriormente las variables numéricas: tamaño de la finca (ha), hato ganadero, áreas de bosque (ha) y cantidad de empleados permanentes y temporales, se compararon de un análisis de varianza (ANAVA univariada). Por otro lado, las variables de tipo ordinal que fueron categorizadas se analizaron por medio de una prueba de contingencia de Chi², con el fin de determinar la proporción de cada una de éstas con respecto al tipo de ganaderos. Para las preguntas abiertas acerca de la percepción de los ganaderos hacia los sistemas silvopastoriles (variables categóricas), se realizó un análisis de frecuencias para obtener el porcentaje de respuestas por parte de los ganaderos. Toda la información fue analizada con el programa *InfoStat/Profesional*, versión: 2006p.2.

3.2. Costos de establecimiento de las especies arbóreas escogidas

Se realizó un estudio de costos de establecimiento y manejo de las especies trabajadas, con el propósito de aproximarse a un valor estimado de la inversión en que se incurriría para ello, a escala de una hectárea (1 ha). Con el fin de poder comparar estos costos se presentan dos propuestas diferentes; la primera, los arreglos silvopastoriles, donde se trabajaría con la siembra de árboles en potreros, y la segunda, la regeneración natural, partiendo del hecho que se encontraran las especies de interés en los potreros. En la primera propuesta se tuvo en cuenta la inversión inicial que deben hacer los productores (*i.e.* creación de un vivero¹¹, precios de los productos (insumos), mano de obra), y en ambos casos se tuvieron en cuenta los costos de operación o manejo, comprendiendo los siguientes rubros: a) la mano de obra (permanente y temporal) y b) el mantenimiento de los potreros y pasturas. Es importante

¹¹ Los datos de la creación del vivero (costos) fueron obtenidos de información administrada por trabajadores de la zona (jornaleros, administradores, viveristas y propietarios). Estos datos son presentados de manera general y se trabajó con este valor puesto que es una estimación (al igual que el costo de establecimiento y manejo que se presenta en el documento).

aclarar que dado que no existe información sobre el número de árboles en potreros para sabanas naturales, estos valores estarían sujetos a variaciones tanto por los intereses de los productores, como de las características propias de cada lugar.

Los costos de establecimiento fueron presentados en dólares americanos (US\$), debido a que es la moneda por la cual se rige el peso colombiano y es también la más usada en evaluaciones financieras. Se realizó una estimación (promedio mensual) de la tasa de cambio del dólar desde enero de este año (2006) hasta noviembre (Banco de la República 2006), y se calculó un valor promedio para el año con su respectivo error estándar, utilizando el programa *InfoStat/Profesional*, versión: 2006p.2. La media anual para el 2006 (hasta el mes de noviembre) fue de 2368.23. Se utilizó el Valor Presente Neto (VPN) como herramienta de análisis, ya que es uno de los criterios más comunes utilizados para evaluar inversiones (Nair 1997), con una tasa de descuento del 9% (la cual es la utilizada para Colombia) y se realizó un análisis de sensibilidad con un rango del 5-12% de fluctuación.

4. RESULTADOS

4.1. Tipificación de los productores

El análisis de conglomerados diferenció tres grupos: i) el grupo 1, conformado por los medianos productores y compuesto por 16 de los 30 ganaderos entrevistados, lo cual significó el 53.3% de la población estudiada; ii) el grupo 2, formado por los grandes ganaderos compuesto por 4 de los 30 productores, lo cual significó el 13.3% de ellos y iii) el grupo 3, formado por los pequeños productores, compuesto por 10 de los 30 entrevistados siendo el 33.3% de la población total. Con esto se pudo ver que el grupo más grande lo formaron los medianos productores y el más pequeño los grandes productores (Figura 2).

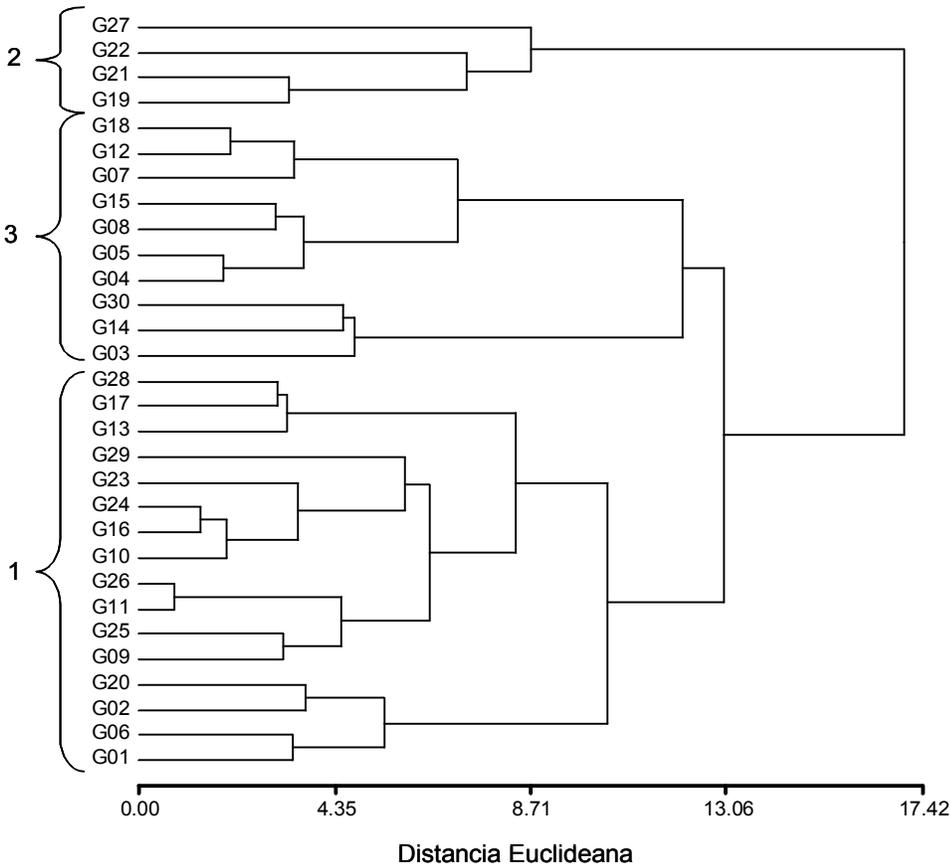


Figura 2. Diagrama de cluster para agrupar los tipos de ganaderos: 1) medianos, 2) grandes y 3) pequeños ganaderos; de acuerdo a su perfil personal, tipo de producción y manejo de la finca, San Martín, Meta (Colombia).

Las variables de tipo personal (escolaridad, actividad, disponibilidad de inversión y acceso a crédito), con la prueba de contingencia de Chi² mostraron que las dos primeras variables no fueron estadísticamente representativas (escolaridad $p=0.8374$; actividad $p=0.9351$). Por otro lado, la disponibilidad de inversión y el acceso a crédito si lo fueron ($p=0.0180$, $p=0.0357$, respectivamente).

Se pudo observar que los ganaderos medianos presentaron únicamente el 25% de disponibilidad de inversión, y los grandes ganaderos no presentaron disponibilidad de inversión. Por otro lado, el 70% de los ganaderos pequeños estarían dispuestos a invertir. En cuanto al acceso a crédito los medianos y grandes ganaderos tienen 100% de acceso a crédito y los pequeños ganaderos el 70% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Frecuencia de la disponibilidad de inversión y acceso a crédito 1= No, 2= Sí, para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).

Variable	Tipo ganadero	1	2	Total
D. Inversión	1	12	4	16
	Medianos	75.00	25.00	
	2	4	0	4
	Grandes	100.00	0.00	
	3	3	7	10
	Pequeños	30.00	70.00	
	Total	19	11	30
		63.33	36.67	100.00
A. Crédito	1	0	16	16
	Medianos	0.00	100.00	
	2	0	4	4
	Grandes	0.00	100.00	
	3	3	7	10
	Pequeños	30.00	70.00	
	Total	3	27	30
		10.00	90.00	100.00

Las variables de producción y manejo de las fincas: tamaño finca (ha), hato ganadero (cabezas de ganado), áreas de bosque (ha), cantidad de empleados (mano de obra), infraestructura y tipo de ganadería (doble propósito, carne, leche y cría); mostraron diferencias significativas en varias de éstas.

El tamaño de la finca y el hato ganadero mostraron diferencias altamente significativas ($F=20.64, p<0.0001$; $F=25.70, p<0.0001$, respectivamente), aunque también en las áreas de bosque (ha) ($F=7.05, p=0.0034$). Se pudo observar una diferencia clara entre el grupo 2 (ganaderos grandes), quienes en promedio presentaron valores mas altos en estas variables con respecto a los medianos y pequeños ganaderos (grupos 1 y 3) (Cuadro 6). Esto quiere decir que tanto el tamaño de las fincas, el número de cabezas de ganado y la cantidad de áreas de bosque conservado dentro de las fincas, fueron significativamente mayores en los grandes ganaderos.

Cuadro 6. Agrupamiento de Duncan para las variables de tamaño de finca, hato ganadero y áreas de bosque (ha), San Martín, Meta (Colombia).

Variable	Conglomerado	Medias	n	Agrupamiento Duncan
Tamaño finca (ha)	2	4930	4	A
	1	188.75	16	B
	3	103.3	10	B
Hato ganadero	2	787.5	4	A
	1	162.75	16	B
	3	107.6	10	B
Áreas de bosque (ha)	2	950	4	A
	1	28.47	16	B
	3	14.6	10	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

La mano de obra de manera proporcional, con respecto al tamaño de la finca muestra que los ganaderos grandes en promedio tienen dos veces más empleados que los medianos (grupo 1) y los pequeños ganaderos (grupo 3), pero esto de acuerdo al tamaño de sus finca es menor (Cuadro 6 y 8).

La Figura 3 muestra que los grandes ganaderos además de ser aquellos que poseen mayor cantidad de áreas de bosque (ha) (con respecto a los otros grupos); también son aquellos que presentan la mayor desviación estándar (SD), es decir que las áreas de bosque entre ellos difieren bastante de tamaño. Por otro lado se puede observar que las áreas de bosque entre los medianos y pequeños ganaderos, en promedio, son muy similares entre los dos grupos (Figura 3). Por otro lado, si se comparan proporcionalmente las áreas de bosque, el grupo 2 (grandes) representa el 16% de la tierra, el 1 (medianos) 14% y el grupo 3 (pequeños) el 12.9%; esto calculado a través de el área total promedio por grupo.

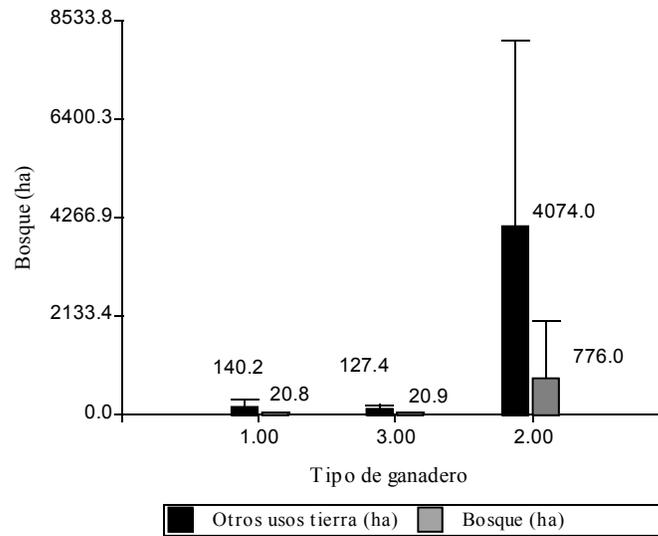


Figura 3. Áreas de bosque (ha) de los tres grupos de ganaderos, con respecto a otros usos de la tierra, San Martín, Meta (Colombia).

La mano de obra en general mostró que el 30% de los ganaderos pequeños tienen mano de obra familiar, mientras que los grandes ganaderos el 100% de su mano de obra son empleados permanentes y temporales, y los medianos el 50% la mano de obra es familiar y contratada (Cuadro 7).

Cuadro 7. Frecuencia para la mano de obra 1= familiar, 2= contratada y familiar, 3= permanente y contratada; para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).

Tipo ganadero	1	2	3	Total
1	0	8	8	16
Medianos	0.00	50.00	50.00	
2	0	0	4	4
Grandes	0.00	0.00	100.00	
3	3	5	2	10
Pequeños	30.00	50.00	20.00	
Total	3	13	14	30
	10.00	43.33	46.67	100.00

La cantidad de empleados permanentes y temporales mostraron diferencias significativas entre grupos de ganaderos (permanentes $F=9.70$, $p=0.0007$ y temporales $F=6.79$, $p=0.0041$). Se pudo observar que los empleados permanentes y temporales fueron mayores en el grupo 2 (grandes ganaderos), quienes mostraron diferencias con respecto a los otros grupos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Post-ANAVA de Duncan de las variables de empleados permanentes y temporales para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).

Variable	Conglomerado	Medias	n	Agrupamiento Duncan
Empleados permanentes	2	3.75	4	A
	1	1.31	16	B
	3	1.2	10	B
Empleados temporales	2	4.75	4	A
	1	1.25	16	B
	3	1.2	10	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

En cuanto a los tipos de ganadería identificados en las fincas, la prueba de contingencia de χ^2 , mostró que la carne y la leche no presentaron significancia estadística (carne $p=0.0537$) y (leche $p=0.1328$), aunque el primero estuvo muy cercano a este valor. La ganadería de doble propósito y cría si las presentaron (doble propósito $p < .0001$) (cría $p=0.0280$).

Se pudo observar que los ganaderos medianos y grandes no tienen ganado de doble propósito, mientras que el 80% de los ganaderos pequeños si. Por otro lado, el 75% es trabajado por los ganaderos grandes, 18.75% por los medianos y sólo el 10% de los ganaderos pequeños lo trabajan (Cuadro 9).

Cuadro 9. Frecuencia para la ganadería de doble propósito y cría 0= No, 1= Sí, para los tres tipos de ganaderos, San Martín, Meta (Colombia).

Variable	Tipo ganadero	0	1	Total
Doble propósito	1	16	0	16
	Medianos	100.00	0.00	
	2	4	0	4
	Grandes	100.00	0.00	
	3	2	8	10
	Pequeños	20.00	80.00	
	Total	22	8	30
		73.33	26.67	100.00
Cría	1	13	3	16
	Medianos	81.25	18.75	
	2	1	3	4
	Grandes	25.00	75.00	
	3	9	1	10
	Pequeños	90.00	10.00	
	Total	22	8	30
		76.67	23.33	100.00

El análisis de frecuencias para las preguntas de tipo categórico (nominal) acerca del conocimiento, la estimación de riesgo, la experiencias de los ganaderos con respecto a los sistemas silvopastoriles, así como la toma de decisiones con respecto al manejo de la finca; mostraron que el 60% de los ganaderos no conoce sobre sistemas silvopastoriles. En cuanto a si los ganaderos consideran riesgoso este tipo de sistemas, el 27% no los considera riesgosos, el 17% sí (principalmente por comunicación personal con otras personas), y el 5% no respondió la pregunta (Cuadro 9).

En cuanto a la pregunta sobre si ha tenido o no experiencias personales con sistemas silvopastoriles, el total de los ganaderos (100%) respondió que no las ha tenido. Finalmente, la mayoría de las decisiones que toman los ganaderos con respecto al manejo de la finca son del propietario (53%), el 37% lo consultan con la familia y el 10% en sociedad (a nivel de empresa) (Cuadro 9).

Cuadro 10. Análisis de frecuencias para la estimación acerca del conocimiento sobre sistemas silvopastoriles por parte de los ganaderos, sus categorías y frecuencias absoluta (FA) y relativa (FR), San Martín, Meta (Colombia).

Variable	Clase	Categoría	FA	FR
Conocimiento SSP	1	No	18	0.6
	2	Sí	12	0.4
Riesgos SSP	1	Sí	5	0.17
	2	No	8	0.27
	3	No respondió	15	0.5
	4	No sabe	2	0.07
Toma decisiones	1	Familiar	11	0.37
	2	Personal	16	0.53
	3	Sociedad	3	0.1

4.2. Costos de establecimiento de las especies arbóreas trabajadas

4.2.1. Arreglo de árboles en potrero

La cantidad de árboles en los potreros depende tanto de la función que éstos cumplen, como del nivel de sombra que pueden tolerar los pastos (Casasola *et al.* 2005). Para paisajes ganaderos neotropicales se sugiere que un potrero de 2 ha debería tener de 4 a 6

árboles que den sombra para los animales, 25 árboles maderables, 5 árboles para la producción de frutos para las aves, 20 árboles para la producción de forraje para el ganado y 5 árboles para la producción de frutas para consumo humano (Casasola *et al.* 2005). También recomiendan que los árboles deben estar bien distribuidos en el potrero para obtener los mayores beneficios económicos y ambientales posibles.

En las sabanas de los llanos las estaciones de sequía y lluvia se consideran, entre otras, una de las principales causas de las características típicas de estos ecosistemas, lo cual ha causado que las especies vegetales que allí se encuentran se adapten al régimen estacional, originando que los árboles dispersos en estos sitios sean usualmente monoespecíficos; y su variedad se vea influenciada por las condiciones de drenaje (Blydenstein 1967, Rippstein *et al.* 2001). Adicionalmente, la baja cantidad de nutrientes en los suelos de las sabanas (relacionada también con las estaciones climáticas), conducen a alternar las inundaciones y la desecación del perfil del suelo que por ende influye de las zonas de enraizamiento (Blydenstein 1967, Rippstein *et al.* 2001). Asociado a esto se encuentra las quemadas, las cuales incrementa la presencia de N en el suelo, lo cual ha conducido a la presencia de vegetación resistente a este tipo de procesos (Blydenstein 1967).

Se propone sembrar una menor densidad de árboles en los potreros, con respecto a lo propuesto por Casasola *et al.* (2005), debido a las características típicas de las sabanas de los llanos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las pasturas en la región han sido mejoradas con el tiempo, principalmente con la introducción de especies de *Brachiaria* sp, y solo en algunos casos (principalmente aquellas fincas más alejadas del casco urbano) aún se mantienen pastos naturales manejados con quema de praderas para el rebrote del pasto como alimento para el ganado (obs. per.). Las cuatro especies arbóreas nativas identificadas como importantes en la zona, fueron reportadas con diferentes tipos de usos por parte de los ganaderos de San Martín (Cuadro 11).

Cuadro 11. Especies arbóreas identificadas como importantes con sus diferentes usos, presencia en la zona, frecuencia absoluta (FA) y relativa (FR), reportadas en una encuesta a ganaderos de San Martín, Meta (Colombia).

Especie	N. Común	Presencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No. Usos	FA	FR
<i>E. Amazonicum</i>	Ajicito	alta						x	x	x		3	21	0.70
<i>Protium</i> spp.	Anime	alta	x	x						x		3	23	0.77
<i>C. grandis</i>	Cañofistol	alta	x	x	x					x		4	22	0.73
<i>P. arborea</i>	Gallino	alta		x					x	x		3	22	0.73

1) Maderable, 2) Leña, 3) Cercas, 4) Postes, 5) Medicinal, 6) Comestible, 7) Sombra, 8) Importancia ecológica, 9) Artesanal.

El número de árboles estimado propuesto a sembrar es de 11 árboles/ha (estimado a 10 árboles, pero teniendo en cuenta una tasa de mortalidad del 10%). Se sembrarían en diferente proporción teniendo partiendo de la preferencia de los ganaderos por cada una de las especies, así como del grado de importancia que presentaron a nivel de aporte de recursos para el mantenimiento de la biodiversidad (caracterización de la comunidad de aves, capítulo 1). Las dos especies consideradas más importantes desde los dos aspectos mencionados anteriormente fueron el gallino (*P. arborea*) y el cañofistol (*C. grandis*); la primera considerada “excelente” para leña y la segunda valorada por su madera, por lo que es (de las cuatro especies) la más importante para los ganaderos, por lo que se propone sembrarla en un 70%. El 30% restante estaría distribuido en el ajicito (*E. amazonicum*) y el anime (*Protium* sp.).

El 70 % equivale a 7 árboles, donde se propone sembrar 3 de gallino (*P. arborea*) y 4 de cañofistol (*C. grandis*); esta proporción debido a que el cañofistol además de ser un árbol maderable, tiene una copa muy grande y semidensa, propicia para sombra del ganado (Anexo 1, capítulo 1). Por otro lado, los árboles de ajicito (*E. amazonicum*) y anime (*Protium* sp.), se propone sembrarlos sobre el 30% restante, lo que significa 4 árboles, los cuales se sembrarían en igual proporción, es decir, 2 árboles de cada uno.

4.2.2. Regeneración natural

La regeneración natural es el primer paso en el proceso de sucesión secundaria, la cual está definida como un proceso mediante el cual la vegetación leñosa vuelve a crecer en un sitio deforestado, ya sea que en el se practicaran actividades agropecuarias o se cosechara madera (Guariguata y Ostertag 2002). Sin embargo, en paisajes agropecuarios tropicales, las etapas biológicas de la regeneración natural y sus dinámicas son influenciadas por

causas antropogénicas, debido a factores como el tipo de uso del suelo, la intensidad del uso, el tiempo de explotación, las prácticas de manejo y el grado de fragmentación de los ambientes con vegetación natural, que modifican la disponibilidad de los procesos biológicos involucrados en la regeneración natural de árboles y por tanto la distribución de la vegetación arbórea a diferentes escalas de paisaje (Esquivel 2005).

La alternativa de presentar esta propuesta tiene como implicación poder comparar un arreglo silvopastoril con un proceso natural de recuperación de áreas degradadas, los cuales tienen como fin ser utilizados como mecanismos para la conservación de la biodiversidad en sistemas ganaderos. Se propone utilizar el chapeo selectivo en las áreas de potrero con el fin de poder identificar las especies arbóreas importantes y protegerlas de manera que se puedan aislar del ganado durante el tiempo que duren para establecerse como árboles jóvenes.

4.2.3. Costos

Tanto el arreglo de árboles en potrero como la regeneración natural (partiendo del supuesto de encontrar las especies arbóreas en potreros) fueron estimados en 1 ha de tierra, durante tres años. En los árboles en potrero, el primer año involucra gastos de vivero y plantación de los árboles en los sitios, con su respectiva protección (Anexo 2); mientras que para la regeneración natural se tiene en cuenta únicamente el chapeo (limpieza) selectivo de los potreros y la protección de especies importantes (Anexo 2). Para los siguientes dos años se calcularon únicamente los costos de mantenimiento (jornales e insumos).

El Valor Presente Neto (VPN) con la tasa del descuento del 9% mostró que para implementar especies arbóreas nativas en 1 ha de tierra a través de la siembra de árboles en potrero, es necesario invertir en la actualidad US\$ 353.99 y para la regeneración natural US\$ 266.43 (estimando la misma cantidad de árboles para las dos propuestas) (Anexo 2). Por otro lado, para poder comparar los costos de establecimiento de estas propuestas con respecto a si su valor (costo) es alto o bajo para un ganadero de los llanos, se utilizó un dato estimado para la región del costo de implementar 1 ha de pasto *Brachiaria* sp., a la cual también se le calculó el VPN con la misma tasa de descuento, con lo que dio un valor de US\$ 388.97 (Anexo 3).

El año 0 es el año en que se implementan los sistemas, por lo que se pueden observar los picos más altos de inversión, debido a los costos de establecimiento (Figura 4, Anexo 2). A partir del año 1 y hasta el año 2 se presentan únicamente los costos de mantenimiento de cada uno (Figura 4). Por otro lado, en cuanto a la proporción con respecto a la implementación de árboles en potrero, en costos significaría el 91% menos en la inversión en pastos para mejorar los potreros, y 68.4% con la regeneración natural, lo cual en ambos casos son costos muy alto de inversión.

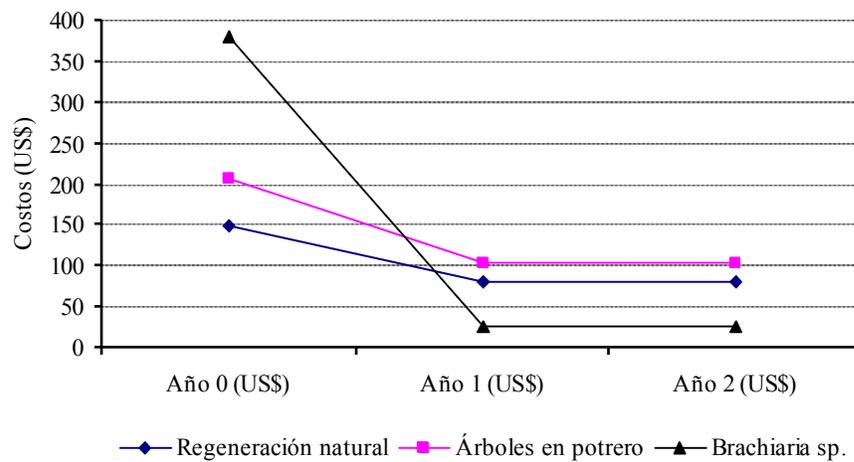


Figura 4. Costos de establecimiento de sistemas de regeneración natural, árboles en potrero y pasto *Brachiaria* sp., estimados a 1 ha, con respecto a tres años de manejo.

En cuanto al análisis de sensibilidad con las tasas de descuento del 5 al 12%, se pudo observar que los costos del valor presente neto no difieren altamente en las tasas de descuento al comparar las dos propuestas; también que a mayor tasa de descuento el costo de la inversión sería menor y el caso más alto (12%) los costos para los dos propuestas son prácticamente los mismos (Figura 5).

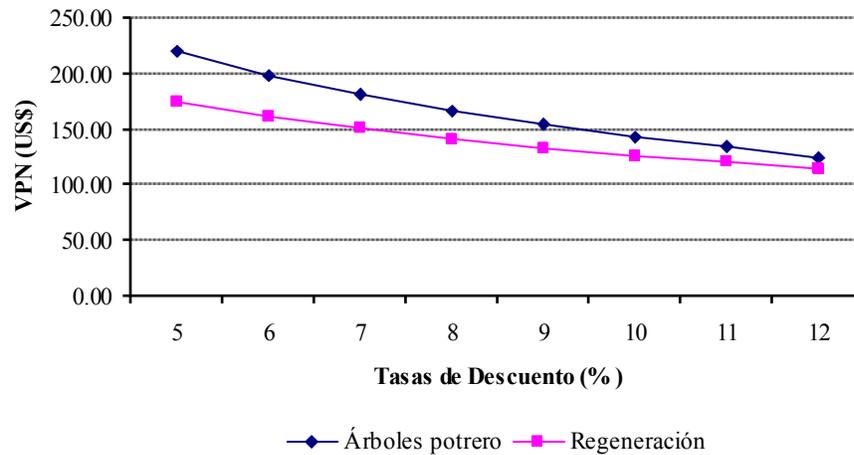


Figura 5. Valor Presente Neto (VPN) para diferentes tasas de descuento comparando los costos de establecimiento de los árboles en potrero con respecto a la regeneración natural.

5. DISCUSIÓN

Tipificación socioeconómica de los productores

Los resultados del capítulo 1 (caracterización de la comunidad de aves) permitieron identificar especies arbóreas nativas que se encuentran cumpliendo diferentes funciones, aportando recursos para el mantenimiento de la biodiversidad sobre sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia. Apoyado en esto, se puede evidenciar la gran importancia que tienen los árboles dentro de las pasturas en sistemas agropecuarios neotropicales, lo cual se encuentra ampliamente referenciado (Guevara *et al.* 1986, Guevara *et al.* 1992, Guevara y Laborde 1993, Harvey y Haber 1999, Harvey *et al.* 1999, Toh *et al.* 1999). Sin embargo, aunque se puede justificar la importancia ecológica de los árboles en los potreros, es muy importante considerar, como un factor determinante, la opinión del productor para mantener o implementar este tipo de recursos dentro de los sistemas pecuarios.

En este sentido, los resultados encontrados en esta investigación mostraron que los grandes ganaderos; aunque son quienes tienen la mayor disponibilidad de crédito, son al mismo tiempo los que presentaron un menor interés de inversión, siendo significativamente diferente con los pequeños ganaderos, quienes manifestaron una mayor disponibilidad de inversión; aunque también fueron (en general) los de menor acceso a crédito. Estos resultados pueden interpretarse con diferentes enfoques; ya que también se encontró que los grandes ganaderos son los que mantienen más áreas de bosque dentro de las fincas, aunque proporcionalmente no fue diferente a los medianos y pequeños productores. Una explicación a esto puede estar relacionada con el área destinada a la producción, la cual es mucho más limitada en fincas pequeñas, por lo que las áreas de bosque tienden a ser más escasas (Kaimowitz 1993).

Como es conocido, la pérdida de cobertura vegetal tiene fuertes impactos sobre el ambiente, que junto con actividades agropecuarias puede causar la pérdida de recursos hídricos y calidad del suelo (Pinzón y Amézquita 1991, Siavosh *et al.* 1998). Partiendo de esto, y de lo mencionado por (Kaimowitz 1993), el interés de los pequeños productores hacia la implementación de arreglos silvopastoriles dentro de sus fincas, puede estar ampliamente relacionado con la producción, debido a que éstos ganaderos (pequeños) deben ser mucho más eficientes respecto al manejo de las áreas. Los resultados mostraron

que únicamente los pequeños ganaderos trabajan la ganadería de doble propósito, lo cual posiblemente se deba a que estos productores no pueden tener diferentes tipos de ganadería (como sí se encontró en los grandes ganaderos), tanto por su capital como por el tamaño de área de su finca. Otra explicación puede ser que la producción de leche además de ser utilizada para autoconsumo, genera un flujo de caja constante, lo que significa que provee al ganadero dinero diario (o de bolsillo), el cual le sirve para cubrir sus necesidades inmediatas, mientras que el ganado de carne y/o cría no.

La intención de querer implementar arreglos silvopastoriles en las fincas pequeñas puede estar relacionado con la calidad de la producción, y ligado posiblemente a solucionar efectos causados por la estacionalidad (en este caso el periodo de sequía), ya que en San Martín, al igual que en toda la región de los llanos, es muy marcado y se prolonga durante cuatro meses del año (noviembre a marzo) (IDEAM 2001). En la zona el periodo seco causa la desecación de los cuerpos de agua, sobre todo en aquellos lugares donde se ha perdido la cobertura boscosa (bosques riparios) (obs. per.), por lo que se puede pensar que posiblemente el interés de los pequeños ganaderos de implementar sistemas silvopastoriles se encuentre relacionado a que estos sistemas contribuyan a amortiguar este tipo de impactos en sus fincas.

Varios estudios permiten evidenciar que la cobertura arbórea en áreas de pasturas aporta beneficios a la producción pecuaria (Betancourt *et al.* 2003, Restrepo-Sáenz *et al.* 2004, Souza de Abreu *et al.* 2006). En Cañas, Costa Rica, se encontró que en la época seca las novillas bajo cobertura arbórea alta, perdieron menos peso con respecto a los animales bajo cobertura media (Restrepo-Sáenz *et al.* 2004). Por otro lado, Souza de Abreu *et al.* (2006) en un estudio referente a la influencia de árboles en pastizales sobre la producción de pasto y leche, en La Fortuna, norte de Costa Rica, encontraron que la digestibilidad de los pastos fue más alta bajo la sombra de los árboles en las pasturas, por lo que hubo una mayor asimilación del pasto consumido por el ganado. Otro ejemplo, fue el efecto de la sombra sobre el comportamiento animal, ya que al comparar a los animales bajo diferentes tipos de cobertura, encontraron que bajo cobertura arbórea alta la actividad del ganado fue significativamente mayor que con respecto a la cobertura baja, lo cual influyó en la producción de leche en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Nicaragua (Betancourt *et al.* 2003).

En resumen, los efectos que causan los árboles en los potreros se encuentran directamente relacionados con la producción; primero, porque al aumentar la temperatura ambiental aumenta el consumo de agua y disminuye el consumo de alimento, y segundo porque se genera estrés calórico en el ganado que no tiene acceso a sombra (Ibrahim 2005). Esto puede ser una posible explicación con respecto al porque los productores desean sembrar o dejar árboles en los potreros, aunque lo encontrado en este estudio sugiere que los ganaderos no conocen técnicamente el concepto de sistema silvopastoril (el 60% mencionó que no los conoce). Este conocimiento se puede atribuir a la tradición oral y empírica (principalmente de pequeños ganaderos), lo cual se pudo ver reflejado en las entrevistas realizadas sobre conocimiento local de árboles nativo de la región y sus diferentes usos (Capítulo 1, Anexo 2).

Costos de establecimiento

Las estimaciones de costos realizadas en este trabajo permiten evidenciar altos precios para la implementación de un sistema silvopastoril (Anexo 3). Al comparar los costos de establecimiento de un sistema silvopastoril de árboles en potrero y la regeneración natural de especies, con respecto al mejoramiento de pasturas con pasto *Brachiaria* sp., se pudo observar que implementar árboles en potreros (en cualquiera de las dos propuestas) resulta altamente costoso con respecto a la implementación de pastos, que, desde el punto de vista del ganadero es una inversión importante para su producción. Pagiola et al. (2003) mencionaron que una restricción importante para la adopción de prácticas silvopastoriles es su rentabilidad limitada desde el punto de vista de los usuarios de la tierra, debido a que el establecimiento de silvopasturas puede implicar altos costos iniciales. Esto indica que de manera general la implementación de alternativas diferentes a la de pastos para mejorar los sistemas ganaderos puede ser una idea alejada para los productores.

Los costos de implementación mostraron que el ganadero debe incurrir en una serie de gastos, sobre todo en la etapa inicial, lo cual podría considerarse una desventaja desde el punto de vista económico. Sin embargo, diversos estudios justifican que este tipo de arreglos llega a ser benéfico desde el punto de vista socioeconómico, debido a que generan empleo y beneficios económicos a mediano y largo plazo. Ruíz *et al.* (2004), realizaron un estudio de competitividad económica en fincas ganaderas de Matiguás, Nicaragua y encontraron que cambiar el suelo utilizado para ganadería extensiva por bosques secundarios puede tener un fuerte impacto negativo sobre el empleo; mientras que transformar los sistemas actuales a pastos mejorados con árboles, puede tener un impacto

positivo en la demanda de trabajo. En este trabajo se encontró que la mano de obra comprende el 34.07% de la inversión en 1 ha/año para el establecimiento de árboles en pasturas, un efecto que puede considerarse positivo desde el punto de vista social, más no del productor, debido a que en este caso quienes tienen la mayor intención de implementar arreglos silvopastoriles son aquellos que precisamente necesitarían de apoyo económico (pequeños ganaderos).

Si se mira a largo plazo, un beneficio de los sistemas silvopastoriles puede ser el aprovechamiento de las especies. En este trabajo, los árboles nativos propuestos comprenden diversos usos que fueron identificados previamente por los productores (*i.e.* leña, madera, sombra, alimento de aves). Estos usos pueden permitir liberar presión sobre las áreas de bosque, si se implementan de manera alternativa dentro de las fincas, lo cual también puede influir positivamente en la producción. Wells (1992), mencionó que el consumo local de los recursos no es ecológicamente sostenible y que los beneficios económicos del potencial local se vuelven mucho más pequeños, porque solo están disponibles en el corto plazo lo que conlleva rápidamente a la disminución de éstos. Se puede pensar entonces que si se logra motivar a los ganaderos respecto a los beneficios obtenidos a largo plazo, a través de la implementación de los arreglos silvopastoriles, posiblemente se logren mecanismos de conservación viables en el tiempo.

Existen diversos ejemplos que permiten enfatizar sobre la importancia a largo plazo de los sistemas silvopastoriles. Un estudio realizado en Cañas, Costa Rica en cuanto a la respuesta animal de novillas en diferentes coberturas de árboles en potreros, puede ser un buen ejemplo de los beneficios económicos que puede tener el productor a largo plazo bajo estos sistemas. Restrepo (2002) encontró en este estudio que durante la época lluviosa las novillas tuvieron un mayor crecimiento bajo la cobertura alta, con respecto a la cobertura media y baja, y mencionó también que adicional a la selección de especies de pastos, la presencia de los árboles contribuyó a la mejor respuesta de las novillas. Indicó también que durante la época seca las novillas bajo cobertura alta perdieron en promedio 11% menos peso que las de cobertura media y que los pastos en la cobertura alta tuvieron mayor contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Restrepo 2000).

En conclusión se puede decir que el costo efectivo de la conservación de los bosques depende de la oportunidad de los costos asociadas a ellos (Kremen *et al.* 2000); esto

significa que si la conservación de los recursos no se encuentra ligada a los aspectos productivos posiblemente las propuestas de conservación fracasen en el largo plazo.

? rboles en pasturas y regeneraci? n natural

Las propuestas de arreglos silvopastoriles que involucren árboles dentro de los potreros puede ser una estrategia útil tanto para la producción de las fincas, como para la conservación de la biodiversidad; siempre y cuando se tenga en cuenta tanto el conocimiento del productor, como su disponibilidad de inversión. Por otro lado, también es importante tener en cuenta el uso final que se quiere dar a los árboles; es decir su función productiva, ya que si se necesitan árboles para sombra, se requiere que sus copas sean densas o si la función es la producción de madera, las especies deben ser de copa abierta y de crecimiento vertical; pero, si la función principal es la conservación de la biodiversidad, los árboles deben poder servir de refugio a los animales silvestres y producir frutos para su alimentación (Casasola *et al.* 2005). En este caso cobra sentido el identificar especies nativas que estén cumpliendo con diferentes aportes desde los dos escenarios (producción y conservación), lo cual resulta importante en el momento de presentar propuestas de tipo económico, ya que estas serán más viables de adoptar con respecto a aquellas que no las presenten.

Un aspecto importante de tener en cuenta es la densidad de árboles en los potreros, no sólo por los costos que esto implica, sino también por las preferencias de los productores y las características biofísicas del lugar. En este trabajo se planteó la siembra de 10 árboles /ha, partiendo de que se debe tener en cuenta las características propias de las sabanas de los llanos (Blydenstein 1967, Rippstein *et al.* 2001), así como de la preferencia de los ganaderos a unas especies con respecto a otras. Guevara y Castillo (1994) en potreros de la Sierra de los Tuxtlas en México, encontraron una densidad de árboles aislados muy variable (de 0.3 a 39 árboles/ha), donde la mayoría de los potreros tenían de 3 a 8 árboles/ha. Esto contribuye a pensar que dependiendo de la zona donde se trabaje, así como el tipo y/o historia de uso de la tierra influirá fuertemente sobre la presencia de árboles en los potreros y por ende de su densidad.

La estructura de las copas es otro aspecto a tener en cuenta en el momento de proponer especies en arreglos silvopastoriles, ya que aquellas muy densas pueden modificar las características del suelo, aumentar la sombra y afectar la dinámica hídrica debido a los

incrementos de infiltración y retención de agua en el suelo (Ibrahim *et al.* 2001). Esto en sabanas naturales podría aumentar los problemas de desecación que sufren estos sistemas en la época seca. Especies como el cañofistol (*Cassia grandis*) además de tener un alto valor maderable para los ganaderos de la zona, presenta una copa ancha y semidensa, la cual es propicia para la sombra del ganado en los potreros, lo cual la hace una especie viable de ser implementada, aunque una de las desventajas es precisamente el tiempo que tomará tener un árbol adulto en el potrero, lo cual significa costos de mantenimiento por un periodo largo de tiempo.

Para efectos de conservación, es importante no sólo tener en cuenta el tipo de arreglo silvopastoril más conveniente a escala local, sino la ubicación del mismo a escala espacial. Harvey *et al.* (2006) mencionaron que la composición y estructura de la matriz agropecuaria influye en el potencial de conservación, debido a los remanentes de diversidad en estos paisajes. Es por esto que los sistemas silvopastoriles no deben contribuir solo a aspectos propios de las fincas, sino contribuir también a una escala mayor. En este sentido, Pagiola *et al.* (2004) mencionaron que los esfuerzos para aumentar la biodiversidad en paisajes agropecuarios deben considerar incentivos a los usuarios de la tierra, ya que son ellos quienes deciden qué prácticas utilizar y generalmente no tienen consideración respecto a los beneficios que pueden aportar a la biodiversidad las diferentes formas del uso del suelo.

El establecimiento de plántulas es considerado junto con la dispersión de semillas uno de los estadios más importantes en la regeneración natural de árboles (Esquivel 2005). Sin embargo, el manejo tradicional y moderno de la ganadería trata de eliminar la sucesión vegetal de las praderas mediante la quema, los medios físicos y los herbicidas (Murgueitio 2000), lo que disminuye la tendencia de la vegetación a buscar estructuras boscosas.

La regeneración natural con especies nativas puede ser una herramienta económicamente viable ya que con un manejo adecuado de las pasturas, incluyendo la selección y protección de especies puede conducir a recuperar áreas degradadas aportando a mediano y largo plazo beneficios a las actividades agropecuarias y a la conservación de la biodiversidad. Rice y Greenberg (2004), mencionaron que en regiones neotropicales la presencia de árboles y arbustos es común en las pasturas y que en muchas fincas de estas regiones, utilizan los frutos de las especies nativas como suplemento alimenticio del

ganado, lo que las convierte en potencial forrajero y nutricional. Murgueitio (2000) cita ejemplo de especies de árboles y arbustos que se desarrollan entre sabanas nativas y bosques de galería (i.e. alcornoco *Bowdichia virgiliodes*, chaparro *Curatella americana*) que llegan a formar combinaciones de arbolitos en áreas de pastoreo. Otro ejemplo citado por Murgueitio (2000) es en las sabanas anegadizas de la Orinoquia, donde el árbol saladillo *Caraipa llanorum* forma rodales con espacios abiertos que son pastoreados por el ganado durante muchos años.

6. CONCLUSIONES

El análisis de conglomerados mostró un patrón claro de diferenciación que dividió en tres grupos a los ganaderos entrevistados; pequeños, medianos y grandes, donde las principales variables de agrupamiento estuvieron influenciadas por el tamaño de la tierra, el hato ganadero y las áreas de bosque conservadas.

El nivel de escolaridad, la edad y el tipo de actividad desarrollada, no mostraron diferenciar entre los ganaderos entrevistados. Por otro lado, los grandes y medianos ganaderos presentaron una alta facilidad de acceso a crédito con respecto a los pequeños ganaderos, más sin embargo éstos últimos fueron quienes manifestaron una mayor disponibilidad de inversión.

Los grandes ganaderos presentaron mayores áreas de bosque conservados dentro de sus fincas, aunque en proporción al tamaño de éstas las áreas de bosque conservado fueron muy similares entre los tipos de ganaderos.

Los pequeños ganaderos fueron los únicos que trabajan la ganadería de doble propósito, mientras que los grandes ganaderos además del tipo de ganadería tradicional de carne y/o leche, son los que trabajan el ganado de cría y levante (el cual es más costoso).

Un porcentaje alto de los ganaderos entrevistados no conoce los sistemas silvopastoriles y de aquellos que los conocen el 27% los considera una buena alternativa, aunque el 17% los considera riesgosos. Por otro lado, ninguno de los entrevistados ha tenido experiencias personales con ellos y en cuanto a la toma de decisiones, la mayoría de los ganaderos (53%) toma las decisiones solo, el 37% con la familia y el 10% en sociedad.

La siembra de árboles en potrero y la regeneración natural de especies nativas, resultan muy costosas de implementar si se comparan con la inversión que hace un ganadero para mejorar las pasturas con *Brachiaria* sp.

7. RECOMENDACIONES

Se deben buscar alternativas económicas dirigidas a cada uno de los tipos de productores. En el caso de los pequeños y medianos productores el pago por servicios ecosistémicos (PSE) puede ser una herramienta que contribuya a disminuir los costos y el riesgo de invertir en sistemas silvopastoriles enfocados a la conservación de la biodiversidad por parte de los ganaderos de San Martín.

Los pequeños ganaderos deben ser apoyados con mayor prioridad, debido a que son quienes presentan un menor acceso a crédito y una mayor degradación de las áreas de bosque, pero también porque son quienes tienen la mayor disponibilidad de inversión.

Se deben buscar estrategias para incentivar a los grandes ganaderos a continuar conservando las áreas de bosque dentro de sus fincas, debido a que son las de mayor tamaño y por ende las más protegidas en la zona (por estar en propiedad privada). Esto puede ser a través de estrategias de exoneración de impuestos sobre la tierra de manera que incentive la conservación de los recursos naturales dentro de sus fincas y que esto le retribuya económicamente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, N. y Torres, N. 2000. Plan básico de ordenamiento territorial municipio de San Martín. Resumen Ejecutivo. Alcaldía de San Martín. Meta, CO. 28 p.
- Balford, A., Gaston, K., Blyth, S., James, A., Kapos, V. 2006. Global variation in terrestrial conservation costs, conservation benefits, and unmet conservation needs. *PNAS*, 100(3): 1046-1050.
- Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1): 1-15.
- Banco de la República. 2006. Tasa de cambio. Consultado en: Nov. 8 de 2006. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/documentos/series-estadisticas/excel/trm.xls>.
- 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 de las Américas*, 10(39-40): 47-51.
- Casasola, F., Ibrahim, M., Barrantes, J. 2005. Los árboles en potrero. Serie cuadernos de campo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. 20 p.
- Esquivel, M.J. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. Tesis de maestría. CATIE. 158 p.
- Gobbi, J., Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*, 10(39-49): 52-60.
- Guariguata, M., Ostertag, R. 2002. Sucesión secundaria. En: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Capítulo 23. 591-623 pp.
- Guevara, S., Purata, S., Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio*, 66: 77-84.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science*, 3: 655-664.
- Guevara, S., y J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* (107/108): 319-338.
- Harvey C. y Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rica pastures. *Agroforestry System* 44: 37-68
- Harvey, C., Haber, W., Solano, R., Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿herramientas para la conservación?. *Agroforestería de las Américas* 6(2): 19-22.
- Harvey, C., Medina, A., Merlo, D., Vilches, S., Hernández, B., Saenz, J., Michel, J., Casanoves, F. Sinclair, F. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16(5): 1986-1999.

- Ibrahim, M, Schlonvoigt, A. Camargo, J. y Souza, M. 2001. Multi-strata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. J.A. Gomide, W.R.S. Mattos, S. C. da Silva (Eds.) Proceedings. of the XIX International Grassland Congress. Brazil, Piracicaba, Brazilian, FEALQ. 645-650 pp.
- Ibrahim, M. 2005. Degradación y recuperación de pasturas. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Turrialba, CR. 20 p. *Material de enseñanza*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2001. El medio ambiente en Colombia. Editor Pablo Leyva, Director General del IDEAM. Segunda Edición. Bogotá. 530 p.
- Kaimowitz, D. 1993. El avance de la agricultura sostenible en América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Agroecología y Desarrollo, 10: 1-10.
- Kremen, C., Niles, J.O., Dalton, M.G., Daily, G.C. Ehrlich, P.R., Fay, J.P., Grewal, D., Guillery, R.P. 2000. Economic incentives for rain forest conservation across scales. SCIENCE, 288: 1828-1832.
- Montagnini, F.; Guariguata, M.; Ribeiro, N.; Mariscal, A. 1999. Regeneración natural en plantaciones puras y mixtas de especies nativas. Logros de la investigación para el nuevo milenio. Actas. Serie Técnica. Reuniones Técnicas (CATIE). no. 5. Turrialba (Costa Rica). p. 324-327.
- Murgueitio, E. 1999. Reconversión Social y Ambiental de la ganadería bovina en Colombia. World Animal Review, No. 93. FAO, Roma, pp 2-15.
- Murgueitio, E., Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. Livestock Research for Rural Development, Volume 13, Number 3. (En línea), Consultado el: 18 nov. 2006. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/cont133.htm>.
- Nair, P.K.R. 1997. Agroforestería. Consideraciones económicas. Capítulo 22. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 443-476 pp.
- Pagiola, S.; Agostini, P.; Gobbi, J.; De Haan, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ramírez, E.; Rosales, M.; Ruiz, J.P. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. The World Bank Environment Department. Washington, D.C., U.S.A. 50 p.
- Pinzón, A., Amézquita, E. 1991. Compactación de suelos por el pisoteo de animales de pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. Pasturas Tropicales, 13(2): 21-26.
- Restrepo-Sáenz, C., Ibrahim, M., Harvey, C., Harmand, J., Morales, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco en Cañas, Costa Rica. Agroforestería de las Américas (41-42): 29-36.

- Rice, R., Greenberg, R. 2004. Silvopastoral systems: ecological and socioeconomic benefits and migratory bird conservation. Chapter 19. In: Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Washington, US. 453-472 pp.
- Rippstein, G., Escobar, G., Motta, F. 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. CIAT (Centro Interamericano de Agricultura Tropical), CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour ledéveloppement). 302 p.
- Ruiz, A., Ibrahim, M., Locatelli, B., Andrade, H., Beer, J. 2004. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua. Agroforestería de las Américas, 41-42: 16-21.
- Siavosh, S., Rivera, J., Gómez, M. 1998. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica.
- Souza de Abreu, M. H., Ibrahim, M., de Sales Silva, J. C. 2006. Árboles en Pastizales y su Influencia en la Producción de Pasto y Leche. Consultado: Nov 12/06. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P2-Souza.htm>.
- Toh, I., Gillespie, M., Lamb, D. 1999. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. Restoration Ecology 7(3): 288-297.
- Wells, M. 1992. Biodiversity conservation, affluence and poverty: mismatched costs and benefits and efforts to remedy them. AMBIO, 21(3): 237-243.

9. ANEXOS

Anexo 1. Variables utilizadas para la caracterización de los ganaderos de San Martín, Meta (Colombia).

Las variables de carácter personal fueron:

1) *Escolaridad*: se categorizó por medio de valores y se determinaron cuatro; 1 (primaria), 2 (secundaria), 3 (técnico), 4 (profesional).

2) *Actividad*: se determinaron tres categorías con sus respectivos valores: *i*) Total (1): aquellos ganaderos los cuales se dedican 100% a la finca; *ii*) Parcial (2), aquellos ganaderos que trabajan (empleados) y la ganadería es una actividad complementaria a sus ingresos; y *iii*) Alternativa (3), aquellos ganaderos los cuales tienen como actividad principal otro negocio (principalmente comerciantes) y la ganadería es una actividad complementaria a menor escala.

3) *Acceso a crédito*: se definieron tres categorías; aquellos que no tienen acceso a crédito (1), los que tienen acceso a crédito informal o familiar (2) y aquellos que tienen acceso a crédito bancario (3).

4) *Disponibilidad de inversión*: se determinaron dos categorías; quienes sí están dispuestos a invertir (1), y quienes no están dispuestos a invertir (2).

Las variables de producción y manejo de la finca fueron:

1) *Tamaño de finca (ha)*: Cantidad de tierra

2) *Hato ganadero*: Número de cabezas de ganado

3) *Áreas de bosque (ha)*: se preguntó si tenía bosque en su finca y cuánto aproximadamente en hectáreas.

4) *Mano de obra*: se estimó a partir del número de empleados de las fincas y se categorizó en tres grupos; (1) familiar, (2) contratada y familiar y (3) permanente y contratada. Además se analizó, el número de empleados que tenían en cada finca, en dos grupos: *i*) empleados permanentes y *ii*) empleados temporales.

5) *Infraestructura*: se definió a través de tres categorías: (1) poca, (2) media y (3) mucha.

6) *Tipo de ganadería*: se identificaron cuatro tipos de producción ganadera; *i*) doble propósito, *ii*) cría, *iii*) carne (ceba) y *iv*) leche.

Las variables de tipo categórico (preguntas abiertas) fueron:

1) *Conocimiento de sistemas silvopastoriles*: Sí, No.

- 2) *Experiencias con sistemas silvopastoriles*: Sí, No.
- 3) *Riesgos*: Sí, No, No sabe, No respondió.
- 4) *Toma de decisiones*: Personal, Familiar, Sociedad.

Anexo 2. Costos de establecimiento y manejo de árboles en potrero para 1 ha/año. San Martín, Meta (Colombia).

US\$ (ha) 2368.23	Año 1												
	Jornales/ha/año	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COSTOS DE ESTABLECIMIENTO													
<i>Recolección de semillas</i>													
Jornales ha/año	2	13.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Vivero</i>													
Establecimiento del vivero (jornales)	2	13.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Establecimiento del vivero (materiales)		0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento del vivero (jornales)	5	0.00	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento del vivero (insumos)		0.00	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	9	27.19	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO													
<i>Transplante de los árboles</i>													
Transporte, chapeo y plantación	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Protección (jornales)	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Protección (materiales)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limpieza de árboles		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
Insumos		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Subtotal	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.74	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52
GRAN TOTAL	14	27.19	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	93.74	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52

Continuación **Anexo 2.** Costos de establecimiento y manejo de árboles en potrero para 1 ha/año. San Martín, Meta (Colombia).

Año 2												Año 3												
Meses												Meses												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	81.073
1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	21.113
8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	102.186
8.52	410.461*																							

*El costo final se encuentra sin calcular el VPN y la tasa de descuento.

Anexo 3. Costos totales de establecimiento por año de cada sistema analizado.

Año 1

Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
A. potrero	27.19	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	93.74	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	206.09
Regeneración	73.47	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	147.79
<i>Brachiaria</i> sp.	380.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	380.00

Año 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	102.19
6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	81.07
25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	300.00

Año3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	102.19
6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	81.07
25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	300.00

Sistema	Año 0 (US\$)	Año 1 (US\$)	Año 2 (US\$)
Regeneración natural	147.79	81.07	81.07
Árboles en potrero	206.09	102.19	102.19
<i>Brachiaria</i> sp.	380.00	25.00	25.00

Sistema	VPN (US\$)
Regeneración natural	\$ 266.43
Árboles en potrero	\$ 353.99
<i>Brachiaria</i> sp.	\$ 388.97