

Caracterização de paisagens utilizando pequenos aviões em uma savana sul-americana

Marta Pereira da Silva ¹
Rodiney Mauro ¹
Dirk Thielen ²
Mario Campos ³
Guillermo Bianchi ⁴

¹ Embrapa Gado de Corte - CNPGC
Rodov. BR 262, C.P. 154,
79002-970 - Campo Grande, MS, Brasil
{martha, rodiney} @cnpqc.embrapa.br

² Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas – IVIC
Carretera Panamericana, Km 11,
San Antonio de los Altos - Miranda, Venezuela
dthielen@ivic.ve

³ Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biologia.
Cidade Universitária Prof. Aloísio de Campos - São Cristóvão
49100-000 - Aracaju, SE, Brasil
mjcsanto@ufs.br

⁴ Universidad de Los Andes,
Facultad de Ciencias
La Hechicera – Mérida, Venezuela
bianchi@ciens.ula.ve

Resumo. Entre os métodos mais utilizados para mapear vegetação temos as imagens de satélites. Propomos aqui uma alternativa para o uso de levantamentos aéreos. Realizamos um experimento nos Lhanos inundáveis da Venezuela, em 1997, em uma área de 54.000 km². Para a realização do mesmo utilizamos um avião Cessna 206, voando a 60 m do solo, a uma velocidade de 200 km/h. Na área de estudos foram estabelecidos transectos espaçados entre si por 6' geográficos (~11 km), no sentido leste-oeste, e amostrados, sistematicamente. Foram identificados 11 tipos de fitofisionomia nos Lhanos Inundáveis. As modificações sugeridas têm o propósito de utilizar o levantamento aéreo não somente como forma obtenção de índices populacionais de vertebrados, mas também servir como uma ferramenta para a caracterização “in loco” da vegetação, monitoramento ambiental, e associação dessas informações com a contagem de animais. A metodologia aqui testada mostrou-se factível e confiável, sendo uma opção rápida e de baixo custo para áreas extensas.

Palavras-chave: monitoramento, levantamento aéreo, áreas úmidas, savanas.

Abstract. We consider here an alternative for the use of aerial surveys. We carry out an experiment in the Llanos (wetland) Venezuela, in 1997, in an area of 54.000 km². We use airplane Cessna 206, flying the 60 m of the ground, a speed of 200 km/h. In the area of studies they had been established transects spaced 6 ' geographic (~11 km), in the direction east-west, and observed systematically. Eleven types of phytophysiognomy in the Llanos had been identified. The suggested modifications have the intention to use the aerial survey as a tool for the characterization of the vegetation, environmental management, and association of this information with the counting of vertebrate animals. The methodology tested here revealed feasible and trustworthy, being an option of low cost for extensive areas.

Key-words: monitoring, aerial survey, wetland, savannahs.

1. Introdução

Savanas tropicais formam um dos mais extensos biomas do mundo cobrindo 33,4 milhões de km². O bioma savana é diverso incluindo formações que variam desde campos tropicais abertos até áreas mais florestadas com considerável variação na composição de espécies de plantas, biomassa e produtividade primária líquida (House & Hall, 2001).

As savanas são biomas típicos da zona tropical. Encontra-se em extensas regiões da África, Índia, Sudeste Asiático e Austrália Setentrional. São paisagens nas quais predomina a vegetação herbácea, porém existem árvores e/ou arbustos dispersos. Desenvolve-se em regiões de alta temperatura, que tem marcada diferença entre as estações seca e úmida.

Na América do Sul o ecossistema campo natural ultrapassa os três milhões de quilômetros quadrados, ocupando a savana a maior parte deste ecossistema. Devido a expansão agropecuária estas savanas passam por uma transformação paisagística drástica.

A elaboração de mapeamentos da vegetação, impactos ambientais, etc., tem como ferramenta básica produtos de sensoriamento remoto (imagem de satélite e radar) e aerotransportados (fotografias aéreas ou imagens de radar). As imagens de satélite são as mais utilizadas para análises destes atributos por suas características multiespectrais, multitemporais e multiespaciais.

Técnicas de levantamento aéreo são geralmente utilizadas para monitoramento de populações de vertebrados de grande porte em grandes áreas (Caughley 1979, Caughley & Grice 1982, Mauro et al. 1995, Mourão 1997).

2. Objetivo

Neste trabalho a metodologia de levantamento aéreo foi utilizada para analisar a factibilidade de caracterização de fitofisionomias em uma savana sul-americana, especificamente nos lhanos venezuelanos, assim como quantificar as mesmas, e comparar com um estudo anterior de Ramia (1967).

3. Material e Métodos

Área de estudos

Os Lhanos venezuelanos são constituídos por extensas áreas de savanas naturais, que ocupam a maior parte da Bacia do Orinoco na Colômbia e Venezuela. Na Venezuela esta formação vegetal tem ao redor de 220.000 km². As savanas inundáveis compreendem a quarta parte deste ecossistema, ou seja, mais de 5 milhões de hectares.

Na Venezuela, o termo savana inundável, ou mal drenada, se contrapõe aquele de savanas altas bem drenadas, chamadas de *Trachypogon* por ser esta a espécie de gramínea dominante. As mal drenadas compreendem dois grandes tipos de savanas: as inundáveis ou savanas de

drenagem difícil, devido a solos pouco permeáveis e pouca inclinação (menos de 0,02%). São inundadas pelo represamento natural dos rios Apure e Orinoco, no período de chuvas (junho - julho). Estas áreas são chamadas por Ramia (1967), de “Savanas de Banco, Bajío e Estero”. As savanas inundáveis se distinguem pela dupla condição edáfica e de relevo que associadas a uma pluviometria muito abundante e estacional geram uma formação típica de gramínetum com ausência do estrato lenhoso (González-Jiménez e Escobar, 1973). As áreas mais representativas dos Lhanos inundáveis se encontram no Estado Apure. Está localizado entre os paralelos 06°03'45'', 08°04'22'' N e 66°21'45'', 72°22'30'' W.

Método de coleta de dados. Utilizamos a metodologia de levantamento aéreo. Avião com asa alta, podendo ser de 4 ou seis lugares (Figura 1a). Os vôos nos Lhanos foram realizados utilizando uma aeronave Cessna 206, com velocidade e altura padrão de 200 km/h e 60 m, respectivamente (Figura 1c). Fez-se o uso do GPS (Global Position System), no planejamento e realização dos vôos, assim como mapas atualizados da região de estudos. Foram fixadas varetas nos suportes das asas do avião delimitando uma área de 200 m no solo para as contagens (Figura d). Em nossos estudos utilizamos um piloto, um navegador, três observadores de animais e um observador de variáveis ambientais.

O método de registro de variáveis ambientais consiste em anotar a cada intervalo de 36 segundos geográficos, aproximadamente 1 km, o habitat situado imediatamente abaixo da aeronave, perfazendo um total de 10 registros por pixel (Figura 1b). Um pixel é um quadrado de 6'x6' minutos geográficos, que equivale aproximadamente a uma área de 100 km².

Nos Lhanos Inundáveis do Estado Apure, utilizamos 15 transectos sistematicamente distribuídos, entre os rios Apure ao norte e Cinaruco ao sul e rio Orinoco a leste e o paralelo 70° 6' a oeste. A distância entre transectos foi de 6' (seis minutos) de latitude, que compreende 11,125 km.

Divisões

Nos Lhanos utilizamos a divisão ou classificação denominada florística-fisionômica, baseada em Ramia (1967). No Estado Apure temos quatro tipos de savanas que segundo o autor, a vegetação responde a variações na textura dos solos, topografia, drenagem, quantidade e distribuição da precipitação de chuvas, ação do fogo, dos animais e do homem. Neste sentido, este autor separa as savanas em:

a) Tipo 1. Savanas de banco, bajío e esteros: possuem diferentes níveis de inundações. Os bancos são sítios altos que não são cobertos de água durante os meses chuvosos. Os bancos são formações de origem aluvial, estreitos, longos e altos. Os bajíos são os sítios são encharcados ou inundados com uma pequena lâmina de água. Os esteros são ambientes que inundam muito nos meses de chuva.

b) Tipo 2. Mistura savana-bosque: no Estado Apure esta paisagem se refere a mistura entre savanas de banco-bajío-estero e de *Trachypogon* com áreas florestadas. As árvores que apresentam maiores conspicuidades são o samán (*Albizia saman* (Jacq.) F. v. M.) e o carocaró (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.)) árvores que alcançam de 30 e 40 metros de altura.

c) Tipo 3. Savanas de *Paspalum fasciculatum*: caracterizam-se por possuir grande abundância de gamelote (*P. fasciculatum*), alto nível de inundações e topografia plana.

d) Tipo 4. Savanas de *Trachypogon* spp.: caracterizadas pela dominância do gênero que lhe dá o nome. Apresenta uma vegetação graminosa um pouco rala, mas de aspecto fechado na temporada de chuva, com ervas em touceiras e de porte médio de 50 a 100 centímetros de altura. Dentro deste tipo de savana de *Trachypogon* se encontram as savanas de dunas (médanos em espanhol), situadas entre os rios Cunaviche e Cinaruco, no Estado Apure. Possuem uma topografia suavemente ondulada, sobressaindo algumas dunas com até 40

metros de altura. As partes baixas são inundáveis e estão cobertas por gramíneas, principalmente por paja carretera (*Paratheria prostrata*).

4. Resultados e Discussão

Levando em consideração a classificação florística-fisionômica, baseada em Ramia (1967), a análise comparativa se baseou na frequência dos tipos de habitat em cada uma das divisões, resultantes para cada classificação. Usamos ANOVA com medidas repetidas na qual as divisões dos diversos autores são as colunas e as variáveis (tipo de hábitat) compõem as linhas.

Esta análise compara a média de três ou mais grupos de variáveis emparelhados. A hipótese nula é que a média de todas as colunas é igual. A análise de medidas repetidas da one-way ANOVA é o mesmo que two-way ANOVA sem réplicas. Esta análise também pode ser chamada de ANOVA com blocos aleatórios. Estes testes assumem que os dados são amostrados aleatoriamente dentro de uma grande população, ou pelo menos que seja representativa dessa mesma população, no qual os dados de cada linha são medidas repetidas do mesmo objeto. Neste trabalho são as 21 variáveis de tipos de habitat (Tabela 1). Adicionalmente, o teste assume que os valores de cada linha foram obtidos independentemente de outros, e que os dados foram amostrados de populações que seguem uma distribuição gaussiana.

Um desenho experimental com medidas repetidas pode ser muito poderoso, como controle dos fatores que causam variabilidade entre objetos, que aqui são as divisões ou tipos. Se o emparelhamento é efetivo, o teste de medidas repetidas pode produzir um P menor que na ANOVA usual. Usando a terminologia estatística, o teste de medidas repetidas é mais poderoso porque ele distingue entre a variabilidade do objeto (entre linhas = tipos de hábitat) da variabilidade dentro do objeto (entre colunas = divisões ou tipos). Se o emparelhamento não é efetivo, entretanto, o teste de medidas repetidas pode ser menos poderoso, porque este tem menos graus de liberdade. Se o emparelhamento é efetivo esperaríamos encontrar variação significativa entre as médias das colunas. Usando a tabela de ANOVA para o valor de P se testa a hipótese nula na qual as médias da população das linhas são todas iguais. Se estas produzem um valor baixo de P, conclui-se que o emparelhamento é efetivo. Se o valor de P é grande, conclui-se que o emparelhamento não é efetivo (ou não necessariamente).

Os quatro tipos de savanas da classificação de Ramia (1967) na área de estudo possuem os seguintes tamanhos: Tipo 1 (banco-bajío-estero) = 17.203,47 km² ; Tipo 2 (mistura savana – bosque) = 6.435,83 km² ; Tipo 3 (savanas de *Paspalum fasciculatum*) = 9.529,98 km² e o Tipo 4 (savanas de *Trachypogon*) = 19.555,03 km². A análise estatística não mostrou diferenças significativas quanto a habitat entre os quatro tipos de savanas (F= 2,151; g. l. = 83; P= 0,1033). A frequência de hábitat está na Tabela 2.

Notamos que em linhas gerais as divisões baseadas em Ramia (1967) (separação florística e fisionômica) seguiram um certo critério. Houve um predomínio de bajío (BAJ) com 54,75% nas savanas de banco, bajío e esteros. Na mistura savanas e bosques, há um alto porcentual de banco com bosques com claros de savana estacional (BOSSE = 29,81%). Esta divisão, mistura de savana e bosque, é atravessada pela estrada principal do Estado Apure, de Bruzual/Puerto Nutrias a San Fernando. A partir dessa estrada existe um processo de instalação de pequenas propriedades rurais, o que estimula o corte de bosques para a implantação de culturas e pastos. Acreditamos que este tipo de atividade tem mudado a paisagem característica desta divisão, desde a descrição dada por Ramia em 1967. Atualmente temos muitos menos bosques que nos anos 60, totalizando 35,58% da divisão. Nas savanas de *Paspalum fasciculatum* temos o bajío com 29,61%, e na savana de *Trachypogon* temos

também a predominância de bajío (41,33%). Esta última divisão, conforme a descrição do autor, inclui a área de savanas de médanos, situadas entre os rios Cunaviche e Cinaruco. Nestas existem bajíos entre os esteros pequenos e dunas (médanos) o que explica essa dominância. Os médanos são deposições arenosas do Pleistoceno superior, e os bajíos são deposições argilo-limosa (aluvial) do Holoceno inferior. Apesar das características gerais serem um pouco distintas entre divisões as mesmas não apresentaram diferenças estatísticas.

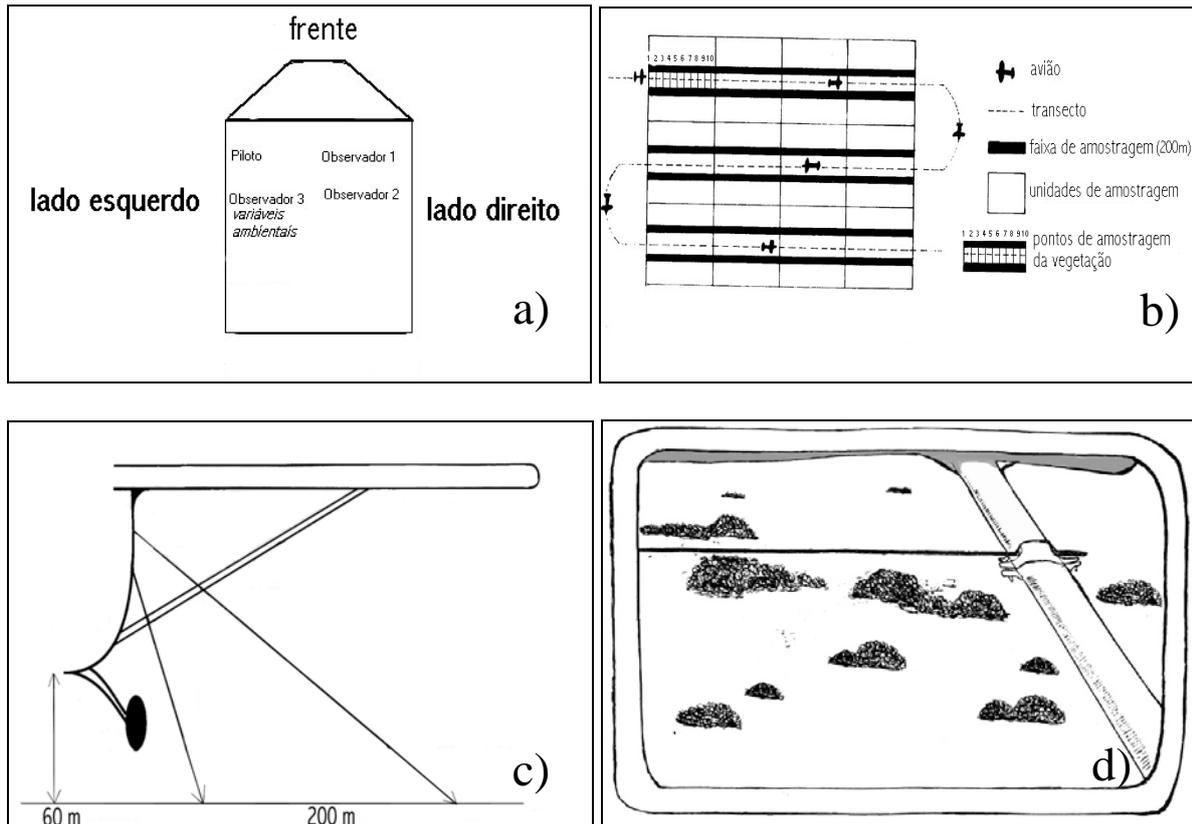


Figura 1. Explicação esquemática da metodologia de levantamento aéreo para caracterização da vegetação: a) posicionamento dos observadores no avião; b) transectos dentro das unidades, com as subdivisões para amostragem da vegetação; c) amostragem na faixa de 200m e altura de 60m, d) visão de observador 3 para amostragem da vegetação, baseado em Mauro (1999).

Tabela 1. Variáveis ambientais definidas na área de estudos, factíveis de detecção a partir de um avião a baixa altura nos Lhanos inundáveis, Apure, Venezuela.

Variáveis ambientais:

1. Banco com bosque ralo ou com campos agrícolas: áreas altas, que não são cobertas por água durante os meses chuvosos, de origem aluvial.
2. Banco com bosque de galeria: áreas altas com formações florestais nas orlas dos rios, lagoas e “canhos”, que são semelhantes a riachos.
3. Banco com bosque ralo com claros de savana estacional.
4. Banco com cultivos agrícolas anuais: áreas geralmente livres de inundações, onde se cultivam milhos, girassóis, etc.
5. Banco com savana estacional: áreas naturais utilizadas para a pecuária extensiva.
6. Bajío: savana hiper-estacional.
7. Estero (inundado): savana semi-estacional; são as partes mais baixas nas planícies constituindo cubetas de decantação que retêm água durante grande parte do ano.
8. Estero (no inundado): cubetas de decantação que se apresentaram secas durante a época do levantamento (época de seca).
9. Bosque aberto.
10. Morichal: com poucos elementos lenhosos em áreas dominadas pela palmeira moriche (*Mauritia flexuosa*).
11. Palmerais (“palmares”): áreas dominadas pela palmeira *Copernicia tectorum*.
12. Dunas fósseis (“médanos”): elevações de areia de até 40 metros, cobertas ou não por vegetação herbácea.
13. Canhos (caños): pequenos riachos ou braços de rios ou afluentes.
14. Lagunas: lagos e lagoas naturais.
15. Caixa de empréstimo (“préstamos”): sítios na orla das estradas onde se retirou terra para a construção dos mesmos, e que estão cheios de água.
16. Rios: importantes cursos de água.
17. Rochas: elevações pré-cambrianas de rochas existentes nos lhanos que estão mais próximos do Escudo da Guiana.

Variáveis antrópicas:

18. Estradas de terra.
 19. Estradas de asfalto.
 20. Sedes de fazendas (hatos) e/ou casas isoladas.
 21. Cidades ou povoados.
-

Tabela 2. Classificação florístico-fisionômica (Ramia, 1967), incluindo as frequências de aparição de cada hábitat por divisão, anotados a partir do levantamento aéreo na área de amostragem no Estado. Apure: 1. Banco com bosque ralo/campos agrícolas; 2. Banco com bosque de galeria; 3. Banco com bosque ralo com claros de savana estacional; 4. Banco com cultivo agrícola anual; 5. Banco com savana estacional; 6. Bajío; 7. Estero inundado; 8. Estero seco; 9. Bosque aberto; 10. Morichal (*Mauritia flexuosa*); 11. Palmares de *Copernicia tectorum*; 12. Dunas fósseis; 13. Caños; 14. Lagoas; 15. Caixa de empréstimo; 16. Rios; 17. Rochas; 18. Estradas de terra; 19. Estradas de asfalto; 20. Sedes de fazendas e/ou casas isoladas; 21. Cidades ou povoados.

No.	Variáveis de hábitat	Tipo 1 Banco-bajío- estero	Tipo 2 Mistura Savana -bosque	Tipo 3 Savanas de <i>P.</i> <i>fasciculatum</i>	Tipo 4 Savanas de <i>Trachypogon</i>
1	BAGRI	8	15	42	0
2	BAGAL	95	30	40	121
3	BOSSE	132	155	172	135
4	AGRANU	4	13	7	3
5	SABA	103	49	63	212
6	BAJ	761	107	228	653
7	ESTIN	36	19	11	2
8	ESTES	38	64	55	5
9	BABER	15	0	10	0
10	MORI	0	10	0	53
11	PALM	0	0	0	1
12	DUN	20	0	3	208
13	CAN	73	27	46	26
14	LAG	10	2	18	24
15	PRES	22	1	1	5
16	RIO	16	14	45	94
17	ROCA	0	0	0	3
18	CARR	26	3	2	4
19	CARRA	12	0	6	4
20	HAT	19	11	19	27
21	POB	0	0	2	0
	TOTAL	1.390	520	770	1.580
	AREA (%)	32,63	12,21	18,08	37,09

5. Conclusões

A planície lhaneira é uma região que apresenta uma grande diversidade de fauna e flora, registrada como Reserva da Biosfera. Esta região merece diversos tipos de monitoramento, até mesmo com a finalidade de avaliar os processos dinâmicos que atuam na alteração da paisagem, como queimadas, inundações, formações de pastagens, etc.

Esta metodologia foi testada em trabalhos realizados nos lhanos venezuelanos, obtendo-se bons resultados no estudo de caracterização, distribuição e quantificação da fitofisionomia da região.

A grande vantagem deste método é poder associar concomitantemente a vegetação com a ocorrência e abundância de fauna de grandes vertebrados, além de permitir avaliar as

alterações naturais (nível de inundação) e artificiais (desmatamento, queimada, sub e super pastejo) na vegetação, que pode explicar em parte o estado de conservação desta fauna.

A metodologia de levantamento aéreo para caracterização ambiental, avaliação de impacto ambiental e distribuição e quantificação da vegetação mostrou-se factível e confiável, sendo uma opção de baixo custo para áreas extensas, sendo uma metodologia de fácil adoção.

6. Referências

- Caughley, G. Sampling techniques for aerial censuses. pp. 15-23. In: Aerial surveys of fauna populations. Australian National Parks and Wildlife Service, Canberra, Australia. 1979.
- Caughley, G.; Grice, D. 1982. A correction factor for counting emus from the air, and its application to counts in western Australia. Australian Wildlife Research, 9: 253-259.
- Escobar, A. y E. González-Jiménez (1973) "Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable, con referencia al Chigüire (H.h.) 1: Salida de Aguas "En Informe Proyecto CONICIT DF 030 S1. Mimeo 15 p.
- House, J.I. & Hall, D.O. (2001) Productivity of tropical savannas and grasslands. Terrestrial global productivity: past, present and future (ed. by H. Mooney, J. Roy and B. Saugier), pp. 363-400. Academic Press, San Diego, CA.
- Mauro, R. A. **Análisis ecológico de la distribución espacial de animales en los Llanos del Estado Apure.** Mérida: Universidad de Los Andes, 1999. Tese Doutorado.
- Mauro, R. A.; Mourão, G.M.; Silva, M.P.; Coutinho, M.E.; Tomás, W.M.; Magnusson, W. E. 1995. Influência do habitat na densidade e distribuição do cervo (*Blastocerus dichotomus*) durante a estação seca, no Pantanal Mato-Grossense. Revista Brasileira de Biologia, 5(4): 745 - 751.
- Mourão, G.M. **Uso de Levantamentos Aéreos para Estudo da Distribuição e Abundância de Grandes Vertebrados no Pantanal Mato-Grossense.** INPA/UFA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas), Manaus-AM. 1997. Tese de Doutorado.
- Ramía M. 1967. Tipos de sabanas en los llanos de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, 27:264-288.
- Ramía M. 1974. Plantas de las sabanas llaneras. Monte Ávila Ed., Caracas, Venezuela.
- Ramía M. 1993. Ecología de las sabanas del Estado Cojedes: Relaciones vegetación-suelo en sabanas secas. Fundacion La Salle de Ciencias Naturales, Serie Ciencia y Tecnologia No 4. Caracas.
- Silva, M.P.; Mauro, R.A.; Mourão, G.M.; Coutinho, M.E. Distribuição e quantificação da vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. Revista Brasileira de Botânica, 23 (2), p. 143-152. 2000.
- Silva, M.P; Mauro, R.A.; Mourão, G.M.; Coutinho, M. E. Conversion of forest and woodland to cultivated pastures the wetland of Brazil. Ecotropicos 12(2) 101-108. 1999.
- Vera, R. Actividades de investigación do CIAT do Programa Tierras Bajas Tropicales en as sabanas Neotropicales. pp. 261 - 267. In: Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina. Eds. G. Sarmiento & Cabido M., Cytel-Cielat. Mérida, Venezuela. 1996.