

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

ECOLOGIA DE *Atta insularis* Guérin (INSECTA: FORMICIDAE) EM UMA
PASTAGEM DE *Leucaena leucocephala* (FABACEA) E *Panicum maximum* (POACEAE)
EM SAN JOSÉ DE LAS LAJAS, CUBA.

MADELEN HERRERA PERDOMO

FLORIANÓPOLIS

MARÇO/2008

MADELEN HERRERA PERDOMO

ECOLOGIA DE *Atta insularis* Guérin (INSECTA: FORMICIDAE) EM UMA
PASTAGEM DE *Leucaena leucocephala* (FABACEA) E *Panicum maximum* (POACEAE)
EM SAN JOSÉ DE LAS LAJAS, CUBA.

Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do título de Mestre
em Agroecossistemas, Centro de
Ciências Agrárias, Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Prof. Dr^a Maria José Hötzel
Co-orientadores: Prof. Dr Cesar Assis Butignol
Prof. Dr Benedito Cortês Lopes
Prof. Dr^a Nurys Valenciaga Váldez

FLORIANÓPOLIS

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Herrera, Madelen Perdomo

Ecologia de *Atta insularis* Guérin (Insecta: Formicidae) em uma pastagem de *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) e *Panicum maximum* (Poaceae) em San José de las Lajas, Cuba./Madelen Herrera Perdomo – Florianópolis, 2008.

xvi, 110 f.:il., grafs.; tabs.

Orientador: Maria José Hötzel

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) –
Universidade Federal de Santa Catarina , Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia: f. 95-109

1. *Atta insularis*, 2. sistema silvipastoril, 3. *Leucaena leucocephala*, 4. *Panicum maximum*, 5. ecologia, 6. fatores climáticos, 7. sazonalidade.

TERMO DE APROVAÇÃO

MADELEN HERRERA PERDOMO

ECOLOGIA DE *Atta insularis* Guérin (INSECTA: FORMICIDADE) EM UMA PASTAGEM DE *Leucaena leucocephala* (FABACEAE) e *Panicum maximum* (POACEAE) EM SAN JOSE DE LAS LAJAS, CUBA.

Dissertação aprovada em/...../....., como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Santa Catarina.

Maria José Hötzel
Orientadora

Benedito Cortês Lopes
Co-Orientador (CCB-UFSC)

César Assis Butignol
Co-Orientador (CCA-UFSC)

Nurys Valenciaga Valdés
Co-Orientadora (ICA-CUBA)

Alfredo Celso Fantini
Coordenador do PGA

BANCA EXAMINADORA:

Marília Terezinha Sangoi Padilha
UFSC

Afonso Inácio Orth
UFSC

Benedito Cortês Lopes
UFSC

Sérgio Augusto F. de Quadros
UFSC

Florianópolis, 05 de Março de 2008

*"Yo para entender a los hombres,
estoy estudiando los insectos:
que no son tan malos como parecen,
y saben tanto como nosotros."*



José Martí

Dedico este trabalho

à minha avó,
só ela sabe quanto está presente...

à minha princesa Oly

à mami

ao grande Travieso

à Ernesto e

Lucia

Agradeço...

A **CUBA** e a minha REVOLUÇÃO que é também de qualquer latino-americano que precise dela.

Ao INSTITUTO DE CIÊNCIA ANIMAL e aos MEMBROS de meu departamento do ICA, pela ajuda, união, crítica e crescimento constante!

À minha principal GUIA científica e amiga Nurys Valenciaga Váldez, exemplo de humildade e sabedoria.

A meu melhor TUTOR no campo, Ciro Alejandro Mora, agradeço as reflexões e a companhia incondicional!

A meus ORIENTADORES Benedito Cortês Lopes e Cesar Assis Butignol. Agradeço o apoio e a aprendizagem, obrigada pelas horas dedicadas!.

Às AMIGAS que mais suportam as exigências e ordens, Yanay Gil León, Sayonara González Suárez, Daylenis González, Mariana Soares, Manuela Pereira e Taina Soraia Müller. Amiga é quem entrega tudo quando a gente mais precisa... Obrigada por tudo!

Aos COLABORADORES estatísticos Josefina de Calzadilla e Mario Varela Nualles, pela incansável ajuda e esclarecimento de milhões de dúvidas.

À FADA dos conselhos Maria Felicia Díaz, a responsável de meu desembarque no Brasil, ela acreditou!... achou importante conhecer esta terra grande... agora entendi!

Aos COLEGAS e PROFESSORES do mestrado, obrigada pelo conhecimento compartilhado e por suportar meu desespero em voltar para CUBA. Em especial, a Luis Renato D'Agostini por me ajudar a valorizar ainda mais a "pobreza" milionária de CUBA e seu povo.

Ao reitor Lúcio José Botelho e a Claudete Regina Ferreira, pela gentileza e ajuda na conclusão deste trabalho.

Por fim, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, à Universidade Federal de Santa Catarina e à CAPES pela bolsa concedida.

E a TODOS que colaboraram neste estudo das formigas cortadeiras.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.	viii
LISTA DE FIGURAS.	x
RESUMO.	xv
ABSTRACT.	xvi
INTRODUÇÃO.	1
I. REVISÃO DA LITERATURA.	4
I.1- Aspectos gerais da biologia das formigas cortadeiras.	4
I.1.1- Taxonomia.	4
I.1.2- Peculiaridades morfológicas e fisiológicas.	5
I.1.3- Ciclo de vida.	9
I.1.4- Alimentação.	10
I.2- Aspectos gerais da ecologia das formigas cortadeiras.	12
I.2.1- Distribuição geográfica.	12
I.2.2- Características da arquitetura dos ninhos.	13
I.2.3- Principais táticas de forrageio.	15
I.2.4- Plantas hospedeiras e danos.	19
I.3- Sistemas silvipastoris.	22
I.3.1- Generalidades.	22
I.3.2- Funções ecológicas.	24
II. MATERIAIS E MÉTODOS.	26
II.1- Área de estudo.	26
II.1.1- Localização geográfica.	26
II.1.2- Peculiaridades edáficas e climáticas.	29
II.2- Espécie em estudo.	32
II.3- Distribuição espacial dos ninhos.	33
II.3.1- Procedimento de amostragem.	33
II.3.2- Análise estatística.	33
II.4- Morfologia externa dos ninhos.	36
II.4.1- Procedimento de amostragem.	36
II.4.2- Análise estatística.	36
II.5- Plantas hospedeiras.	38
II.5.1- Procedimento de amostragem.	38
II.5.2- Análise estatística.	38
II.6- Estratégias de forrageio e limpeza dos ninhos.	38
II.6.1- Procedimento de amostragem.	38
II.6.2- Análise estatística.	40

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	42
III.1- Distribuição espacial dos ninhos de <i>Atta insularis</i>	42
III.1.1- Índices de dispersão.	42
III.1.2- Influência das plantas e do solo na dispersão dos ninhos.	43
III.2- Morfologia externa dos ninhos de <i>Atta insularis</i>	51
III.2.1- Características e dimensões dos ninhos.	51
III.2.2- Influência da estação e das variáveis climáticas na arquitetura externa.	55
III.2.3- Efeito da atividade de forrageio na arquitetura externa dos ninhos.	62
III.3- Plantas hospedeiras de <i>Atta insularis</i>	64
III.3.1- Espécies vegetais utilizadas pelas colônias.	64
III.3.2- Preferência pelas plantas hospedeiras.	71
III.4- Estratégias de limpeza e forrageio de <i>Atta insularis</i>	73
III.4.1- Características da atividade de limpeza.	73
III.4.2- Influência da estação do ano e das variáveis climáticas na limpeza.	75
III.4.3- Características da atividade de forrageio.	78
III.4.4- Influência da estação do ano e das variáveis climáticas no forrageio.	84
IV. CONCLUSÕES.	94
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	95
VI. ANEXOS.	110

LISTA DE TABELAS

TABELA I.1.	Posição sistemática das formigas cortadeiras de folhas.	4
TABELA I.2.	Países com maior ocorrência de espécies de formigas cultivadoras de fungo (adaptado de DELLA LUCIA, 2003).	12
TABELA II.1.	Atividades de forrageio e limpeza acompanhados nos 8 ninhos estudados no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	40
TABELA III.1.	Efeito do solo na agregação dos ninhos de <i>Atta insularis</i> e das plantas arbustivas no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	46
TABELA III.2.	Variações dos postos médios do número de ninhos de <i>Atta insularis</i> e das plantas arbustivas entre os piquetes do sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	49
TABELA III.3.	Correlação não paramétrica (Spearman) entre as medidas da morfologia externa dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	52
TABELA III.4.	Valores médios das variáveis de morfologia externa segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	53
TABELA III.5.	Influência da temperatura, umidade e precipitações na morfologia externa dos ninhos de <i>Atta insularis</i> segundo a correlação de Spearman, no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	60
TABELA III.6.	Espécies vegetais forrageadas pelas operárias de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	65

TABELA III.7.	Preferência das operárias de <i>Atta insularis</i> entre as plantas hospedeiras no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	71
TABELA III.8.	Correlação não paramétrica entre as medidas de limpeza dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	74
TABELA III.9.	Descrição da limpeza segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	75
TABELA III.10.	Influência da temperatura, umidade e precipitações nas variáveis de limpeza dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	76
TABELA III.11.	Correlação não paramétrica entre as medidas que descrevem a atividade de forrageio dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	79
TABELA III.12.	Descrição do forrageio segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	80
TABELA III.13.	Influência da temperatura, umidade e precipitações nas variáveis de forrageio dos ninhos de <i>Atta insularis</i> segundo a correlação de Spearman, no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	85

LISTA DE FIGURAS

FIGURA I.1.	Morfologia geral das formigas cortadeiras. A- <i>Acromyrmex</i> Mayr, B- <i>Atta</i> Fabricius; a- antena, e- espinhos e t-tubérculos (FERNÁNDEZ, 2003b).	5
FIGURA I.2.	Evidência do crescimento da bactéria <i>Streptomyces</i> na cutícula das operárias maiores de <i>Acromyrmex octospinosus</i> . A- presença de pequenas quantidades da bactéria na região ventral; B- presença da bactéria em toda a cobertura ventral do corpo (CURRIE <i>et al.</i> , 2003).	8
FIGURA I.3.	Ciclo de vida das formigas cortadeiras (<i>Acromyrmex</i> e <i>Atta</i>) (adaptado de ZANETTI, 2003). Fotos das rainhas e operárias de <i>Atta cephalotes</i> . A1- rainha com asas; A2- rainha sem asas; B1- operária maior (“soldado”); B2- operária (fotos adaptadas de http://en.wikipedia.org/wiki/Atta).	9
FIGURA I.4.	Estrutura de um ninho de <i>Atta sexdens</i> no Pará, Brasil (MOUTINHO <i>et al.</i> , 2003)	13
FIGURA I.5.	Variação dos padrões de exploração de <i>Atta cephalotes</i> a diferentes famílias de plantas no período pouco chuvoso e chuvoso, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil (adaptado de SALVADOR e SCHLINDWEIN, 2003).	16
FIGURA I.6.	Estimativa das médias da área de folhas disponíveis (A) e da taxa anual de colheita de folhas (B) das colônias de <i>Atta cephalotes</i> na borda (N=5) e no interior (N=4) da Mata Atlântica, Alagoas, Brasil (URBAS <i>et al.</i> , 2007).	17

FIGURA II.1.	Localização geográfica de Cuba e do Instituto de Ciência Animal (ICA, assinalado com seta).	26
FIGURA II.2.	Croquis da área de estudo. P L-C- piquetes de <i>Leucaena leucocephala</i> e <i>Panicum maximum</i> que foram amostrados; S FRh- área sombreada que simboliza o solo Nitossolo Vermelho Eutroférico (“Ferralítico Rojo hidratado” ou Ultisol).	27
FIGURA II.3.	Sistema silvipastoril <i>Leucaena leucocephala</i> e <i>Panicum maximum</i> . Instituto de Ciência Animal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.	28
FIGURA II.4.	Solos cubanos que representam, aproximadamente, os tipos de solo do sistema silvipastoril leucena-capim colônião. A- “Ferralítico Rojo típico” (Latosolo Vermelho Eutroférico). B- “Ferralítico Rojo hidratado” (Nitossolo Vermelho Eutroférico) (EMBRAPA, 1999; HERNÁNDEZ <i>et al.</i> 2006).	30
FIGURA II.5.	Precipitação acumulada e temperatura média mensal da região do ICA no período 1980- 2003. Dados obtidos na Estação Meteorológica do Instituto de Ciência Animal, San José de las Lajas, Habana, Cuba.	31
FIGURA II.6.	Representação dos três pares de espinhos no mesotorax e das cerdas presentes na cabeça, gáster e na totalidade do corpo. Operária de <i>Atta insularis</i> carregando uma formiga morta na serrapilheira do sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	32
FIGURA III.1.	Regressão entre a variância e a média segundo a função da potência de Taylor para a distribuição espacial dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	42

FIGURA III.2.	Análise fatorial por correspondência múltipla entre o tipo de solo, as plantas arbóreas e os ninhos de <i>Atta insularis</i> . N- ninhos, L- <i>Leucena leucocephala</i> , OP- outras plantas lenhosas e S- solo no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	44
FIGURA III.3.	Temperatura e umidade relativa médias ocorridas das 08:00-12:00h (nos dias de amostragem) e precipitações acumuladas durante o período de estudo no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	56
FIGURA III.4.	.. Efeito da época do ano nas dimensões dos montículos dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	57
FIGURA III.5.	Materiais que formavam parte da arquitetura externa dos ninhos de <i>Atta insularis</i> . A- materiais secos e sementes ao redor do olheiro central dos montículos no período pouco chuvoso. B- Sementes germinadas e solo nos montículos de <i>Atta insularis</i> no início da época chuvosa no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	58
FIGURA III.6.	Efeito da época do ano no número e comprimento das trilhas dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba. ..	59
FIGURA III.7.	Efeito da atividade de forrageio na altura e nos diâmetros dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	62
FIGURA III.8.	Número de olheiros e de trilhas em relação à atividade de forrageio dos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	63

FIGURA III.9.	Corte e transporte de diferentes estruturas de <i>Leucaena leucocephala</i> (leucena: Fabaceae) pela formiga <i>Atta insularis</i> . A- folíolo; B- fragmento de folha que inclui 10 folíolos; C- semente e D- corte de uma vagem imatura de leucena no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	66
FIGURA III.10.	Folhas de <i>Azadirachta indica</i> (nim: Meliaceae) cortadas por <i>Atta insularis</i> . A- Corte bem definido na folha; B- operária carregando um fragmento de folha sobre um ramo derrubado de leucena em trilha no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba...	68
FIGURA III.11.	Plantas hospedeiras de <i>Atta insularis</i> . A- folhas e flor de <i>Teramnus labialis</i> ; B- <i>Hydrocleis nymphoides</i> , C- <i>Spathodea campanulata</i> , c1- sinal do corte das operárias na cortiça do caule da planta no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	70
FIGURA III.12.	Número de formigas que removiam solo e capim colônião (<i>Panicum maximum</i>) nos períodos do ano no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	77
FIGURA III.13.	Efeito do período do ano nos tipos materiais de limpeza e o número total de formigas que fizeram limpeza nos ninhos no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	78
FIGURA III.14.	Influência do período do ano no número de formigas que forrageiam diferentes tipos de plantas hospedeiras: Leucaena- <i>Leucaena leucocephala</i> ; teramnus- <i>Teramnus labialis</i> ; nim- <i>Azadirachta indica</i> ; flamboyant- <i>Delonix regia</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	86

FIGURA III.15.	Número de formigas que forrageiam diferentes materiais da planta <i>Leucaena leucocephala</i> em relação ao período do ano no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	87
FIGURA III.16.	Efeito do período do ano nos tipos de materiais de forrageio e o número total de formigas que forrageavam no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	88
FIGURA III.17.	Número de formigas que realizavam atividade de forrageio com e sem carga visível, durante 34 semanas no horário da manhã, nos ninhos de <i>Atta insularis</i> no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.	92

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo aprofundar no estudo da ecologia da formiga cortadeira *Atta insularis* em uma pastagem de *Leucaena leucocephala* e *Panicum maximum*. Para isto, foi verificada a densidade, distribuição espacial e morfologia externa dos ninhos, as plantas hospedeiras, as estratégias de limpeza e forrageio e o efeito dos fatores climáticos e a sazonalidade nestas atividades. O estudo foi desenvolvido em um sistema silvipastoril de uma unidade de produção leiteira do Instituto de Ciência Animal no município San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Na área de estudo havia dois tipos de solo: o Latossolo Vermelho Eutroférico e o Nitossolo Vermelho Eutroférico. As amostragens foram feitas semanalmente entre os meses de janeiro a novembro de 2007. Para conhecer a distribuição dos ninhos foram utilizados os índices de dispersão variância/média e a lei da potência de Taylor. Os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Friedman foram empregados para verificar a influência do solo e das plantas na distribuição dos ninhos. Também foi utilizada a correlação de Spearman e as análises multivariadas de correspondência múltipla, de conglomerados e de discriminante para avaliar o efeito dos fatores climáticos e das variáveis qualitativas nas atividades de *Atta insularis*. A distribuição espacial dos ninhos foi de tipo agregada com 99 ninhos.ha⁻¹. A maior ocorrência de ninhos (125 ninhos/ha), de plantas de *Leucaena leucocephala* (679 plantas.ha⁻¹) e de outras plantas lenhosas (22 plantas.ha⁻¹) foi observada no solo Nitossolo Vermelho Eutroférico. A altura, os diâmetros, o número de olheiros e de trilhas dos montículos, apresentaram, na maioria dos casos, correlações significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) positivas, entre si e, negativas, com as variáveis climáticas, sendo a umidade relativa e as precipitações acontecidas antes das amostragens os fatores que mais influenciaram nestas medidas. Assim, o período pouco chuvoso e a realização da atividade de forrageio favoreceram o incremento das dimensões dos montículos. As cortadeiras coletaram 7 espécies de plantas e utilizaram mais ($p < 0,001$) os folíolos de *Leucaena leucocephala* e os materiais secos de diferentes plantas, em especial de *Panicum maximum*. A limpeza total não teve diferenças entre os períodos do ano, no entanto, a realocação de solo foi maior ($p < 0,01$) no período chuvoso. A atividade de forrageio teve correlações significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) positivas entre quase todas as medidas e negativas com os fatores climáticos. A intensidade de forrageio de *Leucaena leucocephala*, de seus folíolos e o forrageio total foi mais intenso no período pouco chuvoso, as variáveis climáticas que mais influenciaram nesta atividade foram a umidade relativa e a temperatura. Conclui-se que os ninhos de *Atta insularis* tiveram uma distribuição espacial de tipo agregada. O solo Nitossolo Vermelho Eutroférico teve o maior número de ninhos. A umidade relativa foi o fator climático que mais influenciou na morfologia externa e nas atividades de limpeza e forrageio. No período pouco chuvoso, os montículos foram maiores e o forrageio mais intenso no sistema silvipastoril estudado.

PALAVRAS-CHAVE: *Atta insularis*, sistemas silvipastoris, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*, ecologia, fatores climáticos, sazonalidade.

ABSTRACT

This work's purpose was to deepen understanding of the ecology of the leaf-cutting ant *Atta insularis* in pastures of *Leucaena leucocephala* and *Panicum maximum*. To accomplish this goal, density, spatial distribution and external morphology from the nests; host plants; cleaning and foraging strategies; and effects from climatic factors and the seasons in these activities were verified. This study was developed in a silvopastoral system in a dairy production unit, found in the Institute of Animal Science in the municipality of San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Two types of soil were present in the study area: Oxisol and Ultisol. The samplings were made weekly from January to November of 2007. Dispersion indexes variance/average and Taylor's power law were used to know the distribution of the nests. Man-Whitney and Friedman non parametric tests were used to verify the influence of the soil and plants in the nests' distribution. Spearman's correlation and multivariate analysis multiple correspondence, cluster and discriminant analysis were also used to evaluate the effect of the climatic factors and of the qualitative variables on of the activities of *Atta insularis*. The nests' spatial distribution was of aggregated type with 99 nests.ha⁻¹. The larger occurrence of the nests (125 nests.ha⁻¹), of plants of *Leucaena leucocephala* (679 plants.ha⁻¹) and other bush plants (22 plants.ha⁻¹) was observed in the ultisol soil. The height, diameters, number of orifices and mounds' trails presented, in most of the cases, significant correlations ($p < 0,01$ and $p < 0,05$) positive, among oneself and, negatives, with the climatic variables, being the relative humidity and the precipitations previous to the samplings was the factor that most greatly influenced these measurements. The less rainy period and the foraging activity favored the increase of the mounds' dimensions. The leaf-cutting ants collected 7 species of the plants and they used more ($p < 0,001$) of the leaflets of *Leucaena leucocephala* and different plants' dry materials, especially of *Panicum maximum*. The total cleaning had no difference according to the periods of the year, however, soil movement was greater ($p < 0,01$) in the rainy period. The foraging activity had significant correlations ($p < 0,01$ and $p < 0,05$) positive among almost all the measures and negatives with the climatic factors. The intensity of foraging of *Leucaena leucocephala*, of their leaflets and total foraging was greater in the less rainy period. The climatic variables that most influenced in this activity were the relative humidity and the temperature. The study concludes that the nests of *Atta insularis* had a spatial distribution of aggregated type. The soil ultisol had the largest number of nests. The relative humidity was the climatic factor that influenced more on the external morphology and in the cleaning and foraging activities. In the less rainy period, the mounds were larger and foraging more intense in the silvopastoral system studied.

KEY WORDS: *Atta insularis*, silvopastoral system, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*, ecology, climatic factors and seasonality.

I. INTRODUÇÃO

Na América Central, aproximadamente 38% da área total, isto é, 94.10⁶ha está coberto por pastos. O uso intensivo da terra em sistemas de pastoreio aumentou durante as últimas décadas (STEINFELD, 2000). Em Cuba, as regiões florestais diminuíram de 90% em 1942 a 16% em 1959 e, pelas ações de reflorestamento, as florestas aumentaram para 23% em 2003. As áreas desprovidas de florestas foram utilizadas para agricultura e a bovinocultura (HERNÁNDEZ *et al.*, 1986). Na atualidade, existem mais de 2,2.10⁶ha (33%) de pastagens (CUBA, 2003).

Nesta região, as pastagens, na sua maioria, têm poucas associações e predomínio da família Poaceae. Estas áreas, resultantes da fragmentação das florestas, apresentam condições que facilitam o estabelecimento e a proliferação de múltiplos organismos que podem chegar a ser nocivos à produção agrícola e pecuária intensiva (BALLARI e FARJI-BRENER, 2006).

Entre estes organismos, as formigas cortadeiras (Formicidae: Myrmicinae: Attini) têm marcada relevância por sua abundância, distribuição e diversidade (FERNÁNDEZ, 2003a). Dentro da tribo Attini, os gêneros *Acromyrmex* e *Atta* causam as maiores perdas econômicas (DELLA-LUCIA, 2003).

Segundo os estudos de Fowler *et al.* (1986), no Brasil e Paraguai, *Atta capiguara* e *Acromyrmex landolti* podem consumir até 11.497 e 8.775kg de pastos/ha/ano, respectivamente. Estes autores estimam que estes prejuízos podem reduzir em até 30% a carga animal nas pastagens.

Nos sistemas silvipastoris, em especial os que incorporam a leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* pode haver altas taxas de consumo por parte das cortadeiras. Estas Attini podem desfolhar plantas completas durante o estabelecimento desta árvore (BARRIENTOS, 1986).

No entanto, Della-Lucia (2003) aponta que o conhecimento sobre a magnitude dos danos, taxonomia, biologia e ecologia das cortadeiras é ainda insuficiente para garantir melhores táticas de manejo.

Em Cuba, segundo o Centro Nacional de Biodiversidade, até o momento, foram identificadas três espécies de cortadeiras: *Acromyrmex octospinosus*, *Atta cubana* e *Atta insularis* (CUBA, 2007). As principais pesquisas com estas cortadeiras envolvem a taxonomia, a distribuição das espécies no país, a descrição morfológica das castas (BRUNER e VÁLDES, 1949; ZAYAS, 1981; FONTENLA, 1995) e as plantas agrícolas danificadas (HOH e ROCHE, 1975; SUÁREZ *et al.*, 1991). Também têm sido avaliada a utilização de produtos químicos (MENDOZA e GÓMEZ, 1985), de plantas repelentes e de agentes biológicos (TRUJILLO *et al.*, 2002 ; FEBLES *et al.*, 2002; PÉREZ *et al.*, 2002; SÁNCHEZ *et al.*, 2003), entre outros métodos que constituem técnicas de controle no manejo integrado de pragas. Neste sentido, são escassas as pesquisas que estudam a ecologia das formigas cortadeiras, valorizando suas funções ecológicas, para o desenvolvimento de estratégias de manejo ecológico nos agroecossistemas de pastagens.

Segundo estes antecedentes foi levantada como **HIPÓTESE** de trabalho que: a distribuição espacial, a morfologia externa dos ninhos e os padrões de forrageio de *Atta insularis* estão influenciados pelo clima, o tipo de solo e as plantas no sistema silvipastoril *Leucaena leucocephala* e *Panicum maximum*.

Para confirmar esta hipótese foi proposto como **OBJETIVO GERAL** aprofundar nos estudos sobre a ecologia e demografia de *Atta insularis* em um sistema silvipastoril *Leucaena leucocephala* e *Panicum maximum* como ferramenta básica para o manejo ecológico do inseto em agroecossistemas de pastagens.

Os **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** foram os seguintes:

- Determinar a distribuição espacial e a densidade de ninhos de *Atta insularis* em um sistema silvipastoril leucena-capim colonião.
- Verificar a morfologia e as características externas dos ninhos.
- Identificar as plantas hospedeiras de *Atta insularis* neste sistema.
- Determinar a influência dos fatores climáticos e a sazonalidade nas atividades de *Atta insularis* no sistema silvipastoril.
- Avaliar as estratégias de forrageio de *Atta insularis* no agroecossistema em estudo.

I. REVISÃO DA LITERATURA.

I. 1- Aspectos gerais da biologia das formigas cortadeiras.

I. 1.1- *Taxonomia*.

As formigas cortadeiras de folhas ou cultivadoras de fungo pertencem à subfamília Myrmicinae e à tribo Attini (tabela I.1) (FERNÁNDEZ, 2007).

TABELA I. 1. Posição sistemática das formigas cortadeiras de folhas.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordem	Hymenoptera
Família	Formicidae
Subfamília	Myrmicinae
Tribo	Attini
Gêneros	<i>Acromyrmex</i> Mayr, 1865
	<i>Atta</i> Fabricius, 1804
	<i>Trachymyrmex</i> Forel, 1893

Em Cuba, foram identificadas três espécies de cortadeiras: *Atta insularis* Guérin, 1844 (GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1844), *Atta cubana* Fontenla, 1995 (FONTENLA, 1995) e *Acromyrmex octospinosus* Reich, 1793 (REICH, 1793). Esta última é referida para Cuba, apenas na sua subespécie *Acromyrmex octospinosus cubanus* Wheeler (WHEELER, 1937).

I. 1.2- *Peculiaridades morfológicas e fisiológicas.*

Estas cortadeiras têm espinhos e antenas compridas (Figura I.1), não terminadas em clava (ZAYAS, 1981; FERNÁNDEZ, 2003b). As espécies dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, além da cor, diferem morfológicamente no número dos espinhos na região dorsal do tórax (mesosoma). *Atta* geralmente apresenta cor preta e seis espinhos, enquanto que, *Acromyrmex* geralmente tem cor avermelhada ou marrom e oito espinhos no dorso do tórax (MENDOZA e GÓMEZ, 1985). Além disso, *Acromyrmex* apresenta pequenos tubérculos no primeiro segmento do gáster (abdômen), enquanto que *Atta* não têm projeções nesta região (FERNÁNDEZ, 2003b).

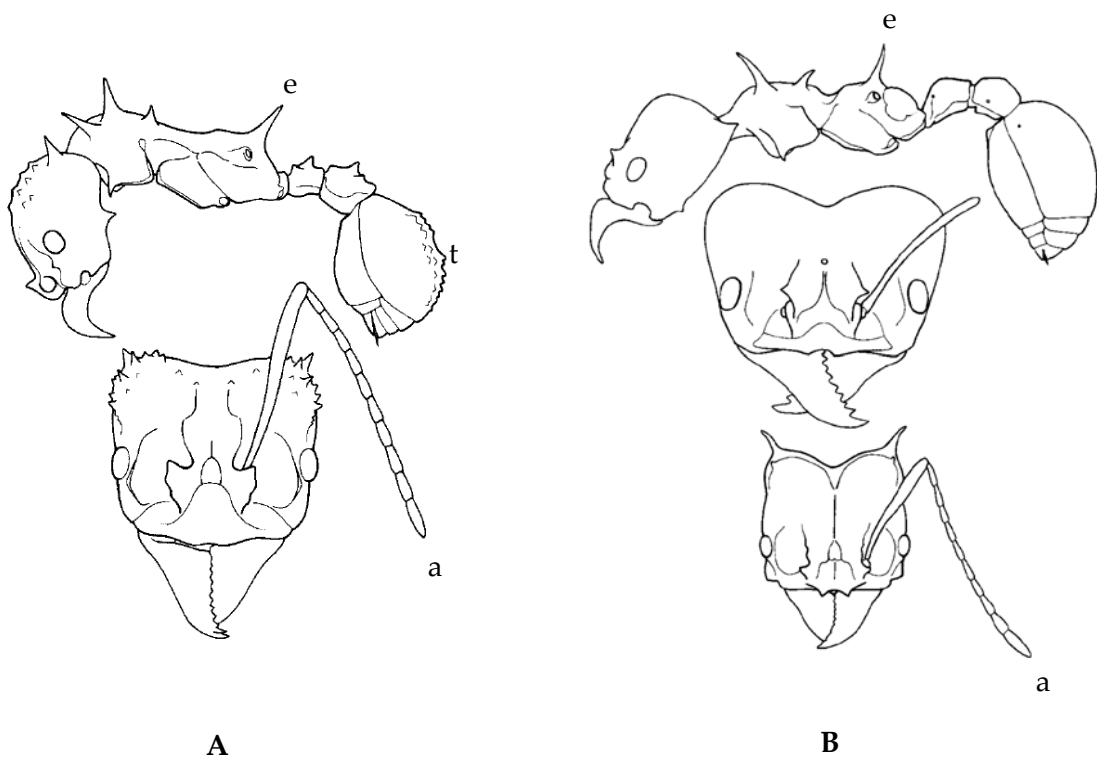


Figura I.1. Morfologia geral das formigas cortadeiras. A- *Acromyrmex* Mayr, B- *Atta* Fabricius; a- antena, e- espinhos e t- tubérculos (FERNÁNDEZ, 2003b).

Outra característica destes gêneros é o polimorfismo, principalmente em *Atta*, com a presença de indivíduos com tamanhos diferentes, relacionados a funções também diferenciadas (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990).

Estas formigas, igualmente a outros insetos sociais, como os cupins, algumas vespas e abelhas, têm suas colônias bem estruturadas e organizadas. As formigas cortadeiras apresentam machos (apenas na época reprodutiva), rainha e operárias, com diversas funções dentro da colônia. Assim, pode-se ter operárias que cortam as folhas, operárias que carregam as folhas, operárias que cuidam do jardim de fungo e/ou das formas jovens e até operárias especializadas em defesa (“soldados”, apenas no gênero *Atta*) (WILSON, 1980; RIBEIRO *et al.*, 2003).

Em relação à fisiologia, uma das características que separa os insetos da família Formicidae de outros grupos de Hymenoptera é a presença da glândula metapleurar, que é referida como a sinapomorfia de Formicidae (FERNÁNDEZ e PALACIO, 2003). A função principal da glândula metapleurar é a produção de compostos com propriedades antibióticas. Isto tem grande relevância, especialmente para as formigas cortadeiras que necessitam de condições de assepsia, para manter o jardim de fungo livre de organismos patogênicos (BOT *et al.*, 2001). Esta glândula exócrina, em *Acromyrmex octospinosus*, pode secretar até mais de 20 substâncias antifúngicas e antibacterianas (POULSEN *et al.*, 2002).

Outra glândula que tem importantes funções para as cortadeiras é a glândula mandibular. Esta glândula produz feromônios de alarme, que advertem nos momentos de perigo ou agressão e, também servem, para o reconhecimento de membros da colônia (HUGHES *et al.*, 2001).

As secreções que produzem estas glândulas também podem inibir a proliferação dos microorganismos contaminantes. Neste sentido, Marsaro *et al.* (2001) observaram que os compostos liberados pelas glândulas mandibulares de *Atta sexdens rubropilosa* evitam a germinação dos conídios do fungo fitopatogênico *Botrytis cinerea*. Para a mesma espécie de cortadeira, Pavon e Camargo (2006) confirmaram que os conteúdos desta glândula podem agir como agentes bactericidas e fungicidas.

Além destas glândulas, as formigas cortadeiras têm outros mecanismos adicionais para facilitar a depuração dos materiais vegetais e a limpeza de seus recintos, impedindo assim, a infestação de seus jardins de fungo. Um destes mecanismos, recentemente descoberto é a associação com bactérias.

Nas panelas de fungo de *Acromyrmex octospinosus* e *Atta colombica*, Currie *et al.* (1999a) observaram uma forte colonização do fungo parasita do gênero *Escovopsis*. Este fungo se alimenta dos nutrientes dos micélios do fungo cultivado pelas cortadeiras, é altamente virulento e encontra-se naturalmente nos jardins de fungo. No entanto, estas infestações podem ser controladas com a ajuda das bactérias filamentosas, que estão associadas às operárias (CURRIE *et al.*, 1999b; KOST *et al.*, 2007).

Segundo estes autores, as bactérias (Actinomycetes: *Streptomyces*) produzem compostos que têm forte ação contra fungos e bactérias e relatam que as bactérias simbiontes se alojam no tegumento das formigas (Figura I.2), em uma estrutura que parece ter sido modificada para a manutenção e crescimento das *Streptomyces*. Sendo assim, a bactéria é considerada um terceiro mutualista na simbiose entre as cortadeiras e o fungo (CURRIE *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2007).

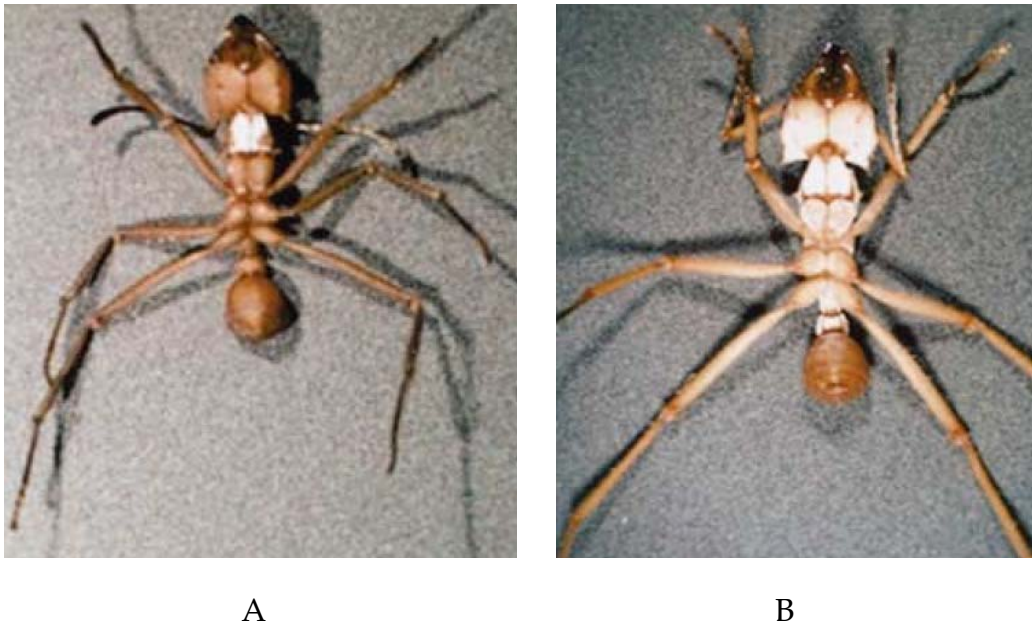


Figura I.2. Evidência do crescimento da bactéria *Streptomyces* na cutícula das operárias maiores de *Acromyrmex octospinosus*. A- presença de pequenas quantidades da bactéria na região ventral; B- presença da bactéria em toda a cobertura ventral do corpo (CURRIE *et al.*, 2003).

I. 1.3- *Ciclo de vida.*

As Attini, como todos os insetos da ordem Hymenoptera, têm metamorfose completa. Por isto, passam pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto (Figura I.3). Em relação à longevidade, Bueno *et al.* (1997) observaram, em condições de laboratório, que as operárias de *Atta sexdens* podem viver até 28-30 dias, com média de 13 dias. A rainha pode durar até 15 anos, enquanto que o macho morre logo após a cópula (AUTUORI, 1950).

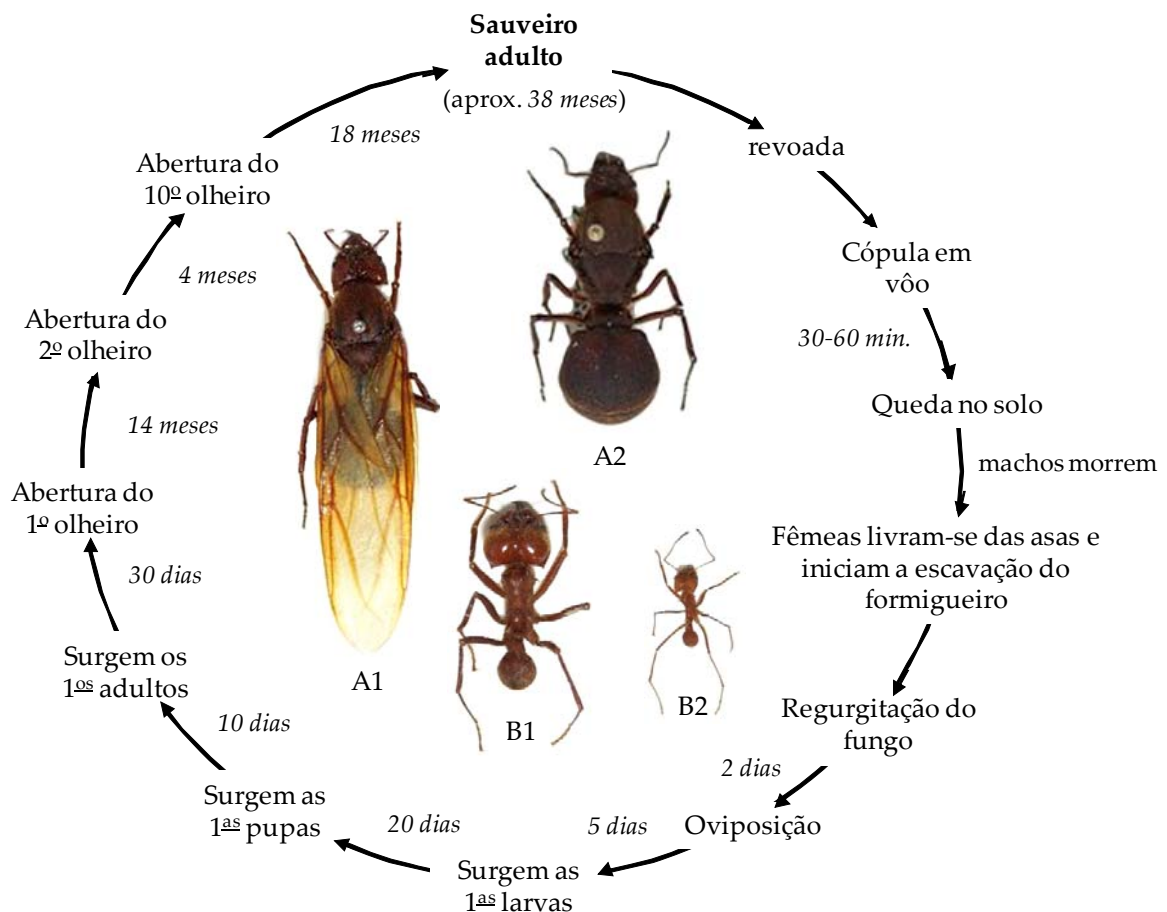


FIGURA I.3. Ciclo de vida das formigas cortadeiras (*Acromyrmex* e *Atta*) (adaptado de ZANETTI, 2003). Fotos das rainhas e operárias de *Atta cephalotes*. A1- rainha com asas; A2- rainha sem asas; B1- operária maior (“soldado”); B2- operária (fotos adaptadas de <http://en.wikipedia.org/wiki/Atta>).

As colônias destas cortadeiras são formadas, durante quase toda a vida do formigueiro, pela rainha, único indivíduo sexuado nessa fase e pelas operárias, que cuidam das fases juvenis e providenciam o material para a manutenção do ninho. Na época da reprodução, são produzidos novos indivíduos alados, fêmeas e machos (MARICONI, 1970).

I. 1.4- Alimentação.

As formigas cortadeiras podem ser consideradas espécies monófagas, do ponto de vista alimentar, porque cultivam um único tipo de fungo que será a base da alimentação das larvas e da rainha (WETTERER, 1994), mas também, podem ser chamadas de polífagas, no sentido de que cortam folhas e outros materiais, procedentes de uma ampla gama de plantas, que servirá de base para a fungicultura (PINTERA, 1983).

Além disso, as operárias suprem grande parte de suas necessidades energéticas através do consumo de líquidos (seiva e conteúdos celulares) que são liberados durante a manipulação do material vegetal (ERTHAL *et al.*, 2003). Estas cortadeiras mostram uma grande habilidade para transformar materiais ricos em celulose e, portanto, podem utilizar plantas dicotiledôneas e monocotiledôneas (FOWLER *et al.*, 1986).

Segundo Erthal (2004), esta polifagia acontece pela simbiose entre as formigas e o fungo. Este autor explica que as operárias removem as barreiras físicas e depositam enzimas nos materiais frescos coletados, de maneira a facilitar a

penetração e o crescimento do fungo. O fungo metaboliza o material vegetal, inclusive substâncias tóxicas, inibidoras ou repelentes e, à medida que cresce, serve de alimentação para as Attini.

A cultura do fungo pelas formigas é uma prática que supera os 50 milhões de anos (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). Alguns autores comparam este evento com a agricultura humana, sendo que, as Attini não precisam utilizar químicos sintéticos nem iscas para manejar os microorganismos antagonistas e parasitos (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Escovopsis*) e nem os artrópodes competidores (CURRIE *et al.*, 1999b; MUELLER *et al.*, 2005).

Em relação à espécie de fungo simbiote, na literatura aparecem nomeadas várias espécies de Basidiomycetes, tais como: *Rozites gongylophora* para *Acromyrmex* e *Atta* (WEBER, 1966), *Attamyces bromatifficus* para *Atta insularis* (PÉREZ, 2003), *Attamyces* sp. para *Atta cephalotes* (LOPEZ e ORDUZ, 2003), *Leucocoprinus* sp. (ERTHAL, 2004; HERZ *et al.*, 2007) e, entre outras denominações, *Leucoagaricus gongylophorus* para *Acromyrmex* sp. (PAGNOCCA *et al.*, 2001; SILVA *et al.* 2003; SILVA *et al.*, 2006).

Abril e Bucher (2007) encontraram que, entre 60 clones, isolados dos jardins de fungo de três espécies de *Acromyrmex*, existia uma similaridade genética de 99,18%. Segundo estes autores, a espécie poderia ser *Leucoagaricus gongylophorus*.

I. 2- Aspectos gerais da ecologia das formigas cortadeiras.

I. 2.1- Distribuição geográfica.

As formigas cortadeiras estão amplamente distribuídas nas Américas, especialmente na região tropical, pois, de acordo com Fernández (2003a), a tribo Attini é endêmica da zona neotropical. Segundo este autor e De Sousa *et al.* (2007), existem 26 espécies no gênero *Acromyrmex* e 14 espécies no gênero *Atta*.

Os países com maior ocorrência de cortadeiras são Brasil e Argentina (Tabela I.2). Das três espécies identificadas em Cuba, *Atta insularis* Guérin e *Atta cubana* Fontenla são consideradas exclusivas do país. No caso de *Atta insularis*, isto é reconhecido por vários autores (WHELLER, 1937; HÖLLDOBLER e WILSON, 1990; PÉREZ, 2003). *Atta cubana*, descrita apenas recentemente (FONTENLA, 1995) apresenta pouca literatura disponível no momento. A ocorrência de *Acromyrmex octospinosus* é citada também para Trinidad e Tobago, Venezuela, México e Brasil, onde ocorre apenas nos estados ao norte, do Amazonas ao Pará (KEMPF, 1972).

Tabela I.2. Países com maior ocorrência de espécies de formigas cultivadoras de fungo (adaptado de DELLA-LUCIA, 2003).

Países	Número de espécies		
	<i>Acromyrmex</i>	<i>Atta</i>	total
Brasil	18	9	27
Argentina	17	4	21
Paraguai	13	4	17
Uruguai	7	2	9
Bolívia	6	2	8

I. 2.2- Características da arquitetura dos ninhos.

Estes insetos constroem, no interior do solo, complexas estruturas formadas por túneis, depósitos e câmaras interconectadas (BUHL *et al.* 2006) que utilizam para manter o jardim de fungo, a criação das formas juvenis e, entre outras funções, para a drenagem e o lixo da colônia (Figura I.4). Pela deposição dos resíduos, dos excrementos e das atividades gerais de abertura e fechamento dos túneis, as formigas podem reciclar grandes quantidades de nutrientes e melhorar as condições físicas e químicas do solo (MOUTINHO *et al.*, 2003; JIMENEZ e DECAËNS, 2006).

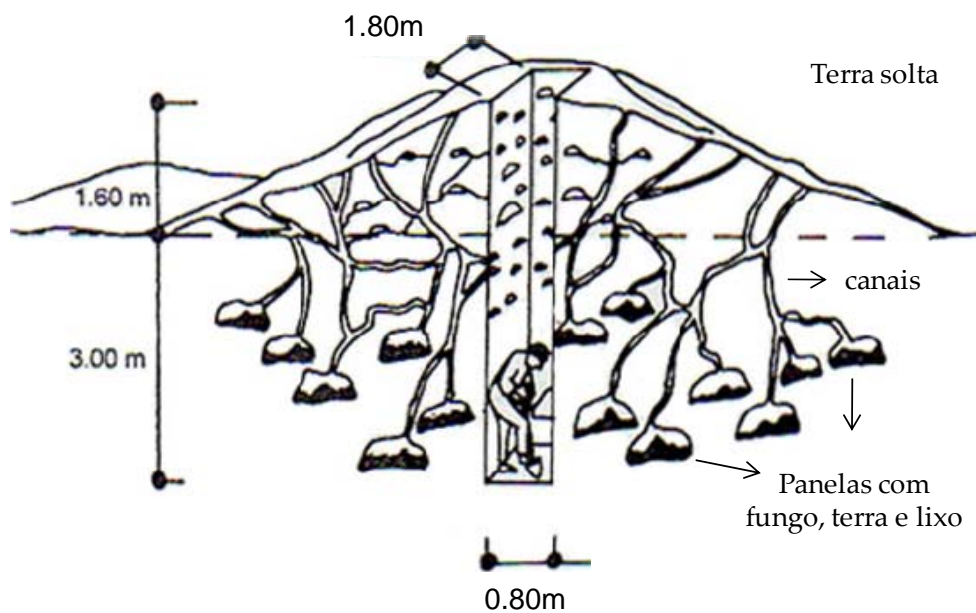


FIGURA I.4. Estrutura de um ninho de *Atta sexdens* no Pará, Brasil (MOUTINHO *et al.*, 2003)

Em relação à forma externa dos ninhos, as espécies de *Acromyrmex* e *Atta* se diferenciam pelo tamanho e a densidade de seus formigueiros. Assim, as colônias de *Atta* são maiores e têm menor densidade de ninhos por área, em comparação com os formigueiros de *Acromyrmex* que são pequenos e mais numerosos. FOWLER *et al.* (1986) apontam que, provavelmente, as colônias de *Atta vollenweideri* nunca superam a densidade de 5 colônias.ha⁻¹, enquanto que, *Acromyrmex landolti* pode ter mais de 6 000 colônias.ha⁻¹.

Os montículos de *Atta*, segundo as observações de Moutinho *et al.* (2003), podem alcançar uma altura de mais de 1,50m e profundidades superiores a 2,50m no interior do solo. Por outro lado, Schindwein e Fowler (1999) encontraram uma colônia de *Atta sexdens* com altura de 3m, cujo montículo principal ocupava uma área de 12m².

Referente à construção dos montículos, Farji-Brener *et al.* (2003) descreveram que *Acromyrmex lobicornis* edifica domos externos no solo nu e na base das plantas (80% em *Marrubium vulgare*, Lamiaceae). Estes autores confirmaram que, no clima rigoroso da Patagônia, os ninhos associados às plantas tinham maiores taxas de crescimento e sobrevivência.

Por outro lado, a dinâmica das aberturas dos ninhos (olheiros) foi bem estudada por Autuori (1941) em múltiplas colônias de *Atta sexdens*. Este autor encontrou que um sauveiro desta espécie alcançou um total de 1.071 olheiros aos três

anos do seu estabelecimento, período no qual, segundo o autor, o sauveiro consegue o máximo desenvolvimento.

As trilhas de forrageio também formam parte da estrutura dos ninhos. Nestes caminhos, têm lugar o trânsito organizado das operárias (BURD, 2006) para forragear, explorar e para garantir a limpeza destas trilhas.

As trilhas variam muito em comprimento; por exemplo, Urbas *et al.* (2007) observaram que as colônias de *Atta cephalotes* realizam trilhas de 41 até 529m na Mata Atlântica do Brasil. Além das trilhas bem definidas no solo, as formigas cortadeiras utilizam os ramos e troncos derrubados das árvores para reduzir a exploração, a velocidade do forrageio e otimizar a energia a ser investida na construção, manutenção e limpeza das trilhas (BURD, 2006; FARJI-BRENER *et al.*, 2007).

I. 2.3- Principais táticas de forrageio.

A coleta do material vegetal pelas cortadeiras inclui a seleção, corte e condução do material ao interior dos formigueiros. Segundo Wetterer (1989) para *Atta cephalotes* estas atividades acontecem com alternância estacional: no verão, a maior intensidade de forrageio ocorre nos horários noturnos e, no inverno, durante o dia. O forrageio se desenvolve em condições ótimas de umidade e temperatura, as quais são bastante variáveis dependendo da espécie e do ambiente (ZAYAS, 1981).

Outros estudos sobre o efeito do clima nas formigas comprovaram que a atividade de *Atta sexdens* ocorreu durante todo o dia e só foi interrompida pelas chuvas (AMÂNCIO, 1996). Segundo este autor, as formigas estavam ativas quase todo o tempo, embora o forrageio ocorresse apenas das 7 às 14 h. A temperatura oscilou entre 1 e 27 °C, e a umidade do ar variou entre 61 e 90 %.

Salvador e Schindwein (2003) observaram variações sazonais no forrageamento de *Atta cephalotes* (Figura I.5). Na estação chuvosa, estas formigas coletaram mais fragmentos de leguminosas e, no período pouco chuvoso, forragearam gramíneas. Este fato pode estar relacionado com a disponibilidade de plantas e suas estruturas, em ambos os períodos. Os autores explicam que, no período chuvoso apareceram muitas flores e, além disso, coincidiu com a época de plantação de soja, enquanto que na estação mais seca, predominavam as folhas.

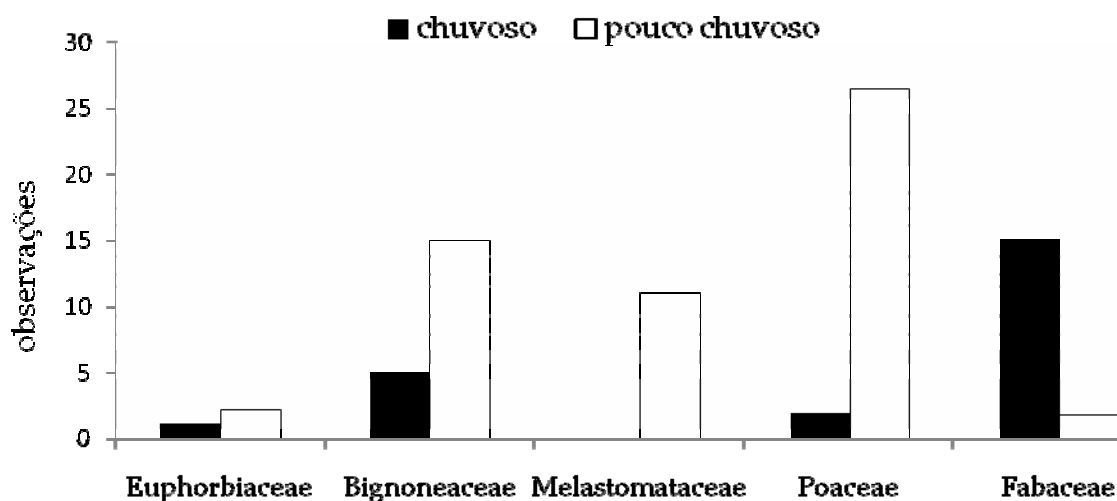


Figura I.5. Variação dos padrões de exploração de *Atta cephalotes* a diferentes famílias de plantas no período pouco chuvoso e chuvoso, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil (adaptado de SALVADOR e SCHLINDWEIN, 2003).

Schindwein e Fowler (1999) apontaram que as operárias de *Atta sexdens*, quando encontram recursos apetecíveis realizam trilhas de forrageio que, conjuntamente com a liberação de feromônios, permitem a agregação em massa das operárias. Assim, estas formigas fazem uma exploração e corte de forma intensiva, organizada e sincrônica que, às vezes, resulta na desfolhamento total da planta.

Urbas *et al.* (2007) encontraram diferenças, no corte de folhas das saúvas, entre a borda e o interior da floresta (Figura I.6). Pois, apesar de ter mais folhas disponíveis na floresta densa, as operárias de *Atta cephalotes* vão forragear, principalmente, as espécies pioneiras da fração fragmentada da Mata Atlântica.

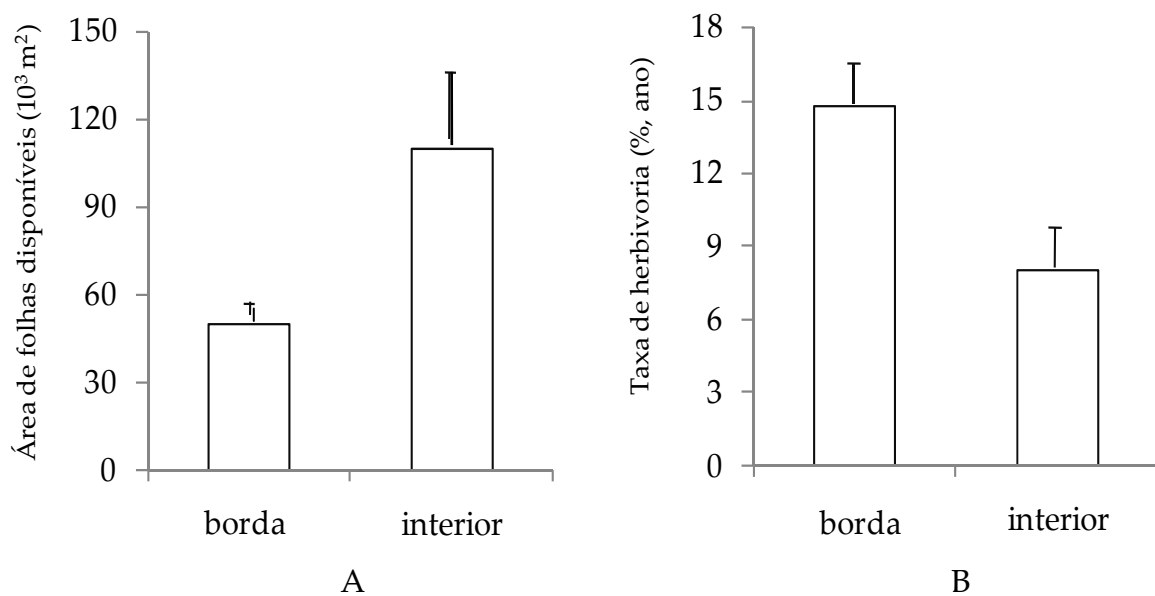


Figura I.6. Estimativa das médias da área de folhas disponíveis (A) e da taxa anual de colheita de folhas (B) das colônias de *Atta cephalotes* na borda (N=5) e no interior (N=4) da Mata Atlântica, Alagoas, Brasil (URBAS *et al.*, 2007).

Por outro lado, Vasconcelos *et al.* (2006) observaram um incremento dos ninhos de *Atta laevigata*, nas estradas adjacentes a uma área protegida no Cerrado Brasileiro. Estes autores sugerem que os solos limpos ou sem serrapilheira facilitam o estabelecimento e abundância de cortadeiras. Isto pode constituir uma estratégia para o forrageio e a sobrevivência da colônia em sítios onde, possivelmente, existe maior disponibilidade de alimentos preferidos e uma menor interferência dos inimigos naturais.

A distância do forrageamento, de acordo com os estudos de Schindwein e Fowler (1999), é o fator que mais influi na exploração dos recursos em *Atta sexdens*. Estes autores observaram que as folhas de alta preferência foram menos cortadas quando estavam mais distantes do formigueiro, daí que, a distribuição espacial das plantas tem implicações na exploração e forrageio que fazem as formigas cortadeiras.

Howard *et al.* (1996) advertiram que, quando os recursos eram conhecidos, pela colônia ou pelas operárias exploradoras, existiu maior aceitação das plantas, recrutamento de outras formigas e velocidade do forrageio. Isto está relacionado a que a coleta dos recursos vegetais é mais intensa se estes forem forrageados anteriormente, ou se constituem em plantas hospedeiras habituais no agroecossistema, em comparação com outras plantas não degustadas ou exploradas anteriormente pelas cortadeiras.

I. 2.4- *Plantas hospedeiras e danos.*

Estas formigas fazem coleta de diferentes partes das plantas, sendo: folhas, flores, frutos, galhinhos e outras estruturas frescas ou secas.

No Brasil, Lopes (2005) observou que as operárias de *Acromyrmex striatus* coletaram aproximadamente 25% das plantas disponíveis no território de forrageio em campos de dunas.

Outros estudos em agroecossistemas de pastagens colombianos revelam que *Atta capiguara* teve claras preferências por *Hyparrhenia rufa*, *Paspalum notatum* e *Saccharum officinarum*, mas, no entanto, recusou *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, o que explica a tolerância relativamente alta destas gramíneas a esta espécie (LOPES *et al.*, 2003).

Em Cuba, Mendoza e Gómez (1985) assinalaram que as saúvas mostram grande predileção por quase todas as espécies de cítricos. Porém, nos meses de seca, quando as folhas apetecíveis são insuficientes, utilizam outras plantas como *Coffea arabica*, *Manihot sculenta*, *Sorghum vulgare* e outras.

Pintera (1983) avaliou a palatabilidade de várias plantas cubanas segundo a preferência de *Atta insularis* para forrageá-las. O autor encontrou que, de 16 espécies coletadas, *Parthenocissus quinquaefolia* e as sementes de *Bauhinia cumanensis* foram extremadamente palatáveis. Destacam-se ainda os gêneros *Alchornea*, *Chamissoa*, *Cissus*, *Hibiscus*, *Nectandra*, *Pseudolmedia*, *Smilax*, *Trema* como palatáveis.

Nos agroecossistemas de pastagens cubanos, as espécies mais danificadas são: as leguminosas *Glycine max*, *Leucaena leucocephala*, *Macroptilium atropurpureum*, *Neonotonia wightii* e *Vigna unguiculata* (BARRIENTOS, 1986; ALONSO, 2001) e as gramíneas: *Andropogon* sp., *Brachiaria* spp, *Panicum maximun*, *Paspalum notatum* e *Saccharum officinarum* (MACHADO e SEGUÍ, 1997).

Em relação aos danos, as formigas cortadeiras são consideradas as maiores pragas da agricultura na América Tropical e no Brasil (WEBER, 1972). A categoria de praga e outras expressões como: “ou o Brasil acaba com a saúva ou a saúva acaba com o Brasil” e a “saúva é o rei do Brasil” citadas por Della-Lucia (2003) foram adotadas em resposta às altas pressões de forrageio que faziam as cortadeiras nos ecossistemas que o próprio homem fragmentou para ampliar e desenvolver a agricultura e a pecuária.

Está sendo demonstrado que, nas áreas protegidas, as taxas de herbivoria e abundância destas Attini são muito menores em comparação com as áreas fragmentadas; portanto, nessas condições elas não são inimigas, nem pragas (FARJIBRENER, 2001; VASCONCELOS *et al.*, 2006; URBAS *et al.*, 2007). Assim sendo, suas funções ecológicas são muito valorizadas, tanto a reciclagem dos nutrientes, a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, quanto o aporte de macronutrientes para o crescimento das plantas e mesmo a herbivoria, a qual estimula os mecanismos de defesa das plantas, além de outras vantagens (CORNELISSEN e WILSON, 2003; VERCHOT *et al.*, 2003; STERNBERG *et al.*, 2007).

Nos sistemas agro-produtivos, a relação custo-benefício da presença das formigas cortadeiras tem outra dimensão, assim sendo, se destacam amplamente os prejuízos diretos na produção. Della-Lucia (2003) assinala que as espécies de *Acromyrmex* e *Atta* têm o potencial de remover grandes quantidades de gramíneas nos agroecossistemas de pastagem, inclusive mais do que qualquer outro inseto.

Segundo Fowler *et al.* (1986), no Brasil e Paraguai, *Atta capiguara* e *Acromyrmex landolti* podem consumir até 11.497 e 8.775kg de pastos/ha/ano, respectivamente. Estes autores estimam que estes prejuízos podem reduzir até 30% da carga de animal nas pastagens. Simas *et al.* (2003) observaram que a herbivoria das colônias de *Atta vollenweideri* foi maior do que o consumo que fizeram os bovinos (0,8 UA/ha) nas pastagens de Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. Segundo estas observações, as formigas consumiram 54,68kg de MS/ha e o gado 47,21kg de MS/ha, isto é, o consumo das cortadeiras superou em 12,7% a herbivoria do gado.

Fowler *et al.* (1986) consideram que, a área ocupada pelos montículos e as trilhas de *Atta capiguara* podem diminuir a cobertura de pastos e, portanto, a área disponível para a produção. Outras razões foram explicadas por Fowler e Saes (1986) para discutir a exclusão do gado pelas cortadeiras. Estes autores se referem a) os acidentes dos animais e dos camponeses pelos depósitos e câmaras ocas no interior do solo, b) a sucessão das plantas “pouco nutritivas” para o gado e, c) a presença das espinhas torácicas nas cortadeiras que constituem, evolutivamente, uma vantagem competitiva na sua interação com os vertebrados herbívoros.

I. 3- Sistemas silvipastoris.

I. 1.1- Generalidades.

Segundo Murgueitio (2006), os sistemas silvipastoris são uma variante de sistemas agroflorestais, os quais conseguem combinar no mesmo espaço os animais e as plantas forrageiras como: árvores, gramíneas e leguminosas rasteiras e, até mesmo, cultivos temporais, especialmente nos períodos de estabelecimento das árvores (RUIZ e FEBLES, 2001).

Os sistemas silvipastoris são utilizados, fundamentalmente, para incrementar a regularidade e a qualidade nutritiva da alimentação dos bovinos e melhorar seu bem-estar nas pastagens (RUIZ *et al.*, 2006; ORSKOV, 2006; YAMAMOTO *et al.*, 2007). Além disso, é referido o emprego destes sistemas na recuperação de pastagens degradadas e das áreas desertificadas como estratégia na mitigação das mudanças climáticas (PADILLA *et al.*, 2000; DIAS-FILHO, 2006; FEBLES *et al.*, 2006; NORMANIZA *et al.*, 2008).

Nestes sistemas, tem sido utilizada uma grande variedade de plantas arbustivas como, por exemplo, *Acacia farnesiana*, *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea*, *Calliandra calothyrsus*, *Enterolobium cycloparpum*, *Erythrina americana*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* e, entre outras, *Leucaena leucocephala* (FEBLES e RUIZ, 2003; PALMA, 2006;). Outros estudos valorizam o silvo-pastoreio com árvores nativas que tenham características apropriadas para o consumo animal e o crescimento herbáceo (MAYER e HUOVINEN, 2007).

As plantas de baixo porte associadas às espécies arbóreas também são muito diversas. Neste sentido, têm sido utilizados pastos naturais e também espécies geneticamente melhoradas. Destacam-se as gramíneas *Andropogon gayanus*, *Cenchrus ciliaris*, *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon dactylon*, *Dichanthium cinérea*, *Panicum maximum*, *Paspalum notatum*, *Sorghum bicolor*, e as leguminosas *Indigofera mucronata*, *Macroptilium atropurpureum*, *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis*, entre outras espécies (HERNÁNDEZ *et al.*, 1998; VIZCAÍNO *et al.*, 2001; PALMA, 2006).

O estabelecimento dos sistemas silvipastoris tem vantagens adicionais, pois, eventualmente, as árvores podem ser podadas para utilizar a madeira para a confecção de materiais ou como combustível. A partir destes sistemas podem ser desenvolvidas linhas de produção da apicultura, a obtenção de mel e outras fontes de alimentação ou fármacos. Outras vantagens se podem obter com a plantação de culturas temporais como o milho (*Zea mays*) e do feijão-fradinho (*Vigna unguiculata*) nos períodos de estabelecimento das árvores (PADILLA *et al.*, 2001; RUIZ *et al.*, 2005).

Em Cuba, segundo Alonso (2003), os trabalhos de pesquisa desenvolvidos para a ampliação dos sistemas silvipastoris priorizaram, como árvore multi-propósito, *Leucaena leucocephala*. Ainda este autor assinala que as gramíneas que melhor se associaram com a árvore foram as espécies *Cynodon nlemfuensis* e *Panicum maximum*.

Leucaena leucocephala, segundo a revisão de Valenciaga (2003), é considerada uma das árvores de maior palatabilidade no trópico. Em relação ao valor nutritivo, a qualidade de sua folha pode ser comparada com a alfafa (*Medicago sativa*), por isso é nomeada com frequência como a “alfafa dos trópicos”. No entanto, também apresenta altos conteúdos de taninos e de mimosina, a qual é tóxica para os ruminantes, porém já foi demonstrada a existência de bactérias, no rumem do gado, que podem degradar a mimosina sem afetar sua saúde.

I. 1.2- *Funções ecológicas.*

As árvores nos sistemas silvipastoris, como nos ecossistemas naturais, têm múltiplas funções que fazem delas um recurso muito útil nos agroecossistemas pecuários. A permanência das plantas arbóreas nas pastagens pode incrementar a complexidade do habitat e as interações tróficas entre os organismos que vão localizando novos sítios de alojamento e fontes de alimentação disponíveis. Assim sendo, surgem múltiplas relações benéficas e, com isto, pode aumentar a diversidade biológica nestas áreas (MAYER e HUOVINEN, 2007).

As plantas arbustivas, pelas características e profundidade das raízes, podem explorar uma área extensa no interior do solo e extrair água ou explorar melhor os nutrientes em comparação com as gramíneas ou leguminosas rasteiras.

De tal modo, as árvores facilitam a retenção de água e sua disponibilidade para outras plantas, já seja pela sucção do líquido desde o lençol freático ou porque evitam as excessivas taxas de transpiração ou evaporação que acontecem quando os pastos ou o solo nu estão expostos diretamente ao sol e ao vento (TROXLER *et al.*, 2005). Este evento também tem relação com a moderação da temperatura ou efeito tampão que exercem as plantas arbustivas. Assim sendo, estas plantas, pela estrutura dos ramos e a presença de diferentes estratos, evitam as flutuações extremas das variáveis climáticas, gerando um microclima específico no sistema silvipastoril.

Estas condições facilitam que, os sistemas silvipastoris depois de vários anos de estabelecidos, alcancem níveis importantes de diversidade de plantas, artrópodes, aves e outros mamíferos, o qual é o resultado do surgimento de múltiplos nichos ecológicos e níveis tróficos que podem estimar a estabilidade do agroecossistema (ALONSO, 2003; MAYER e HUOVINEN, 2007).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

II. 1- Área de estudo.

II. 1.1- Localização geográfica

O trabalho foi desenvolvido na área silvipastoril de uma unidade de produção leiteira do Instituto de Ciência Animal (ICA), situada entre os 22° 53'LN e os 82° 02'WL a 92 m.s.n.m no município San José de las Lajas, La Habana, Cuba (Figura II.1).

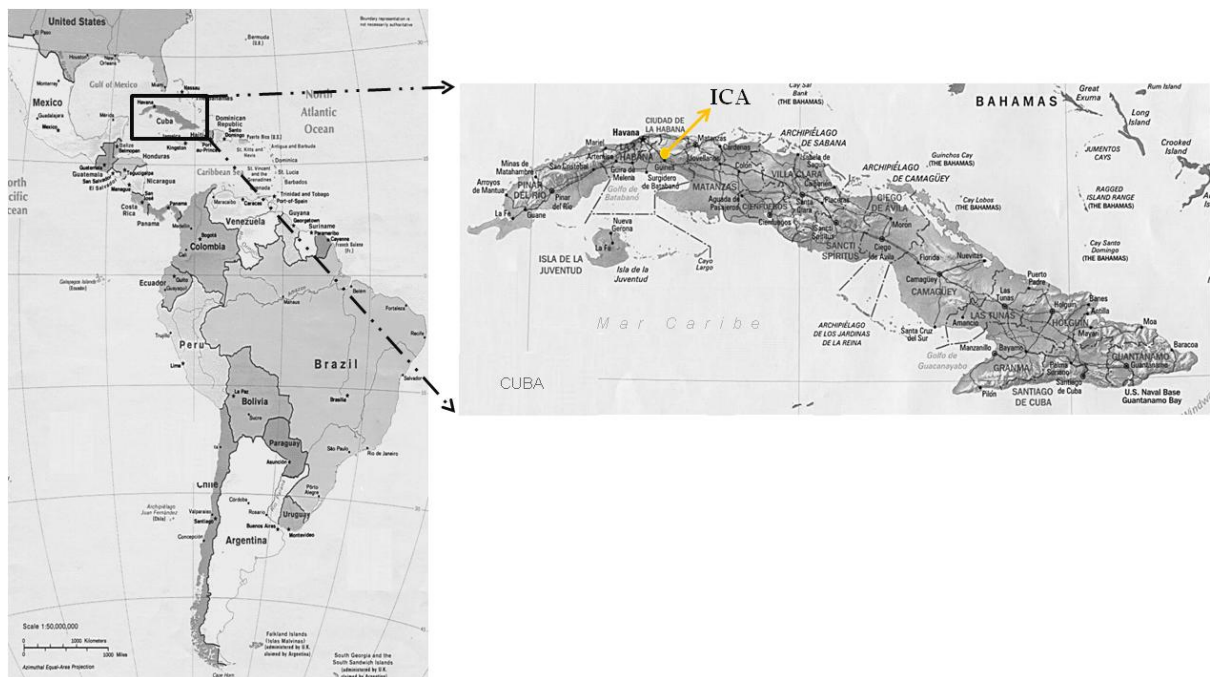


Figura II.1. Localização geográfica de Cuba e do Instituto de Ciência Animal (ICA, assinalado com seta).

A área amostrada compreendeu nove piquetes com média de 0.57 ha (140 x 41m), que ocuparam 5,0 ha aproximadamente (Figura II.2). As plantas cultivadas que predominaram neste agroecossistema foram a arbórea leucena (*Leucaena leucocephala* vc. Peru) e o pasto base capim colônião (*Panicum maximum* vc. Likoni) (Figura II.3).

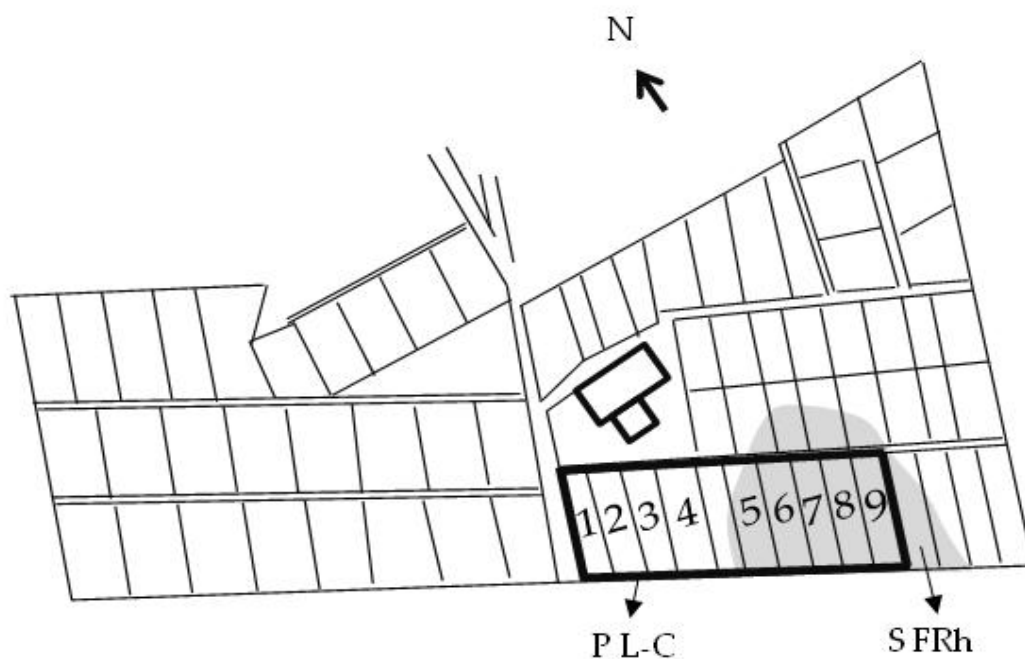


FIGURA II.2. Croquis da área de estudo. P L-C- piquetes de *Leucaena leucocephala* e *Panicum maximum* que foram amostrados; S FRh- área sombreada que simboliza o solo Nitossolo Vermelho Eutroférico (“Ferralítico Rojo hidratado” ou Ultisol).

As plantas de leucena foram plantadas anualmente e de forma escalonada, ao início do período chuvoso, durante os anos de 1995 (piquetes 1-4), 1996 (piquetes 5-7) e 1997 (piquetes 8 e 9). Isto foi realizado segundo a tecnologia de banco de proteína proposta por Ruiz *et al.* (1987), com a mesma densidade de plantas nos piquetes, como base para a utilização na alimentação animal com vacas leiteiras.



FIGURA II.3. Sistema silvipastoril *Leucaena leucocephala* e *Panicum maximum*. Instituto de Ciência Animal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Nos piquetes do ano de 1995, as plantas de leucena não foram podadas e, portanto, não tiveram o efeito direto do consumo animal e alcançaram a maior altura e sombra das copas das árvores, em comparação com os piquetes plantados no ano de 1996, onde se podaram as plantas de forma alternada entre os sulcos e entre as plantas (ALONSO, 2003). As leucena plantadas em 1997 não foram ainda podadas.

Durante o período do estudo, entre 65 e 70 vacas em lactação, da raça Holstein, passaram pelo sistema silvipastoril. Estas vacas estavam divididas em dois grupos, um de alta e outro de baixa produção, sendo que, as de baixa pastavam um dia depois das primeiras. Cada grupo tinha um dia de estadia nos piquetes. O tempo de repouso do piquete, isto é, sem pastoreio pelas vacas, oscilou no período pouco chuvoso entre 40-62 dias e, no período chuvoso entre 16 e 34 dias.

II. 1.2- *Peculiaridades edáficas e climáticas*

O solo que predominou na unidade e nos piquetes 1-4 se identificou como “Ferralítico Rojo típico” que corresponde ao tipo de solo Latossolo Vermelho Eutroférico no Brasil e, Oxisol segundo a classificação da Soil Taxonomy (EMBRAPA, 1999; HERNÁNDEZ *et al.* 2006;). Os piquetes 5-9 apresentaram um solo “Ferralítico Rojo hidratado” (Nitossolo Vermelho Eutroférico ou Ultisol) (Figura II.4). Este último solo apresenta mais de 2% de manchas amarelas (pardo-amarela-vermelha), essa coloração é a consequência da hidratação do ferro e de goetita (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).



A

B

Figura II.4. Solos cubanos que representam, aproximadamente, os tipos de solo do sistema silvipastoril leucena-capim colônia. A- “Ferralítico Rojo típico” (Latosolo Vermelho Eutroférico). B- “Ferralítico Rojo hidratado” (Nitossolo Vermelho Eutroférico) (EMBRAPA, 1999; HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).

O clima em Cuba se caracteriza por ter dois períodos bem diferenciados: o pouco chuvoso e o chuvoso. O primeiro geralmente acontece entre os meses de novembro-abril e a estação chuvosa de maio-outubro (Figura II.5). No entanto, com as mudanças climáticas mundiais, estes períodos se deslocaram e as precipitações são mais intensas em menos dias (CUBA, 2003).

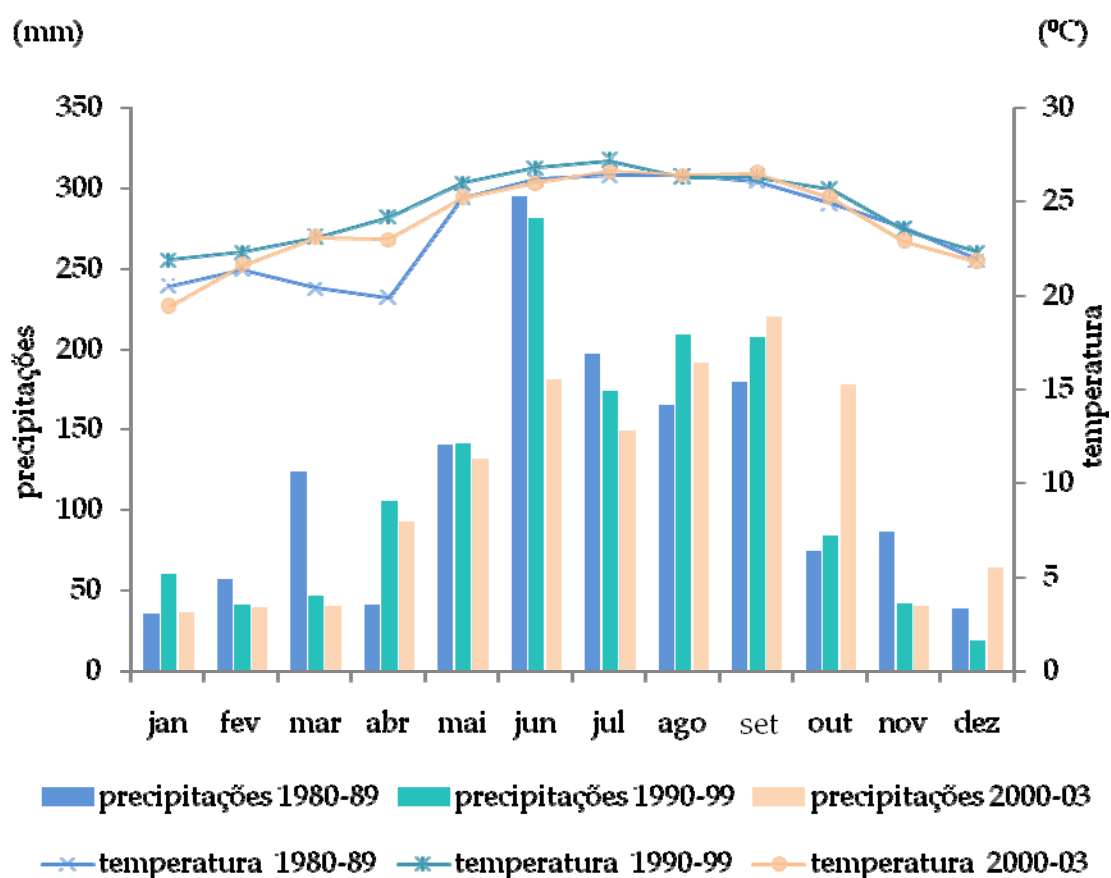


Figura II.5. Precipitação acumulada e temperatura média mensal da região do ICA no período 1980- 2003. Dados obtidos na Estação Meteorológica do Instituto de Ciência Animal, San José de las Lajas, Habana, Cuba.

II. 2- Espécie em estudo.

Atta insularis é uma espécie de cortadeira cujas operárias maiores são caracterizadas por apresentarem cabeça proporcionalmente grande e com muitas cerdas. Além disso, o protórax apresenta-se com espinhos, muitas cerdas e dois tubérculos arredondados. De modo geral, apresentam coloração escura e brilhante (Figura II.6) (GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1844; MAYR, 1865).

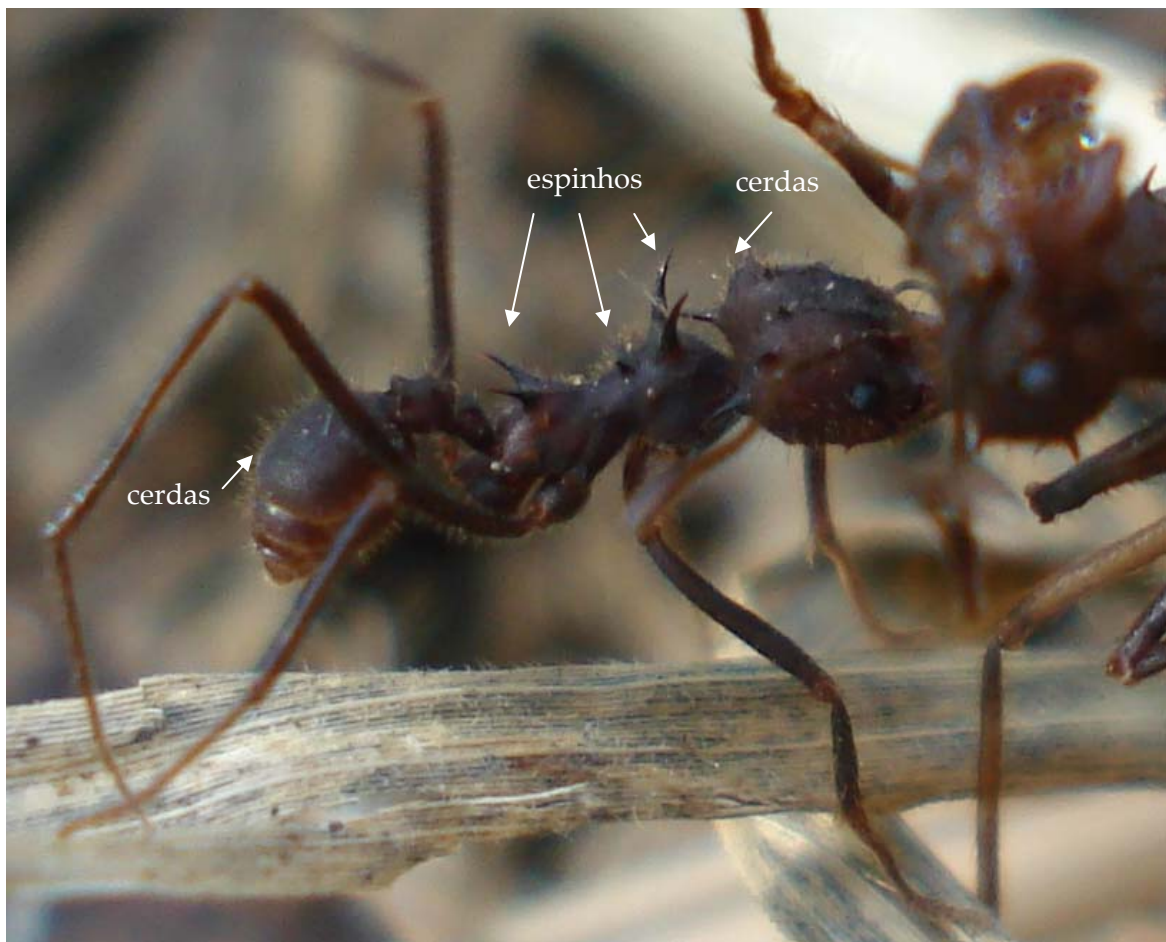


Foto: Madelen Herrera, 2007

Figura II.6. Representação dos três pares de espinhos no mesotorax e das cerdas presentes na cabeça, gáster e na totalidade do corpo. Operária de *Atta insularis* carregando uma formiga morta na serrapilheira do sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

II. 3- Distribuição espacial dos ninhos.

II. 3.1- Procedimento de amostragem

As amostragens se realizaram com frequência semanal, durante os meses de janeiro a junho de 2007. Para isso, os piquetes foram subdivididos em áreas de 100 m² (10 x 10 m) (adaptado de LOPES, 2001) para um total de 56 quadrados por piquete. Em cada quadrado foi registrado o número e a disposição dos ninhos de *Atta insularis*, o número de plantas de leucena (*Leucaena leucocephala*) e de outras espécies lenhosas.

Neste trabalho foram quantificados como “ninho” todo aquele montículo com olheiro(s) presente(s) na área de estudo. Estes ninhos deviam ter a presença de operárias ou pistas evidentes da sua atividade.

II. 3.2- Análise estatística

Determinou-se a distribuição espacial dos ninhos segundo a razão variância/média=índice de dispersão (ID) ou índice de dispersão (ID).

$$ID = \frac{S^2}{\hat{m}}$$

Onde, ID é índice de dispersão, S² é a variância amostral e \hat{m} é a média amostral.

ID = 1 - disposição espacial aleatória (S²= \hat{m})

0 > ID < 1 - disposição espacial uniforme (S²< \hat{m})

ID > 1 - disposição espacial agregada (S²> \hat{m})

O índice de dispersão (ID) se distribui como Qui-quadrado (χ^2) com (n-1) graus de liberdade. Calculou-se Qui-quadrado [$\chi^2=ID (N-1)$] e se comparou com os dados de tabelas.

Além disso, foi utilizada a lei da potência de Taylor (TAYLOR, 1984) como técnica de regressão para a avaliação da dispersão dos ninhos. Este modelo relaciona a média e a variância através da regressão.

$$S^2 = am^b$$

$$\log(S^2) = \log(a) + b \log(m)$$

Onde, S^2 é a variância amostral, \hat{m} a média amostral, a está em função do tamanho da amostra e b é a classificação da dispersão.

a	$\log(a)$	b	Dispersão
1	0	1	ao acaso
>1	>0	1	agregada
>0		>1	agregada
$0 < a < 1$	<0	1	uniforme
>0		<1	uniforme

A lei ou índice de Taylor foi calculada com a ajuda do Software ADE (Análises da Distribuição Espacial) CENSA versão 2.0 para Windows (MIRANDA, 2000).

Para descrever graficamente a relação entre as variáveis: solo, plantas lenhosas e ninhos de *Atta insularis* foi aplicada a técnica exploratória multivariada fatorial por correspondência múltipla, com o Software STATISTICA v.6 (DÍAZ, 2001). Para isto, se consignou diferentes categorias às variáveis para os tipos de solo (Latossolo Vermelho Eutroférico, LVE e Nitossolo Vermelho Eutroférico, NVE), o número de plantas de leucena (<10 plantas; > 10 plantas), de outras plantas lenhosas (0; 1-2; 3-5) e de ninhos (0; 1-5; 6-10; > 10).

Por outro lado, para verificar se a distribuição dos dados do número de ninhos de *Atta insularis*, de leucena e de outras plantas lenhosas apresentava distribuição normal e homogeneidade da variância, se empregou o teste Qui-quadrado e Kendall, respectivamente (SIEGEL e CASTELLAN, 1995). Quando as populações não atenderam esses pressupostos, se aplicaram testes não paramétricos, os quais têm vantagens sobre o uso das transformações dos dados (DE CALZADILLA *et al.*, 2002).

Os testes não paramétricos empregados foram o teste de Mann-Whitney ou teste de U (k=2) para conhecer o efeito do solo na agregação dos ninhos e o número de plantas arbustivas. Também, se aplicou o teste de Friedman (k=9) para contrastar as variações do número de ninhos e de plantas arbustivas entre os piquetes. O processamento estatístico destes testes se realizou com o SPSS v.11.5 (VISAUTA, 1998) e, quando se detectaram diferenças significativas, se utilizou a comparação múltipla de postos médios proposta por Siegel e Castellan (1995).

II. 4- Morfologia externa dos ninhos.

II. 4.1- Procedimento de amostragem

As amostragens foram feitas das 08:00-12:00 horas, semanalmente, durante os meses de fevereiro a outubro de 2007 (34 semanas). Desta maneira foram selecionados e marcados 8 ninhos de *Atta insularis*, os quais apresentaram dimensões externas e atividade de forrageio semelhantes.

Estes ninhos estavam situados nos piquetes 5 e 6, pois nesta área se concentraram a maior quantidade de ninhos que tinham as características apropriadas para o estudo, isto é, tamanho e atividade de forrageio semelhante. Assim, estes mesmos ninhos foram avaliados nos experimentos das plantas hospedeiras (item II. 4.1) e das estratégias de forrageio e limpeza (item II. 5.1).

As medições efetuadas no montículo compreendem o tipo de matéria solta do montículo [*variável qualitativa*] e suas dimensões como: altura (cm), diâmetro maior (cm) e diâmetro menor (cm). Além disso, foi quantificado o número de olheiros e seu diâmetro (cm), o número de trilhas e seu comprimento (m).

II. 4.2- Análise estatística

Para verificar a relação entre as variáveis da morfologia externa se efetuou a correlação múltipla de Spearman (não paramétrica). Também, foi aplicada a análise classificatória multivariada de conglomerado k-médias, para conhecer a homogeneidade da amostra e, distribuir em grupos homogêneos os 272 casos

estudados (8 ninhos x 34 semanas), segundo as características das 7 variáveis quantitativas de morfologia externa.

Assim, para obter o número ótimo de conglomerados foi realizada a análise de conglomerados hierárquicos (de 2-8 grupos), o teste de linearidade e o coeficiente de associação entre os grupos e as variáveis independentes (Eta). Depois se conferiu o grau de associação entre os agrupamentos das análises hierárquicas e não hierárquicas (k-médias) através das estatísticas qui-quadrado de Pearson, razão de verossimilhança, associação linear por linear, d de Somer e o coeficiente de contingência. A decisão do número de grupos teve em conta a significância ($p < 0,05$) destas estatísticas segundo a metodologia proposta por Gondar (2005). Estes procedimentos foram executados da mesma forma para determinar o número de conglomerados nas variáveis de forrageio e limpeza no item II. 5.2.

Também se utilizou a análise multivariada discriminante para determinar a influência da época (pouco chuvosa e chuvosa), da atividade de forrageio (fazem ou não fazem) e da presença de gado nos piquetes no comportamento das variáveis quantitativas de morfologia externa

Estas análises foram realizadas no Software SPSS v.11.5 (VISAUTA, 1998).

II. 5- Plantas hospedeiras.

II. 5.1- Procedimento de amostragem

As amostragens foram feitas das 8:00-12:00 horas, semanalmente, durante os meses de fevereiro a outubro de 2007. Este experimento foi feito em 8 ninhos (idem II.2 e II.3).

As plantas forrageadas pelas formigas cortadeiras foram coletadas e se preparou um herbário com as folhas e flores destas espécies. As espécies foram identificadas no Departamento de Pastos e Forragens do Instituto de Ciência Animal.

II. 5.2- Análise estatística

Para conhecer a preferência que teve *Atta insularis* entre as plantas hospedeiras, foi utilizado o teste de Friedman ($k=5$) com o Software SPSS v.11.5 (VISAUTA, 1998).

II. 6- Estratégias de limpeza e forrageio.

II. 6.1- Procedimento de amostragem

Inicialmente, foi realizada uma prova de observação para verificar os horários de maior atividade de limpeza e forrageio dos ninhos de *Atta insularis*, e assim, estabelecer os horários das amostragens. Para isto foram observados dois ninhos durante 24 horas, semanalmente, nos meses de janeiro-fevereiro de 2007.

Deste modo, as amostragens foram feitas das 08:00-12:00 horas, semanalmente, durante os meses de fevereiro a outubro de 2007 (34 semanas). Este experimento se efetuou nos mesmos 8 ninhos já mencionados no item II. 3.1, os quais foram observados entre 10-20 min.

A limpeza foi examinada nos olheiros do ninho, estas variáveis foram medidas num intervalo de 3 min (Tabela II. 1). A atividade de limpeza compreendia a desobstrução das galerias como o carregamento de solo, folhas ou outros materiais para fora do ninho.

As variáveis de forrageio foram medidas num ponto fixo da trilha, num intervalo de 3 min. (FOWLER e ROBINSON, 1979). Esta atividade incluía o (a) número de formigas que desde o ninho até a fonte de forrageio, (b) as formigas que retornaram para o ninho carregando diferentes materiais e (c) as formigas que retornavam ao ninho sem carga, pelo menos visivelmente.

Além disso, na área de estudo, foram registrados em cada amostragem, ou seja, semanalmente, os valores de temperatura (°C) e umidade relativa (%). Os valores de precipitações (mm) foram registrados diariamente na Estação Experimental do Departamento de Pastos, o qual está aproximadamente a 600m do sistema silvipastoril. Os dados das precipitações foram organizados para os dias antes e depois de cada amostragem (± 7 dias) para determinar o efeito das chuvas na atividade imediata das formigas.

Tabela II.1. Atividades de forrageio e limpeza acompanhados nos 8 ninhos estudados no sistema silvipastoril leucena-capim coloniã, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

		Variáveis	
		Forrageio	Limpeza
1.		<i>forrageio (sim/não)-qualitativa</i>	<i>limpeza (sim/não)-qualitativa</i>
2.		número de tipos de materiais de <i>forrageio</i>	número de tipos de materiais de <i>limpeza</i>
3.	número de formigas levam para o ninho	foram a forragear	<i>solo</i>
4.		<i>folíolos de leucena</i>	<i>folhas de leucena</i>
5.		<i>sementes de leucena</i>	<i>sementes de leucena</i>
6.		<i>outros materiais de leucena</i>	<i>capim coloniã</i>
7.		<i>leucena total</i>	<i>formigas mortas</i>
8.		<i>teramnus</i>	<i>outros materiais</i>
9.		<i>árvore do nim</i>	limpeza total (LT)
10.		<i>outros materiais</i>	
11.		retornam sem carga	
12.		forrageio total (FT)	

II. 6.2- Análise estatística

Também foi aplicada a análise classificatória multivariada de conglomerado para distribuir em “clusters” homogêneos os 272 casos estudados, segundo as características das variáveis quantitativas de forrageio (11) e limpeza (8). Esta análise se realizou segundo o procedimento descrito no item II. 3.2, através do Software SPSS v.11.5 (VISAUTA, 1998).

Do mesmo modo, se utilizou a análise multivariada discriminante para examinar a influência da época (pouco chuvosa e chuvosa), do tipo de planta hospedeira forrageada e da presença de gado no comportamento das variáveis de forrageio e limpeza das operárias de *Atta insularis*.

Para conhecer o efeito das variáveis climáticas nas atividades de forrageio e limpeza foram correlacionadas estas variáveis segundo a correlação de Spearman.

Estas análises se realizaram no Software SPSS v.11.5.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

III. 1- Distribuição espacial dos ninhos de *Atta insularis*.

III. 1.1- Índices de dispersão

Foram quantificados 497 ninhos de *Atta insularis*, com uma densidade de 99 ninhos.ha⁻¹. O índice de dispersão destes ninhos foi uma distribuição espacial agregada, pois a razão variância/média foi superior a 1 [ID=6,25; $\chi^2=2968.75$; $p<0.001$]. Da mesma forma, a lei da potência de Taylor com valores de a e b superiores a 1 [$a=3.79$, $\log(a)=0.58$ y $b=1.42$] também sugere uma distribuição da população como sendo do tipo agregada. A equação de regressão da média (x) e a variância (S^2), segundo a lei da potência de Taylor aparece na Figura III.1.

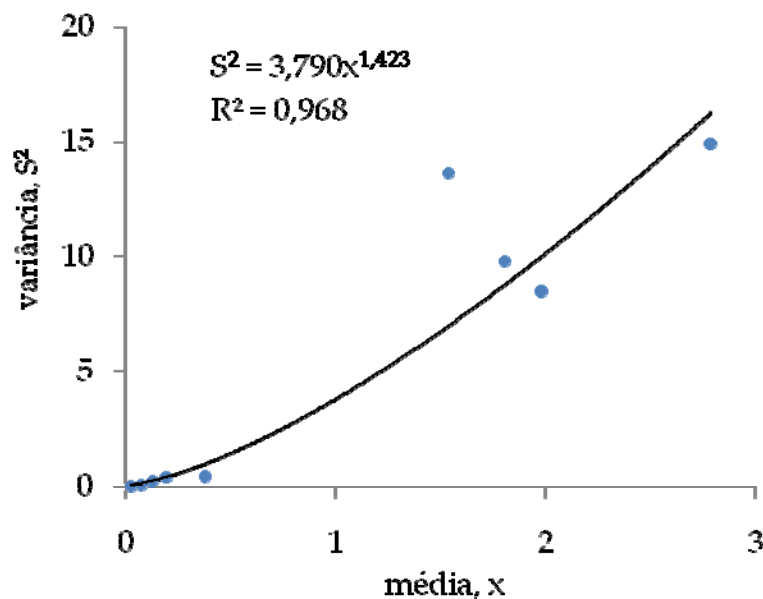


FIGURA III.1. Regressão entre a variância e a média segundo a função da potência de Taylor para a distribuição espacial dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Este resultado coincide com a distribuição agregada que exibiram os ninhos de *Atta sexdens* e *Atta laevigata* nas plantações homogêneas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no Brasil (RAMOS *et al.*, 2003).

Para as espécies do gênero *Acromyrmex*, outros autores observaram uma dispersão ao acaso, como referido nos estudos de Cantarelli *et al.*, (2006), para diversas espécies de *Acromyrmex* em áreas de pinho (*Pinus* spp.) e de Lopes (2001), para *Acromyrmex striatus* em dunas de praia. Estas variações espaciais talvez respondam ao tipo de crescimento dos ninhos de cada gênero. As colônias de *Atta* são maiores que as de *Acromyrmex* (MOUTINHO *et al.*, 2003) e têm menor densidade de ninhos por área (WEBER, 1972; FOWLER *et al.*, 1986), aspectos que, conjuntamente com as condições ambientais (FARJI-BRENER *et al.*, 2003) podem determinar a demografia dos ninhos das formigas cortadeiras.

Ainda influenciam nesses padrões de distribuição, a presença de organismos competidores inter e intraespecíficos (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990), a complexidade do habitat (FOWLER, 1983), as condições edáficas e, entre outras causas, o espaçamento das plantas (ZANETTI *et al.*, 2000).

III. 1.2- *Influência das plantas e do solo na dispersão dos ninhos.*

A análise fatorial por correspondência múltipla (Figura III.2) mostrou certa agrupamento das variáveis ao redor do solo Nitossolo Vermelho Eutroférico (“Ferralítico Rojo hidratado”) (S:2) e uma marcada relação entre “outras plantas” (OP:0 e OP:1) e os ninhos (N:0, N:1 e N:3) de *Atta insularis*. Assim, por exemplo, os

pontos de menor distância no gráfico correspondem à presença de 1 ou 2 indivíduos de “outras plantas” (OP:1) e de 1 a 5 ninhos de saúvas (N:1).

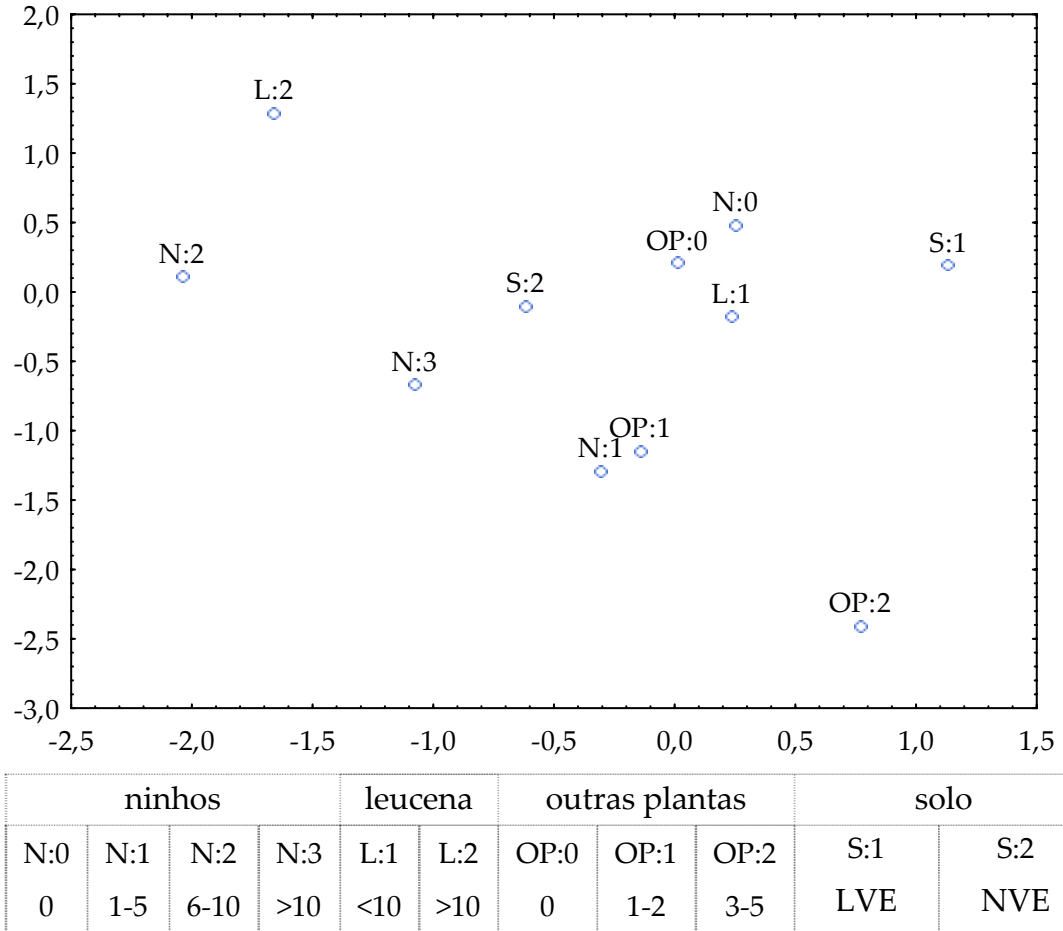


FIGURA III.2. Análise fatorial por correspondência múltipla entre o tipo de solo, as plantas arbóreas e os ninhos de *Atta insularis*. N- ninhos, L- *Leucena leucocephala*, OP- outras plantas lenhosas e S- solo no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Por outro lado, os ninhos dessa espécie de formiga parecem não se associar muito a solos do tipo Latossolo Vermelho Eutroférico (“Ferralítico Rojo típico”) (S:1) ou na presença de muitos indivíduos lenhosos, sejam de leucena (L:2) ou de “outras plantas” (OP:2) (Figura III.2).

As “outras plantas” lenhosas agrupam oito espécies arbóreas presentes na área de estudo. Estas plantas foram: *Acacia farnesiana* (L.) Willd (acacia: Fabaceae), *Albizia* sp. (coração de negro: Fabaceae), *Azadirachta indica* A. Juss (nim: Meliaceae), *Bauhinia* sp. (pata de vaca: Fabaceae), *Cestrum* sp. (coerana: Solanaceae), *Lysiloma bahamensis* (tamarindo: Fabaceae), *Spathodea campanulata* P. Beauv, (tulipa africana: Bignoniaceae) e *Trichilia spondioides* Jacq. (camboata: Meliaceae). Estas espécies, embora não ultrapassassem 22 plantas.ha⁻¹ (em comparação às 473 plantas.ha⁻¹ de leucena, veja abaixo), foram as mais associadas aos ninhos de *Atta insularis*.

As espécies *Azadirachta indica* (5,6 plantas.ha⁻¹) e *Spathodea campanulata* (0,2 plantas.ha⁻¹) foram intensamente forrageadas por *Atta insularis*, durante várias semanas nos meses de maio e fevereiro, respectivamente. No entanto, as outras espécies vegetais, pelo menos nesta etapa, não constituíram um recurso útil como forrageio ou para formar a estrutura dos montículos.

Por outro lado, estas saúvas forrageavam freqüentemente sementes e folíolos de leucena, espécie que teve uma densidade total de 473 plantas.ha⁻¹ e, segundo as observações realizadas, foi a planta mais utilizada por esta formiga. Isso coincide com os estudos de Barrientos (1987), que considerou ser *Atta insularis* o inseto que consome maior quantidade de folhas da *Leucaena leucocephala*. No entanto, a categoria de mais de 10 plantas (L:2) não se relacionou com os ninhos na análise descritiva (Figura III.2).

O solo Nitossolo Vermelho Eutroférico foi o preferido para o estabelecimento dos ninhos de *Atta insularis* (125 ninhos.ha⁻¹) e, por sua vez, apresentou o maior número de plantas de leucena (679 plantas.ha⁻¹) e de outras plantas lenhosas (22 plantas.ha⁻¹) (Tabela III.1).

TABELA III.1. Efeito do solo na agregação dos ninhos de *Atta insularis* e das plantas arbustivas no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

		TIPOS DE SOLO		Mann-Whitney
		Latossolo Vermelho Eutroférico	Nitossolo Vermelho Eutroférico	
Ano de plantio da leucena		1995	1996 e 1997	
Área, ha		2,3	2,8	
Ninhos	postos médios	43,75 (140)	69,25 (357)	U=854,00 Z=-4,20 ***
Leucena		29,14 (430)	83,86 (1934)	U=36,00 Z=-8,93 ***
Outras plantas		49,71 (33)	63,29 (62)	U=1188,00 Z=-2,43 *

*** p<0,001, * p<0,05. () valores reais do número de ninhos e de plantas.

O fato de os formigueiros estarem mais agrupados no solo Nitossolo Vermelho Eutroférico (piquetes 5-9) parece não ter tido muita relação com os indicadores químicos do solo. Nas análises químicas deste mesmo sistema silvipastoril, Alonso (2003) encontrou conteúdos similares de Nitrogênio (N) e matéria orgânica entre as plantações dos anos de 1995, 1996 e 1997 para os dois períodos do ano (chuvoso e pouco chuvoso) (Anexo 1).

Segundo a análise química destes solos, o Fósforo (P) e o Cálcio (Ca) foram relativamente mais altos na área plantada no ano de 1995. Até o momento são escassos os estudos que correlacionam as propriedades químicas do solo com a presença das formigas cortadeiras.

Em relação à drenagem, Ekschmitt *et al.* (2003) encontraram um coeficiente de determinação (R^2) de 0,6 na regressão entre a drenagem do solo e a riqueza de formigas na Europa (com dominância de Myrmicinae: Myrmicini *Myrmica*). Para *Acromyrmex ambiguus*, Link e Link (2003) descreveram o crescimento interno dos ninhos segundo a drenagem do solo e a profundidade do lençol freático. Estes autores afirmam que o tipo de solo tem pouca ou nenhuma influência no estabelecimento dos ninhos. No entanto, Moreira *et al.* (2004) assinalam que o tipo de solo e seu conteúdo de água, bem como as condições microclimáticas, podem afetar significativamente a profundidade dos ninhos no interior do solo e a distribuição espacial das formigas cortadeiras.

Em outros estudos, Link e Link (2007) relatam a preferência de *Atta sexdens piriventris* por solos bem drenados, com a maior ocorrência de ninhos nos solos arenosos rasos e em Litossolos no Rio Grande do Sul. Porém, no sistema silvipastoril, ambos os tipos de solo têm boa drenagem interna, embora o Nitossolo tenha imperfeições de drenagem e, por este motivo, é mais hidratado em comparação com o Latossolo.

Uma das causas que pode explicar a abundância de *Atta insularis* no Nitossolo talvez seja o deslocamento dos ninhos à medida que iam sendo plantados os novos piquetes de *Leucaena leucocephala* (anos de 1996 e 1997), segundo relatam os pesquisadores¹ que trabalharam no sistema silvipastoril desde o começo da plantação, no ano de 1995. Estes pesquisadores também comentaram que as plantas jovens de leucena sofreram forrageio intenso das cortadeiras. Esta ação do corte de *Atta insularis* havia sido observada por Barrientos (1986) durante o estabelecimento de leucena, em outras áreas do ICA.

O deslocamento dos ninhos, segundo Link e Link (2003), é freqüente nas áreas de cultivos agrícolas e de plantação de novos pastos. Este fato, associado ao menor tamanho das plantas de leucena, pelas ações de poda (ALONSO, 2003), parece ter propiciado o maior desenvolvimento dos ninhos de *Atta insularis* no solo Nitossolo Vermelho Eutroférico.

Em relação aos piquetes, a maior agregação de ninhos (274 ninhos.ha⁻¹) teve lugar no piquete seis, o qual, por sua vez foi um dos piquetes de maior número de plantas de leucena e de outras plantas lenhosas (Tabela III.2). Da mesma forma, os valores mais baixos de ocorrência de ninhos, coincidem com o menor número de plantas, como por exemplo, nos piquetes 1 e 2. Estes resultados indicam que as espécies vegetais e sua distribuição, podem contribuir à agregação espacial das formigas cortadeiras de folhas.

¹ Refere-se aos doutores Tomás Ruiz Vázquez e Jatnel Alonso Lazo, comunicação pessoal.

Os dois piquetes iniciais, plantados em 1995, apresentaram a menor população de leucena (161 e 167 plantas.ha⁻¹, respectivamente). Estas plantas tinham mais anos de utilização na alimentação animal, não foram podadas e apresentaram a maior altura (>10m), em comparação com as outras plantas do sistema. A altura das árvores de leucena nesses dois piquetes pode, em parte, explicar a menor quantidade de ninhos de *Atta insularis*, uma vez que pode dificultar o acesso às operárias para o forrageamento.

TABELA III.2. Variações dos postos médios do número de ninhos de *Atta insularis* e das plantas arbustivas entre os piquetes do sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

	PIQUETES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ano de plantio	1995				1996			1997	
Ninhos Fr=146,28 ***	3,99 ^d (7)	4,14 ^d (11)	4,83 ^c (21)	6,03 ^b (101)	6,27 ^b (111)	6,96 ^a (156)	5,16 ^c (86)	3,87 ^d (3)	3,76 ^d (1)
Leucena Fr=135,91 ***	3,07 ^e (92)	3,28 ^e (95)	3,67 ^{de} (116)	3,96 ^d (127)	5,62 ^c (272)	6,33 ^{ab} (351)	6,73 ^a (448)	6,11 ^{bc} (411)	6,24 ^{ab} (452)
Outras plantas Fr=31,28 ***	4,65 ^{cd} (9)	5,13 ^{bc} (12)	5,05 ^b (9)	4,65 ^{cd} (3)	5,54 ^{ab} (24)	5,71 ^a (22)	4,80 ^{cd} (5)	4,96 ^{cd} (9)	4,50 ^d (2)

a,b,c,d,e- índices com letras diferentes, dentro da mesma linha, diferem significativamente a ($p < 0,05$) (SIEGEL e CASTELLAN 1995).

*** $p < 0,001$. () valores reais do número de ninhos e de plantas.

Segundo Schlindwein e Fowler (1999), a distância do ninho às plantas preferidas é o fator que mais pode influir na exploração, na construção do sistema de trilhas de forrageio e na intensidade do corte. Estes autores encontraram que os recursos que estavam mais perto foram mais forrageados por *Atta sexdens*, embora

fossem menos apetecíveis que outros mais distantes. Segundo estes autores, isto está condicionado ao menor custo energético gasto pela colônia.

Em todos os piquetes plantados em 1995, isto é, piquetes 1 a 4, Alonso (2003) encontrou os níveis mais altos de biodiversidade de Arthropoda e maior riqueza de aves. Os dados obtidos por esse autor, também ajudam a explicar a menor quantidade de ninhos da cortadeira nos piquetes 1 e 2, uma vez que vários grupos de artrópodes são predadores (aranhas, escorpiões e diversas famílias de besouros e outras formigas), além de as aves costumeiramente se alimentarem de machos e fêmeas de cortadeiras, na época da reprodução (AUTORI, 1941; MARICONI, 1979).

Por outro lado, nos piquetes 8 e 9, a baixa densidade de ninhos de *Atta insularis* pode estar relacionada com a presença de ninhos de outra espécie de formiga, *Wasmannia auropunctata* Roger (Myrmicinae). Estas formigas da tribo Blepharidattini são notoriamente agressivas, invasoras e territoriais, podem deslocar a fauna de formigas nativas e de outros invertebrados nas áreas recentemente colonizadas (CLARK *et al.*, 1982; DELLA-LUCIA, 2003).

Estas formigas têm hábitos de nidificação e alimentação diferentes daqueles das cortadeiras (MEDINA, 1994). No entanto, com esses antecedentes é possível que *Wasmannia auropunctata* estivesse interrompendo o acesso de *Atta insularis* às plantas preferidas, interferindo nas trilhas de forrageio e na sua atividade de exploração habitual ou no estabelecimento dos ninhos.

III. 2- Morfologia externa dos ninhos de *Atta insularis*.

III. 2.1- *Características e dimensões dos ninhos.*

Os montículos de *Atta insularis*, de forma aproximadamente cônica, estavam constituídos por diferentes materiais como: solo, ramos secos de leucena e de outras plantas lenhosas, fragmentos de folhas secas de capim colonião, assim como folíolos, sementes e fragmentos de vagem de leucena. Gonçalves (1961) descreveu que os ninhos de *Acromyrmex octospinosus* apresentavam montículos redondos em volta dos olheiros, cuja entrada se tornava uma abertura inconspícua ao lado de uma pedra, árvore ou erva. Na Patagônia, Farji-Brener *et al.* (2003) encontraram que os ninhos de *Acromyrmex lobicornis* formavam domos com galhos secos e solo.

Outros autores destacam que a área externa dos ninhos de *Acromyrmex* spp. pode estar constituída por terra solta, palha ou fragmentos vegetais (ARAÚJO E DELLA-LUCIA, 1997; MOREIRA *et al.*, 2007). Em geral, parece que a matéria prima para a construção dos montículos de várias espécies de cortadeiras são as estruturas secas das plantas disponíveis no território de forrageio e no solo. Isto também depende das condições climáticas predominantes na região e da necessidade de regular a temperatura e a umidade interna da colônia (FARJI-BRENER *et al.*, 2003; BOLLAZZI e ROCES, 2007).

Neste trabalho, as medidas que descrevem a arquitetura externa dos ninhos de *Atta insularis* têm uma correlação significativa (Tabela III.3). O diâmetro menor e maior dos montículos são as variáveis que têm o coeficiente de correlação mais alto (0,96), seguido pela relação entre número de trilhas e seu comprimento (0,95).

TABELA III.3. Correlação não paramétrica (Spearman) entre as medidas da morfologia externa dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas		Montículo			Olheiro		Trilha	
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Montículo	altura, cm M1	-	0,66 **	0,66 **	0,28 **	0,59 **	0,32 **	0,29 **
	diâmetro maior, cm M2	0,66 **	-	0,96 **	0,30 **	0,68 **	0,44 **	0,41 **
	diâmetro menor, cm M3	0,66 **	0,96 **	-	0,31 **	0,67 **	0,41 **	0,39 **
Olheiro	número M4	0,28 **	0,30 **	0,31 **	-	0,41 **	0,14 *	0,15 **
	diâmetro, cm M5	0,59 **	0,68 **	0,67 **	0,41 **	-	0,41 **	0,36 **
Trilha	número M6	0,32 **	0,44 **	0,41 **	0,14 *	0,41 **	-	0,95 **
	comprimento, m M7	0,29 **	0,41 **	0,39 **	0,15 **	0,36 **	0,95 **	-

** p<0,01 * p<0,05

Isto indica que os diâmetros são diretamente proporcionais entre si e com a altura, ou seja, quando se incrementa alguma destas dimensões, as outras também acrescentam sua magnitude. Além disso, estes resultados indicam que, quando existem mais trilhas de forrageio, estas apresentam um comprimento maior.

A altura dos montículos variou entre 0 e 40cm, os valores médios para cada grupo da análise multivariada de conglomerados está na Tabela III.4, sendo que, 43,4% dos casos, isto é, os que se agrupam homogeneamente no conglomerado 1, tiveram uma altura média de 3,53cm.

TABELA III.4. Valores médios das variáveis de morfologia externa segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas		Conglomerados				
		1	2	3	4	5
Montículo	altura, cm	3,53	4,72	1,72	6,49	3,83
	diâmetro maior, cm	28,07	50,78	12,16	46,43	26,96
	diâmetro menor, cm	23,79	43,56	9,92	39,71	22,88
Olheiro	número	0,92	1,22	0,82	1,05	1,00
	diâmetro, cm	2,41	4,11	0,92	4,63	3,06
Trilha	número	0,41	1,33	0,00	0,89	1,00
	comprimento, m	0,90	46,50	0,00	3,01	42,75
Número de casos †		118	9	65	56	24
Porcentagem, %		43,38	3,31	23,90	20,59	8,82

† o número total de casos estudados foi 272 (8 ninhos em 34 semanas).

Os diâmetros variaram entre 0 e 70cm para o diâmetro maior e para o menor entre 0 e 58cm. Os nove casos que tiveram a medida zero para estas dimensões coincidiram com os ninhos que tinham o olheiro ao nível do solo.

Estes cinco conglomerados têm características relevantes que os identificam. Nos grupos 1 e 5 (43,38% e 8,82%, respectivamente) se agrupam os montículos de tamanho médio, no primeiro caso sem trilhas e no outro com trilhas bem desenvolvidas.

O conglomerado 2 com 3% dos casos agrupa os ninhos grandes e com trilhas; os montículos pequenos e sem trilhas foram congregados no grupo 3 com uma representação de 24% dos casos. Por último, o grupo 4, com 20% agrupa aquelas crateras altas e com olheiros de diâmetro amplo.

A área dos montículos foi obtida para os casos mais representativos, sendo de aproximadamente 5,27m² para 43,38% dos casos, 1m² para 23,90% e, 14,55m² para 20,59% dos casos. Moreira *et al.* (2004) encontraram que, para *Atta bisphaerica*, a área do montículo variou entre 23m² e 188m², com uma média de 111m².

Os olheiros, em cada montículo variaram de zero a três, embora o mais comum fosse encontrar um; seus diâmetros variaram entre 0 e 7cm. Em alguns casos, os olheiros estavam fechados pela ação das chuvas ou porque as formigas fechavam a entrada ao ninho com materiais secos para se proteger das temperaturas frias na noite, de outros eventos climáticos e até mesmo da possível entrada de predadores.

Para *Atta bisphaerica*, os olheiros ativos variaram entre 1 e 4 (com média de 1,93) (MOREIRA *et al.*, 2004). Soares *et al.* (2006) observaram que os ninhos de *Acromyrmex rugosus* tinham entre 1 e 2 olheiros.

Em relação às trilhas, nos meses de março a maio foram observadas até três e quatro trilhas em dois ninhos. No entanto, nos meses mais chuvosos, de junho a outubro (veja o próximo item), quase não se encontraram trilhas bem definidas.

Entre a serrapilheira e os colmos do capim coloniã, as trilhas dos ninhos de *Atta insularis* alcançaram o comprimento de até 54m, e as trilhas menores foram de apenas 1m. Também, se observou que outros ninhos da área tinham o montículo na base da árvore que estava sendo forrageada e, portanto, sua trilha visível foi totalmente vertical, diretamente no caule da planta.

Segundo observaram Moreira *et al.* (2004) em *Atta bisphaerica*, o comprimento das trilhas oscilou entre 0,5 e 10m (com média de 3,63m) mais as bifurcações e a largura das trilhas variou entre 1,7 e 5,7cm (com média de 2,96cm). Para *Atta vollenweideri*, as trilhas alcançaram até 12cm de largura (0-15cm) e 100m de comprimento. As trilhas principais atingiram entre 70 e 80m de comprimento, enquanto as bifurcações só raramente ultrapassavam 20m (SIMAS *et al.*, 2003).

III. 2.2- *Influência da estação e das variáveis climáticas na arquitetura externa.*

Estas variáveis da morfologia externa estiveram influenciadas pela época do ano. Pela distribuição das precipitações, no período experimental, foi considerada a época pouco chuvosa nos meses de janeiro a maio e a estação chuvosa de junho a outubro.

No período pouco chuvoso, o total de precipitações foi de 83mm e no chuvoso, de 860mm (Figura III.3). Além disso, no horário da manhã, no período de escassez de precipitações, a temperatura média foi de 25°C e a umidade de 69% e, no período chuvoso, de 28°C e 86%, respectivamente.

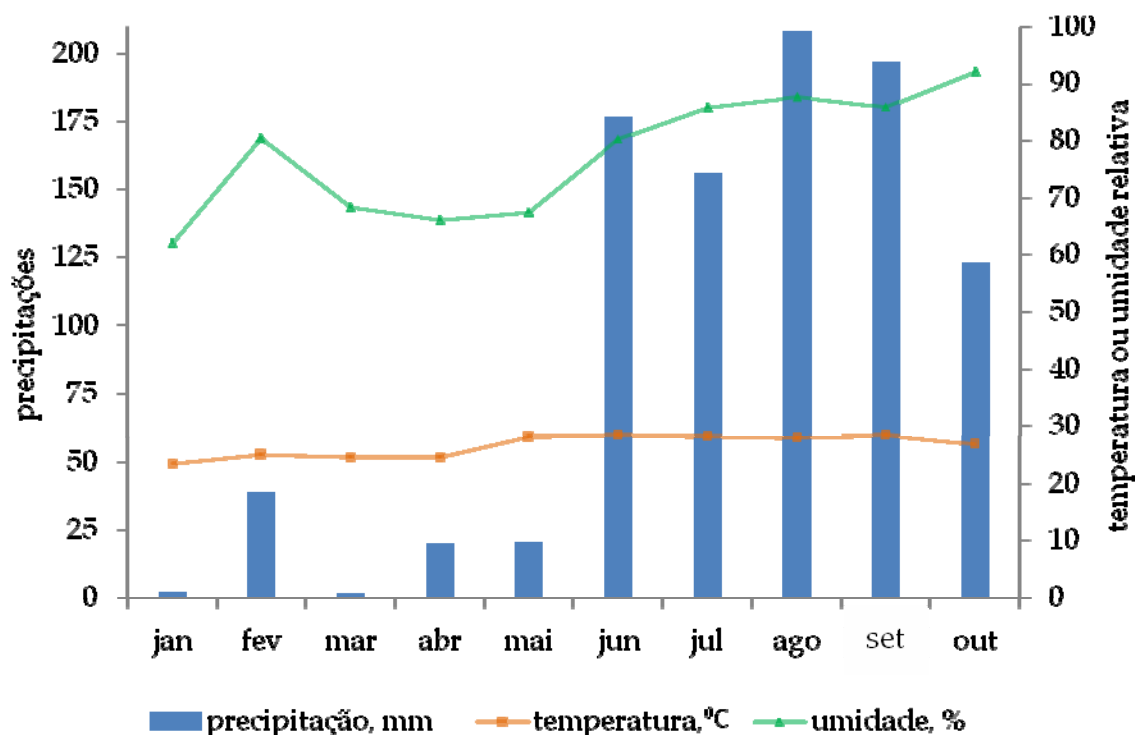


FIGURA III.3. Temperatura e umidade relativa médias ocorridas das 08:00-12:00h (nos dias de amostragem) e precipitações acumuladas durante o período de estudo no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

A altura e os diâmetros dos montículos têm dimensões menores no período chuvoso (Figura III.4). Isto pode ter sido influenciado pela baixa atividade de forrageio que existiu nesta época (ver item III.4.2), assim como, pelo efeito direto das precipitações e das enxurradas sobre os ninhos. O material que forma os ninhos pode se espalhar, alterando a arquitetura dos ninhos de *Atta insularis*.

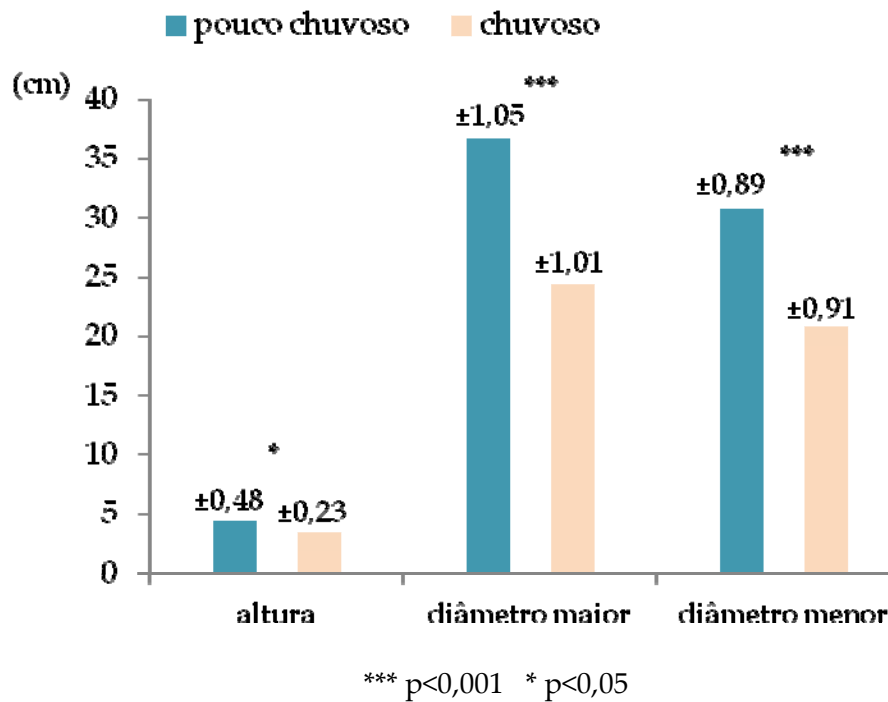


FIGURA III.4. Efeito da época do ano nas dimensões dos montículos dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Durante a estação pouco chuvosa, os montículos permaneceram mais expostos na área. Eles eram formados, na sua maioria, por materiais vegetais secos como: ramos, caules, fragmentos de vagens e folhas. Neste período, as sementes de leucena foram observadas freqüentemente ao redor das aberturas do ninho e, às vezes, estas estavam abertas, fragmentadas ou cortadas pelas formigas.

Na época chuvosa, o crescimento do capim colônião e de outras plantas de porte baixo disfarçava os ninhos de *Atta insularis* na área. Os elementos que predominaram nos montículos, nessa época, foram as sementes germinadas de leucena, o solo recentemente removido pelas formigas durante a limpeza dos ninhos (ver item III. 4.2) e os fragmentos de materiais vegetais secos e verdes (Figura III.5).



Fotos: Madelen Herrera, 2007.

FIGURA III.5. Materiais que formavam parte da arquitetura externa dos ninhos de *Atta insularis*. A- materiais secos e sementes ao redor do olheiro central dos montículos no período pouco chuvoso. B- Sementes germinadas e solo nos montículos de *Atta insularis* no início da época chuvosa no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Neste mesmo período, as trilhas de *Atta insularis* foram menores, em número e comprimento (Figura III.6). Este fato pode estar relacionado com os padrões de forrageio dos ninhos e, com as intensas precipitações (860mm) e a alta umidade relativa (86%) na estação referida, fatores que se correlacionam negativamente com as medidas das trilhas (Tabela III.5).

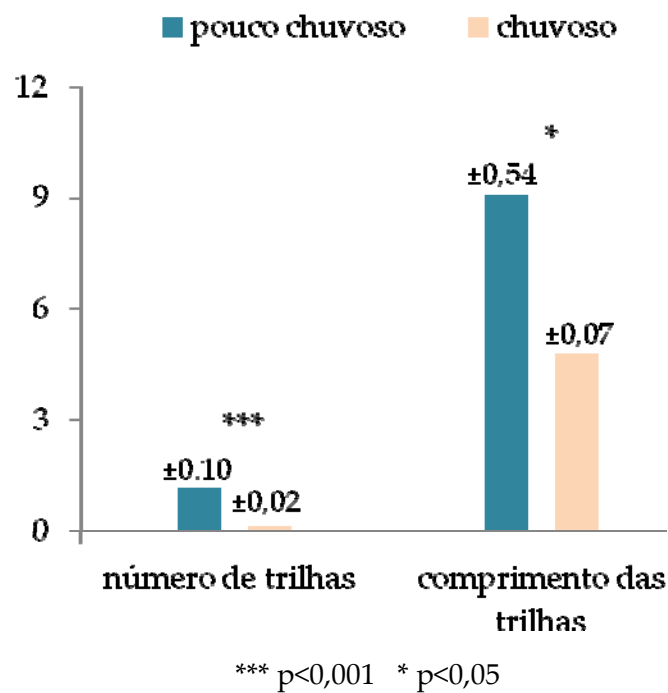


FIGURA III.6. Efeito da época do ano no número e comprimento das trilhas dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

TABELA III.5. Influência da temperatura, umidade e precipitações na morfologia externa dos ninhos de *Atta insularis* segundo a correlação de Spearman, no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas		Temperatura, °C	Umidade relativa, %	Precipitações, mm		
				antes	depois	total
Montículo	altura, cm	-0,11*	-0,14*	-0,12*	-0,11*	-0,10
	diâmetro maior, cm	-0,10*	-0,48**	-0,33**	-0,25**	-0,23**
	diâmetro menor, cm	-0,11*	-0,45**	-0,34**	-0,24**	-0,23**
Olheiro	número	-0,10	-0,20**	-0,16**	-0,07	-0,10*
	diâmetro, cm	-0,26*	-0,35**	-0,28**	-0,24**	-0,17**
Trilha	número	-0,27**	-0,58**	-0,44**	-0,38**	-0,28**
	comprimento, m	-0,19**	-0,51**	-0,36**	-0,31**	-0,22**

** p<0,01 * p<0,05

No Paraguai, Fowler e Robinson (1979) encontraram que o número e o comprimento das trilhas de *Atta sexdens* tiveram uma ampla variação sazonal, mas com um padrão diferente daquele que foi observado nas trilhas de *Atta insularis*, nas condições climáticas e latitudinais de Cuba e do agroecossistema em estudo. Segundo estes autores, as trilhas de *Atta sexdens* mantiveram-se relacionadas, quanto ao número e o comprimento entre os períodos. Assim sendo, as trilhas foram mais numerosas (5 a 12) e menos compridas (8,5 e 21,4m) nos meses frios (junho a outubro) e, no verão foram menos numerosas (entre 5 e 9) e alcançaram até 32,6m de comprimento médio.

O coeficiente de correlação não supera 0,60 e é altamente significativo na maioria dos casos (Tabela III.5). Nota-se que os fatores climáticos estudados têm uma relação inversa com as características morfológicas, sendo que, o aumento da temperatura, da umidade relativa e das precipitações parece influenciar negativamente nas dimensões dos montículos.

Segundo os dados da Tabela III.5, as precipitações, aparentemente, não tiveram um efeito relevante na altura. Porém, no período chuvoso, frequentemente foi observada a desobstrução de galerias, a renovação de terra (ver item III.4.5) e a reconstrução dos montículos de *Atta insularis*, logo depois que cessavam as precipitações que podiam durar várias horas ou dias.

Bollazzi e Roces (2007), afirmaram que existem poucos estudos que avaliam o efeito dos fatores climáticos na estrutura dos ninhos das formigas cortadeiras. Com o propósito de ampliar estes aspectos, os autores citados induziram circulações de ar seco e úmido em colônias de *Acromyrmex ambiguus* mantidas no laboratório. Bollazzi e Roces (2007) observaram que as operárias fechavam com fragmentos de folhas aqueles túneis por onde circulava ar seco, enquanto que, o ar úmido não teve efeito na edificação e acumulação de folhas. Esses resultados parecem não coincidir com o efeito negativo da umidade relativa na construção externa dos ninhos de *Atta insularis*, neste trabalho, em condições de campo.

III. 2.3- Efeito da atividade de forrageio na arquitetura externa dos ninhos.

A realização da atividade de forrageio pela colônia também foi outro fator que propiciou o incremento da altura e dos diâmetros dos montículos de *Atta insularis* (Figura III.7). Este fato pode ser o resultado da permanência dos fragmentos vegetais forrageados pelas operárias na parte externa dos ninhos, o que foi mais freqüente quando os ninhos apresentavam um forrageio contínuo.

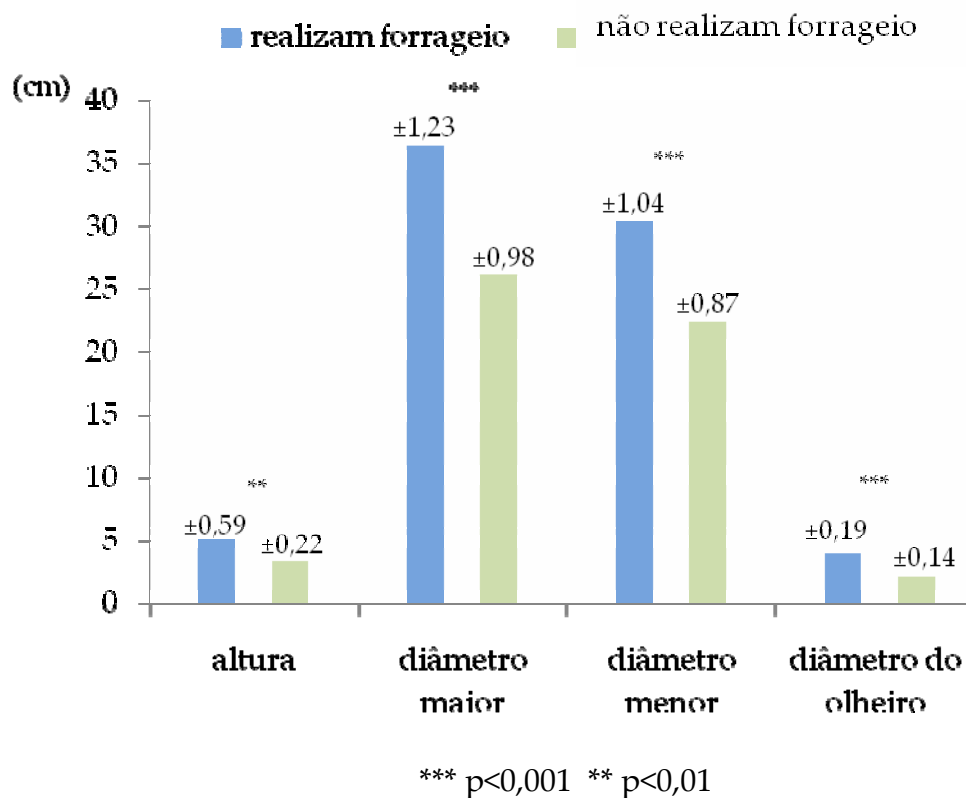


FIGURA III.7. Efeito da atividade de forrageio na altura e nos diâmetros dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

O número de olheiros e de trilhas também foi favorecido pela realização da atividade de forrageio, uma vez que esta tarefa demandou a abertura de novos olheiros e trilhas para facilitar a movimentação e organização do trânsito das operárias que carregavam os materiais vegetais (Figura III.8).

Além disso, é possível que a abertura dos olheiros neste período estivesse estimulada pela necessidade de ventilação dos ninhos. Isto é importante para renovar o CO₂ nas câmaras internas e, para manter os níveis de umidade necessários à cultura do fungo (WEBER, 1982; KLEINEIDAM e ROCES, 2000).

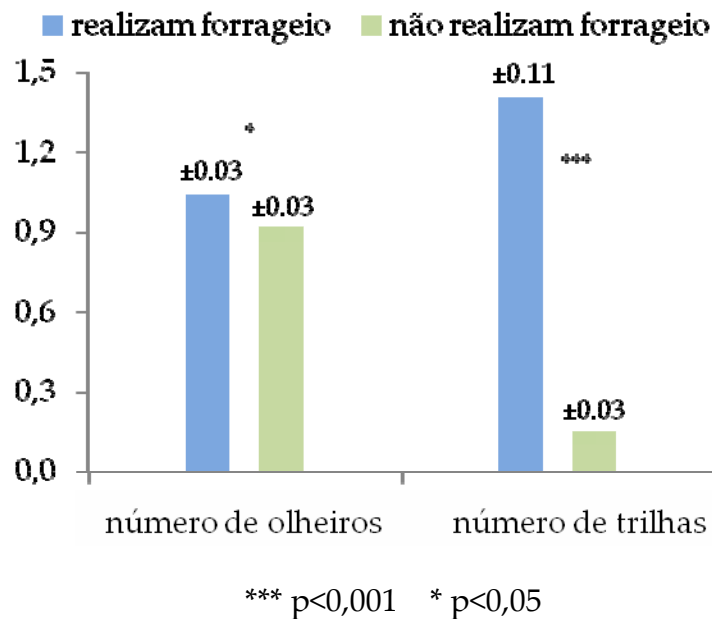


FIGURA III.8. Número de olheiros e de trilhas em relação à atividade de forrageio dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Neste estudo, também foi verificada a influência da presença do gado leiteiro Holstein na morfologia externa dos ninhos de *Atta insularis* e, segundo a análise de discriminante, não houve diferenças significativas para nenhuma das medidas externas efetuadas nos ninhos. O fato de os animais não interferirem na arquitetura dos ninhos pode ter sido influenciado pelo curto período de permanência do gado na área (2 dias, no horário da manhã) e o tempo de repouso da pastagem que, no período de maior atividade dos ninhos (ver item III. 4.2), foi maior (40 a 62 dias).

III. 3- Plantas hospedeiras de *Atta insularis*.

III. 3.1- Espécies vegetais utilizadas pelas colônias.

As operárias de *Atta insularis* utilizaram 7 espécies vegetais de um total de cerca de 12 espécies presentes na área de estudo, mais uma espécie (*Delonix regia*, flamboyant: Fabaceae) localizada alguns metros além do sistema silvipastoril (Tabela III.6). Nesta pastagem predominaram as espécies que foram plantadas para o estabelecimento do sistema silvipastoril, isto é, leucena e o capim colônia.

TABELA III.6. Espécies vegetais forrageadas pelas operárias de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Ordem	Família	Nome científico	Nome comum
Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	leucena
		<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	flamboyant
		<i>Teramnus labialis</i> (L.f.) Spreng.	teramnus
Sapindales	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	nim
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv	tulipa africana
Poales	Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim colônia
Alismatales	Butamaceae	<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Humb & Bomp) Buchenau.	hidrocleis

De *Leucaena leucocephala* foram forrageadas diferentes partes, principalmente os folíolos e outros fragmentos da folha, as sementes e as vagens (Figura III.9). Na área de estudo, existiam aproximadamente 2.364 árvores de leucena, distribuídas nos 9 piquetes do sistema silvipastoril. Nos piquetes (6 e 7), que continham os 8 ninhos estudados, foram quantificadas 799 plantas desta leguminosa com mais de 10m de altura.



A



B



C



D

Fotos: Madelen Herrera, 2007.

FIGURA III.9. Corte e transporte de diferentes estruturas de *Leucaena leucocephala* (leucena: Fabaceae) pela formiga *Atta insularis*. A- folíolo; B- fragmento de folha que inclui 10 folíolos; C- semente e D- corte de uma vagem imatura de leucena no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

A utilização das sementes pelas formigas cortadeiras é referida por vários autores como uma forma de predação ou dispersão de espécies vegetais. Esta última ação facilita a sucessão vegetal e o restabelecimento florestas em áreas abandonadas pela agricultura e a pecuária (PETERNELLI *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*, 2007). Segundo estas duas referências, as sementes que são recrutadas para o ninho ou, pelo menos, as que são manipuladas pelas operárias, têm uma estrutura rica em lipídios chamada elaiosoma, que é coletada por várias espécies de formigas para sua alimentação. Embora, não fosse observada a presença do elaiosoma nas sementes de *Leucaena leucocephala*, elas foram removidas e transportadas para o interior dos ninhos.

A leguminosa *Delonix regia* tinha somente uma árvore, a qual estava situada fora do limite da área de estudo. Esta planta era bem desenvolvida, com uma altura aproximada de 12m e suas flores apareceram entre os meses de junho-agosto.

As plantas de *Tenamnus labialis*, estavam espalhadas por quase toda a área. Esta espécie forma parte da vegetação rasteira do sistema silvipastoril e teve um rápido crescimento com o começo das chuvas no mês de junho.

Por outro lado, as 28 árvores de *Azadirachta indica* foram estabelecidas no agroecossistema no ano de 1996, para ajudar a incrementar a biodiversidade vegetal da pastagem. Em Cuba, esta planta é utilizada como princípio ativo na confecção de bio-inseticidas naturais para o manejo de diversos insetos herbívoros (ESTRADA e LÓPEZ, 1998; SELJASEN e MEADOW, 2006; SENTHIL *et al.*, 2007).

Atualmente estão sendo avaliadas iscas à base de nim para a o manejo dos ninhos de *Atta insularis* (ESTRADA, 2007 - dados não publicados). Também, Oliveira *et al.* (2005) encontraram que as operárias de *Atta sexdens rubropilosa* mostraram susceptibilidade ao óleo das sementes de *Azadirachta indica*. No entanto, uma destas plantas foi objeto de uma alta pressão de corte (maio e junho) por parte das operárias de um dos ninhos (Figura III.10).



Fotos: Madelen Herrera, 2007.

FIGURA III.10. Folhas de *Azadirachta indica* (nim: Meliaceae) cortadas por *Atta insularis*. A- Corte bem definido na folha; B- operária carregando um fragmento de folha sobre um ramo derrubado de leucena em trilha no sistema silvipastoril leucaena-capim colômbio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Nesse sentido, vai ser interessante continuar a observar este ninho e suas futuras relações com esta planta. É possível que no período que as cortadeiras utilizaram suas folhas, seus metabólicos secundários², estivessem em concentrações muito baixas. Mesmo assim, o ninho permaneceu inativo por mais de 4 meses depois de forragear esta Meliaceae.

Segundo Costa e Vasconcelos (2003), a seleção de plantas por parte das formigas cortadeiras é influenciada pelo conteúdo de nutrientes, compostos secundários e barreiras físicas presentes nas folhas. A presença destas substâncias de defesa e, a textura das plantas podem ter diferenças sazonais em resposta a fatores ambientais e, por este motivo, pode mudar a palatabilidade para as cortadeiras e seu fungo (FEENY, 1970; FOWLER, 1977; ROCKWOOD, 1977; PINTERA, 1983).

O capim colônia, *Panicum maximum*, estava disseminado por toda a área. Esta gramínea, no período chuvoso, alcançou uma altura entre 1,00 e 1,60m, com grande produção de biomassa verde e matéria vegetal morta. As estruturas secas da planta foram amplamente utilizadas pelas operárias de *Atta insularis*.

A tulipa africana, *Spathodea campanulata*, esteve representada por uma única planta, com altura aproximada de 7m (Figura III.11). Esta árvore foi desfolhada por *Atta insularis* duas vezes (ver item III.4.2) no período de estudo. Depois do corte intenso que as formigas fizeram, o qual atingiu até a cortiça do caule, a planta se

² Azadiractina, nimbina, salanina e outros terpenóides, alcalóides e compostos fenólicos (AGUIAR-MENEZES, 2005).

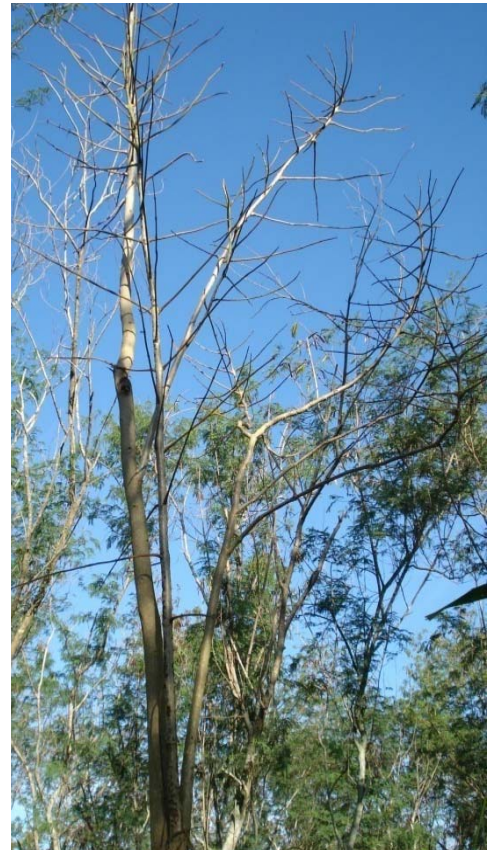
recuperou e conseguiu restabelecer novamente sua folhagem, embora ficassem marcas no seu caule (Figura III.10.C-c1).



A



B



C

Fotos: Madelen Herrera, 2007.

FIGURA III.11. Plantas hospedeiras de *Atta insularis*. A- folhas e flor de *Teramnus labialis*; B- *Hydrocleys nymphoides*, C- *Spathodea campanulata*, c1- sinal do corte das operárias na cortiça do caule da planta no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Por outro lado, a planta aquática *Hydrocleys nymphoides* (Figura III.11.B) apareceu numa área alagada, cujo solo secou e facilitou o trânsito das operárias de *Atta insularis* para o forrageio contínuo das folhas e talos, quase na sua totalidade.

III. 3.2- Preferência pelas plantas hospedeiras.

Os materiais secos de diferentes plantas, em especial, de *Panicum maximum*, conjuntamente com os fragmentos de *Leucaena leucocephala* foram os recursos vegetais mais utilizados pelas operárias de *Atta insularis*. O uso destas duas espécies não mostrou diferenças significativas entre si, mas apenas com as demais plantas (Tabela III.7).

TABELA III.7. Preferência das operárias de *Atta insularis* entre as plantas hospedeiras no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Plantas hospedeiras	Número de formigas (postos médios)	Friedman sign.
Materiais secos (<i>Panicum maximum</i> + outras plantas não identificadas)	3,33 ^a	Fr=151,05 ***
<i>Leucaena leucocephala</i>	3,28 ^a	
<i>Teramnus labialis</i>	2,81 ^b	
<i>Delonix regia</i>	2,80 ^b	
<i>Azadirachta indica</i>	2,78 ^b	

^{a,b}- índices com letras diferentes, dentro da mesma linha, diferem significativamente a ($p < 0,05$) (SIEGEL e CASTELLAN 1995).

*** $p < 0,001$.

Durante o período de estudo não foi observado o corte de materiais verdes ou frescos das plantas de *Panicum maximum*. As operárias utilizavam as folhas e caules secos desta gramínea que estavam entre a serrapilheira, fragmentos que também podiam ser confundidos com as estruturas secas de diferentes plantas do agroecossistema. Também, Schlindwein (1991) observou que as operárias de *Atta sexdens rubropilosa* coletaram uma grande proporção (46%) de fragmentos secos. Estes materiais leves podiam ser empregados para o controle da umidade interna da colônia (FOWLER, 1979), para fazer um efeito tampão de mudanças de temperatura ou para fechar temporariamente os olheiros do ninho (FARJI-BRENER *et al.*, 2003).

Leucaena leucocephala se destaca por seu valor nutritivo para alimentação animal, pois é referida pela sua boa palatabilidade e altos teores de proteína, os quais alcançam até 24% (SHELTON e JONES, 1994; LEON *et al.*, 1998; PAMO *et al.*, 2007).

As demais espécies vegetais não tiveram diferenças significativas no seu forrageamento pelas operárias. Nesta análise, não foi incluída a espécie *Spathodea campanulata*, pois ela foi forrageada pelas formigas de um dos ninhos estudados, mas no período anterior aos experimentos (prova de observação), durante o qual não se registraram todos os dados para a análise.

Da árvore *Delonix regia*, foram cortadas as flores e, em raras ocasiões, as folhas. Outras flores carregadas foram as de *Teramnus labialis*, leguminosa rasteira que se encontrava enrolada entre as plantas de capim coloniã, em quase toda a extensão do sistema silvipastoril.

Diferente de outros materiais, como os folíolos amarelos e as sementes de leucena, não foi observada a rejeição para fora dos ninhos, das flores de *Delonix regia* e de *Teramnus labialis*. Parece que essas flores, de consistência suave e de odores quase imperceptíveis, constituíram um recurso nutritivo e palatável para as colônias e, talvez por isso, não foram discriminadas pelas operárias no interior dos ninhos, momento esse em que pode haver uma nova avaliação dos parâmetros físicos e químicos do material (VERZA *et al.*, 2007a).

III. 4- Estratégias de limpeza e forrageio dos ninhos de *Atta insularis*.

III. 4.1- Características da atividade de limpeza.

A atividade de limpeza envolveu o transporte de materiais desde o interior até o exterior dos ninhos de *Atta insularis*. Isto incluiu: a) porções de terra, resultantes da desobstrução de galerias ou da construção de novos depósitos, b) material fresco rejeitado pela colônia, c) material contaminado, d) material seco e, e) formigas mortas, mutiladas ou recusadas pelo ninho.

Destas tarefas, foram mais freqüentes a realocação de solo e o transporte de materiais secos. As outras atividades se agruparam diretamente na categoria de limpeza total. A correlação entre estas variáveis foi significativa e positiva em todos os casos (Tabela III.8). Assim, o número de formigas carregando solo teve um aporte importante (0,74) à limpeza total dos ninhos.

TABELA III.8. Correlação não paramétrica entre as medidas de limpeza dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas		F1	Número de formigas que removiam diferentes materiais		
			F2	F3	F4
tipos de materiais F1		-	0,68 **	0,70 **	0,93 **
Número de formigas	solo F2	0,68 **	-	0,25 **	0,74 **
	materiais secos F3 (<i>Panicum maximum</i> + outras plantas)	0,70 **	0,25 **	-	0,64 **
	limpeza total F4	0,93 **	0,74 **	0,64 **	-

** p<0,01

No entanto, os tipos de materiais que foram movimentados durante esta atividade tiveram os valores mais altos da correlação (0,93) em relação à limpeza total. Isto sugere uma maior utilização e mobilização de diferentes recursos nos períodos onde as operárias realizaram limpeza ativamente.

Por outro lado, na análise de conglomerados se podem identificar 3 grupos de ninho com baixa, média e alta intensidade de limpeza (Tabela III.9). O conglomerado 1 agrupa 80% dos casos estudados e descreve os valores mais baixos de atividade, ainda sobressaindo a heterogeneidade de materiais e a remoção de solo.

TABELA III.9. Descrição da limpeza segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas de limpeza		Conglomerados		
		1	2	3
tipos de materiais		0,52	1,85	2,00
número de formigas	solo	0,35	4,87	17,00
	materiais secos (<i>Panicum maximum</i> + outras plantas)	0,29	1,74	2,43
	limpeza total	0,76	7,24	19,71
Número de casos †		219	46	7
Porcentagem, %		80,51	16,91	2,57

† o número total de casos estudados foi 272 (8 ninhos em 34 semanas).

O conglomerado 2, com 16,91% dos casos, agrupa os ninhos que desempenharam maior atividade de limpeza do que o grupo 1. Por outro lado, o conglomerado 3 agrupa aqueles ninhos com uma ampla atividade de limpeza, sendo que isto é característico somente do 2,57% da amostra.

III. 4.2- Influência da estação do ano e das variáveis climáticas na limpeza.

Como observado no restante das atividades realizadas pelas operárias, no exterior do ninho, a maioria dos fatores climáticos tiveram uma correlação negativa e significativa com a limpeza (Tabela III.10). Neste caso, a temperatura foi a variável que mais se correlacionou com a limpeza total, tendo assim, um efeito negativo no desenvolvimento desta atividade.

TABELA III.10. Influência da temperatura, umidade e precipitações nas variáveis de limpeza dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas de limpeza		Temperatura, °C	Umidade relativa, %	Precipitações, mm		
				antes	depois	total
tipos de materiais		-0,26**	-0,36**	-0,25**	-0,18**	-0,12*
número de formigas	solo	-0,01	0,21**	0,07	0,04	0,08
	materiais secos (<i>Panicum maximum</i> + outras plantas)	-0,18**	-0,21**	-0,14*	-0,23**	-0,09
	limpeza total	-0,24**	-0,08	-0,15**	-0,20**	-0,12

** p<0,01 * p<0,05

Em geral, a umidade relativa foi o fator que apresentou os valores mais altos do coeficiente de correlação para a maioria das variáveis. A atividade de limpeza das colônias foi estimulada pelo aumento da umidade relativa.

No período chuvoso, quando os valores de umidade foram superiores, a desobstrução de galerias e a remoção do solo tiveram maior intensidade (Figura III.12). Isso também pode estar relacionado com o efeito direto da chuva na arquitetura e construção dos ninhos, sendo que a água pode compactar e tapar os canais e câmaras da colônia.

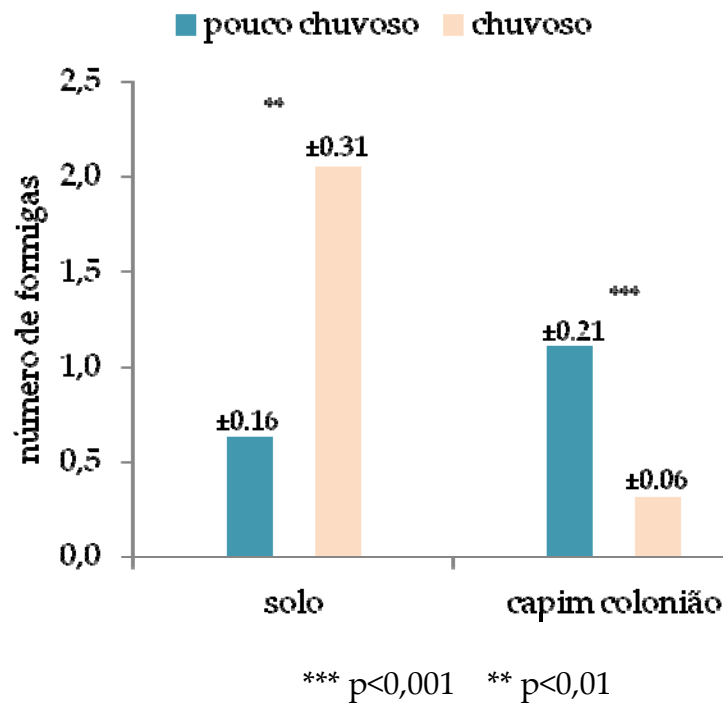


FIGURA III.12. Número de formigas que removiam solo e capim colônia (*Panicum maximum*) nos períodos do ano no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Depois das chuvas, foi observada, freqüentemente, a movimentação de grumos de solo. Embora o fator precipitação não tivesse correlação significativa com o carregamento de solo, é importante destacar a ação conjunta de todas as variáveis climáticas, as quais definem ambos os períodos estudados.

A utilização de materiais secos de diferentes plantas, em especial de *Panicum maximum*, foi mais intensa na estação seca. Neste caso, o fator mais influente foi a precipitação posterior à amostragem. Assim, o carregamento destes fragmentos diminuiu com as chuvas. É sugerido que este material seco possa reduzir a infiltração da água e facilitar a aeração da colônia.

Apesar das diferenças sazonais já descritas para estas duas atividades, a limpeza total da colônia foi similar durante todo o ano de estudo (Figura III.13). Isto é, a limpeza se efetuou regularmente, embora as condições climáticas e da vegetação fossem diferenciadas.

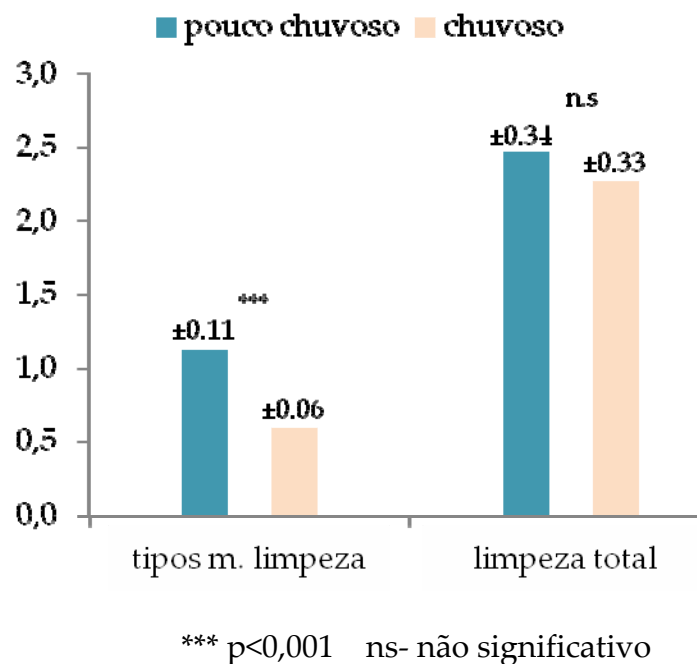


FIGURA III.13. Efeito do período do ano nos tipos materiais de limpeza e o número total de formigas que fizeram limpeza nos ninhos no sistema silvipastoril leucena-capim colônio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

III. 4.3- Características da atividade de forrageio.

As variáveis que descreveram as atividades de forrageio de *Atta insularis* tiveram uma correlação significativa (Tabela III.11). Em todos os casos, a relação é positiva, portanto, com o aumento do número de formigas que realizam uma atividade, aumentam também as operárias que desempenham outras tarefas.

TABELA III.11. Correlação não paramétrica entre as medidas que descrevem a atividade de forrageio dos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colonião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas de forrageio		F1	Número de formigas que forrageavam diferentes materiais								
			F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
tipos de plantas F1		-	0,85 **	0,60 **	0,49 **	0,95 **	0,47 **	0,31 **	0,51 **	0,88 **	
Número de formigas	<i>Leucena leucocephala</i>	folíolos F2	0,85 **	-	0,37 **	0,33 **	0,91 **	0,45 **	0,11 *	0,27 **	0,75 **
		sementes F3	0,60 **	0,37 **	-	0,40 **	0,61 **	0,17 **	0,14 *	0,35 **	0,56 **
		outros materiais F4	0,49 **	0,33 **	0,40 **	-	0,48 **	0,33 **	0,08	0,15 **	0,41 **
		total F5	0,95 **	0,91 **	0,61 **	0,48 **	-	0,45 **	0,20 **	0,38 **	0,85 **
		<i>Teramnus labialis</i> F6	0,47 **	0,45 **	0,17 **	0,33 **	0,45 **	-	0,20 **	0,01	0,40 **
	<i>Azadirachta indica</i> F7	0,31 **	0,11 *	0,14 *	0,08	0,20 **	0,20 **	-	0,16 **	0,26 **	
	<i>Delonix regia</i> F8	0,51 **	0,27 **	0,35 **	0,15 **	0,38 **	0,01	0,16 **	-	0,47 **	
	forrageio total F9	0,88 **	0,75 **	0,56 **	0,41 **	0,85 **	0,40 **	0,26 **	0,47 **	-	

** p<0,01 * p<0,05

Os tipos de plantas que foram forrageadas pelas cortadeiras e o número de formigas que carregavam folíolos de *Leucaena leucocephala* tiveram um alto coeficiente de correlação (0,85). Da mesma forma, o forrageio total desta planta teve forte correlação com as duas variáveis anteriores. Os folíolos de *Leucaena leucocephala* foram os materiais mais forrageados por *Atta insularis*.

Em correspondência com este resultado, na análise de conglomerados (Tabela III.12), os folíolos foram o tipo de material mais carregado pelas operárias em quase todos os grupos, em especial no conglomerado 5, que agrupa 85% dos casos estudados.

TABELA III.12. Descrição do forrageio segundo os grupos da análise multivariada de conglomerados de ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colômbio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas			Conglomerados					
			1	2	3	4	5	6
tipos de plantas			3,00	2,00	2,24	3,00	0,12	3,50
Número de formigas	leucena	folíolos	33,50	1,00	5,15	0,00	0,15	1,50
		sementes	2,00	1,00	0,76	2,00	0,02	0,50
		outros mat.	1,00	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00
		total	36,50	2,00	6,41	2,00	0,18	2,00
	<i>Teramnus labialis</i>		0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	1,00
	<i>Azadirachta indica</i>		0,00	0,00	0,76	0,00	0,01	21,50
	<i>Delonix regia</i>		1,50	30,50	0,79	60,00	0,02	1,00
	forrageio total		162,00	98,00	39,26	135,00	1,31	122,50
Número de casos †			2	2	34	1	231	2
Porcentagem, %			0,73	0,73	12,5	0,37	84,93	0,73

† o número total de casos estudados foi 272 (8 ninhos em 34 semanas).

O forrageio intenso dos folíolos de *Leucaena leucocephala* pode estar relacionado com a facilidade de coleta e transporte, com as características nutritivas desta planta e talvez, também, pela abundância do material disponível. A idéia da qualidade nutritiva e do conteúdo de compostos repelentes na seleção ou rejeição das plantas pelas cortadeiras é aceita por inúmeros autores (ROCKWOOD, 1976; WALLER, 1982; PINTERA, 1983; ROCKWOOD e HUBBELL, 1987; ROCES e NÚÑEZ, 1993).

A idéia de abundância não é muito sustentada, pois, nos estudos de Rockwood (1976), as espécies de plantas mais raras foram intensamente cortadas por *Atta cephalotes* e *Atta colombica*, enquanto que, as mais comuns foram aparentemente ignoradas. No presente trabalho, também foi observado o intenso forrageio sobre espécies como *Spathodea campanulata* e *Delonix regia*, plantas estas que tinham somente um indivíduo na área de trabalho.

O conglomerado 1 agrupa aqueles ninhos com intensa atividade de forrageio total e carregamento de folíolos e sementes de leucena. Os grupos 2 e 4 reúnem aqueles ninhos que forrageiam outras plantas. O conglomerado 6 agrupa os ninhos que forrageavam *Teramnus labialis* e *Azadirachta indica*. Estes conglomerados incluem menos de 20% dos casos estudados, sendo que 85% dos casos se caracterizam pela baixa intensidade de forrageio.

Este fato pode estar relacionado a que as formigas cortadeiras realizam uma intensa atividade de forrageio quando encontram recursos apetecíveis, o que pode acontecer de forma esporádica, tendo períodos de muito carregamento de materiais vegetais e outros de pouca atividade.

Foram observadas diferentes estratégias de corte e transporte dos recursos utilizados por *Atta insularis*. Nas árvores de *Leucaena leucocephala*, as operárias cortavam folíolos, pequenos fragmentos de folhas que continham vários folíolos e vagens imaturas. Estes materiais foram diretamente lançados em direção ao chão ou carregados pelas formigas se deslocando no tronco até o solo.

Quando as operárias chegavam ao solo, às vezes, depositavam a carga na base da árvore e outras operárias coletavam os fragmentos vegetais ali acumulados. Além disso, outras formigas estavam espalhadas embaixo das plantas, fora da trilha, para coletar os materiais cortados desde a copa das plantas de leucena.

Um procedimento parecido a este foi observado nas espécies *Atta laevigata* (VASCONCELOS e CHERRETT, 1996) e *Atta sexdens rubropilosa* (SCHLINDWEIN, 1991). Vasconcelos e Cherrett (1996) referem que, depois de várias horas ou dias de ter sido cortado, o material vegetal pode melhorar sua palatabilidade e também, se houver substâncias repelentes voláteis, estas podem se evaporar ou pelo menos, se tornarem menos agressivas.

Por outro lado, as sementes de leucena eram carregadas quase sempre da serrapilheira. Elas foram encontradas nas vagens secas ou desprendidas no chão. É possível que, devido ao peso destas sementes, fosse mais fácil para as operárias procurar na superfície do solo este material, do que carregar as sementes diretamente da planta.

O forrageio em *Azadirachta indica*, teve um padrão parecido ao forrageio desenvolvido pelas operárias em leucena. No entanto, não foi observado o acúmulo de fragmentos de folhas na base da planta, uma vez que foram cortados e jogados ao chão de diferentes pontos da copa ou levadas pelas próprias cortadeiras até o ninho. Outras formigas carregavam os fragmentos de folhas embaixo da árvore e se incorporavam à trilha.

Esta trilha, de 54m aproximadamente, permaneceu ativa por várias semanas (desde princípios de maio até meados de julho) e, na sua trajetória, tinha pontes (< 1m) de ramos derrubados de leucena e túneis entre os colmos do capim colonião. O fato das cortadeiras utilizarem os ramos derrubados no solo, no seu sistema de trilhas, pode ser uma maneira de economizar o custo energético de construção e manutenção das trilhas, assim como para aumentar a velocidade do trânsito (HOWARD, 2001; FARJI-BRENER *et al.*, 2007).

Em outras plantas hospedeiras, como em *Spathodea campanulata*, a folhagem foi cortada e transportada quase na sua totalidade desde a copa até aproximadamente 1,5m de altura, sendo extraídas também porções da cortiça do tronco. As folhas eram cortadas em fragmentos bem definidos no cume desta árvore e levadas pelas mesmas operárias até o ninho.

Esta planta foi desfolhada duas vezes no período de estudo. A primeira vez aconteceu no final de fevereiro por um dos ninhos observados no experimento. Neste caso, o comprimento da trilha foi de 31m aproximadamente, a qual estava perfeitamente definida e limpa de obstáculos (ramos e folhas) durante as duas semanas de intenso forrageio. A segunda desfolhação foi no mês de maio, depois da recuperação parcial da folhagem, por outro ninho que estava na área.

Outros materiais esporadicamente forrageados foram as flores, em especial de duas espécies, de *Delonix regia* (flamboyant) e da leguminosa rasteira *Teramnus labialis* (teramnus). No primeiro caso, as flores foram cortadas em pequenos fragmentos e levadas até o ninho. Por outro lado, as pequenas flores de *teramnus* eram cortadas pelo ápice e levadas inteiras para a colônia.

Em relação ao forrageio de capim coloniã, as operárias não cortaram o material fresco, isto é, não pareceu existir evidência do corte das folhas verdes realizada por *Atta insularis*. As formigas apenas utilizavam fragmentos de folhas e caules secos, que eram levados até o interior do ninho ou depositados fora deste.

III. 4.4- *Influência da estação e das variáveis climáticas no forrageio.*

As estratégias de forrageio estiveram influenciadas pelos fatores climáticos. O coeficiente de correlação de Spearman, embora com valores inferiores a 0,45, foi significativo na maioria dos casos (Tabela III.13). Assim sendo, a umidade relativa foi o fator que teve mais implicação, em especial na variável forrageio total. Estes coeficientes também indicam um efeito negativo, isto é, o incremento da umidade, temperatura e precipitações não contribuíram para o bom desenvolvimento das atividades de corte e recrutamento de formigas nas condições do estudo.

TABELA III.13. Influência da temperatura, umidade e precipitações nas variáveis de forrageio dos ninhos de *Atta insularis* segundo a correlação de Spearman, no sistema silvipastoril leucena-capim colômbio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Medidas		Temperatura °C	Umidade relativa, %	Precipitações, mm			
				antes	depois	total	
tipos de plantas		-0,26**	-0,36**	-0,25**	-0,18**	-0,15**	
Número de formigas	leucena	folíolos	-0,33**	-0,34**	-0,26**	-0,18**	-0,16**
		sementes	-0,04	-0,07	-0,04	0,00	0,63
		outros mat.	-0,20**	-0,17**	-0,19**	-0,12*	-0,07
		total	-0,32**	-0,36**	-0,27**	-0,18**	-0,16**
	<i>Teramnus labialis</i>	-0,21**	-0,21**	-0,18**	-0,08	-0,12	
	<i>Azadirachta indica</i>	0,07	-0,11*	-0,03	0,03	-0,03	
	<i>Delonix regia</i>	0,08	-0,06	0,01	-0,01	0,00	
	forrageio total	-0,22**	-0,41**	-0,29**	-0,24**	-0,16**	

** p<0,01 * p<0,05

Estes fatores climáticos e outros determinam as diferenças sazonais e, por isso, a atividade de forrageio também teve diferenças entre o período chuvoso e o pouco chuvoso (Figura III.14). A coleta de leucena foi superior nos meses de escassez de precipitações, quando o número de operárias carregadas foi em média quase três vezes maior do que no período chuvoso. As operárias também preferiram a estação mais seca para desenvolver o recrutamento de *Teramnus labialis*. No entanto, foi nesse período que as plantas do sistema silvipastoril tiveram o menor crescimento da folhagem.

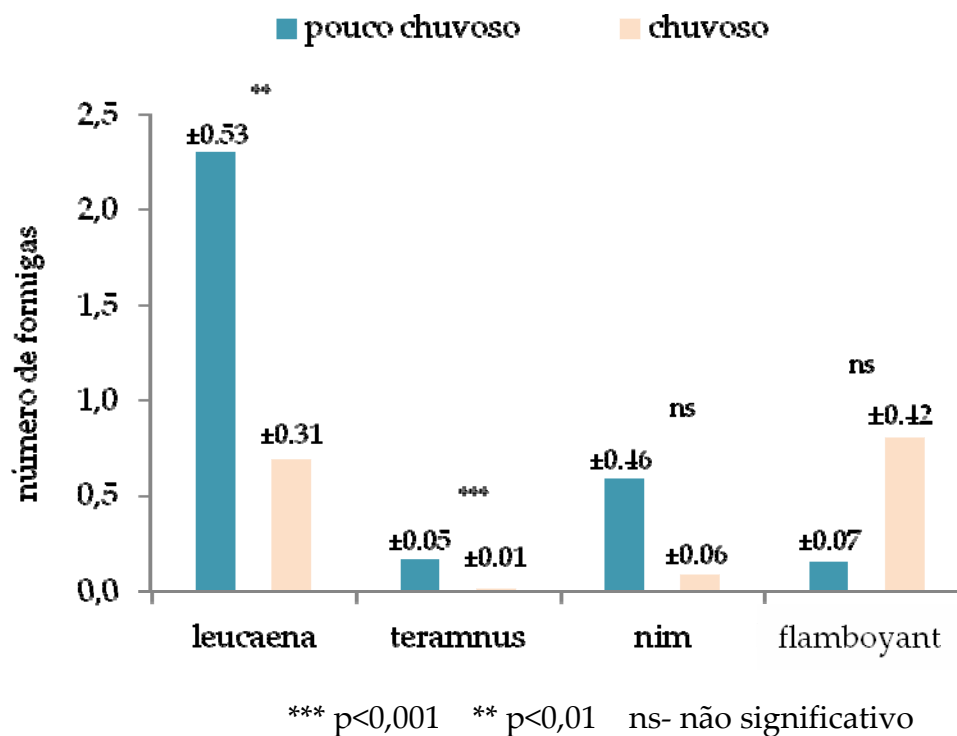


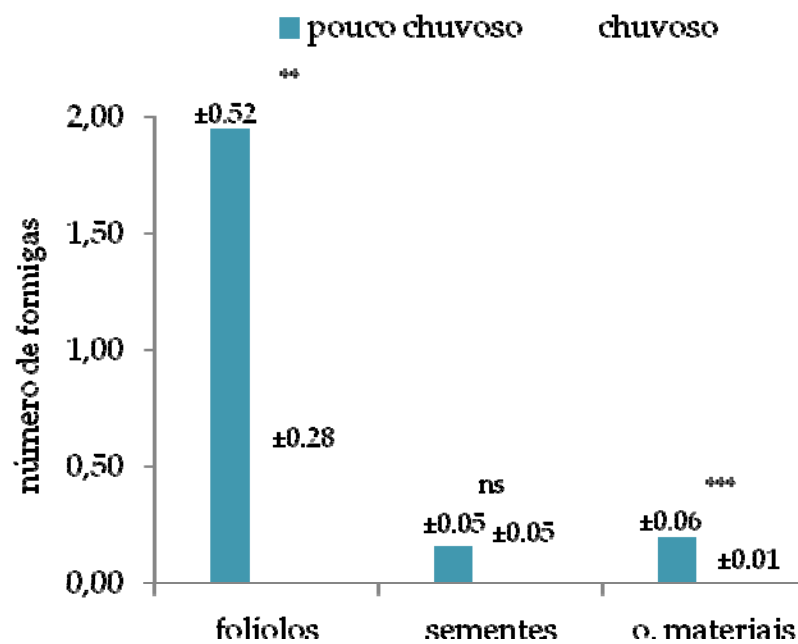
FIGURA III.14. Influência do período do ano no número de formigas que forrageiam diferentes tipos de plantas hospedeiras: Leucaena- *Leucaena leucocephala*; teramnus- *Teramnus labialis*; nim- *Azadirachta indica*; flamboyant- *Delonix regia* no sistema silvipastoril leucena-capim colômbio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

O carregamento de *Azadirachta indica* e de *Delonix regia* não teve diferenças entre os dois períodos. Este fato pode estar relacionado à alta variabilidade dos dados, sendo que, em alguns dias o forrageio foi muito intenso e, em outros, não aconteceu.

De forma geral, é possível que a intensa atividade de forrageio no período pouco chuvoso também estivesse influenciada pelo conteúdo de água dos fragmentos vegetais, uma vez que, é referido por vários autores que os pastos apresentam maior proporção de nutrientes durante a estação mais seca, em função da menor quantidade de água nos tecidos das plantas (FEBLES e FUNES, 1978; HERRERA, 1979; FUNES *et al.*, 1980). Assim sendo, na época chuvosa, os conteúdos

de proteínas, carboidratos e minerais se encontram mais diluídos na água dos tecidos vegetais e, portanto, o peso verde se incrementa e o valor nutritivo por unidade de forragem cortada pelas operárias pode ser menor. Isto, também tem forte correspondência com as variações sazonais dos compostos secundários das plantas e as necessidades nutricionais do fungo (STRADLING, 1978; STRADLING, 1987).

Das estruturas de leucena que foram forrageadas, os folíolos propiciaram o maior recrutamento durante a seca (Figura III.15), assim como os outros materiais que agrupam os fragmentos de folhas e vagens. Por outro lado, as sementes foram coletadas sem diferenças significativas entre os dois períodos.



*** p<0,001 ** p<0,01 ns- não significativo

FIGURA III.15. Número de formigas que forrageiam diferentes materiais da planta *Leucaena leucocephala* em relação ao período do ano no sistema silvipastoril leucena-capim colômbio, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Os tipos de materiais coletados variaram entre os períodos (Figura III.16). Assim, as operárias utilizaram os recursos vegetais de maneira mais diversa na época onde a vegetação tinha o menor crescimento e a disponibilidade de água foi limitada. Leal e Oliveira (1998) no cerrado brasileiro, também encontraram variabilidade sazonal nos recursos utilizados por diferentes espécies de formigas Attini. Estes autores observaram o maior forrageio de sementes nos meses mais secos e frios (maio e setembro), enquanto que nos meses quentes e chuvosos predominou a utilização de frutos e flores.

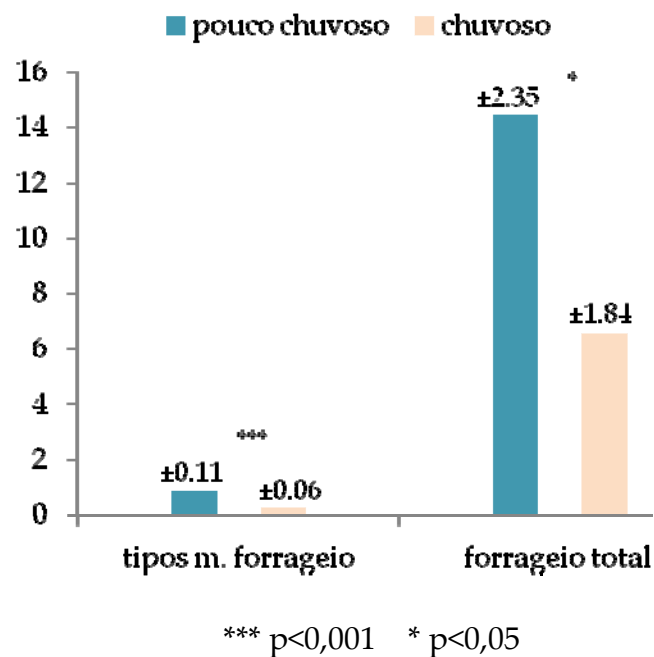


FIGURA III.16. Efeito do período do ano nos tipos de materiais de forrageio e o número total de formigas que forrageavam no sistema silvipastoril leucena-capim colônia, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

Sugere-se que a menor atividade de forrageio na estação chuvosa pode estar vinculada com as condições de assepsia que requer a cultura do fungo (CURRIE *et al.*, 1999b; CURRIE *et al.*, 2003; FERNÁNDEZ-MARIN *et al.*, 2007). Neste período, com o aumento das precipitações, da umidade e da temperatura, podem existir condições apropriadas para o surgimento e proliferação de múltiplos microorganismos, tanto daqueles epífitos quanto os que estão no solo. Estes micróbios são contaminantes potenciais do fungo das cortadeiras, daí que, elas tenham que investir muito mais tempo e custo energético na limpeza dos fragmentos vegetais que levariam para o interior dos ninhos (POULSEN *et al.*, 2002; POULSEN *et al.*, 2003).

Além disso, também se sugere que o percorrimto da água entre poros do solo, na época de abundantes precipitações, pode disseminar os microrganismos antagonistas nas câmaras e galerias que as cortadeiras tentam manter em condições de assepsia (MUELLER *et al.*, 2005). Isto, também demandaria um maior esforço na limpeza, desobstrução de galerias e descontaminação dos depósitos internos dos ninhos e, talvez estes labores tenham diminuído a atividade de forrageio no período chuvoso.

Farji-Brener (1993) sugere que a sazonalidade não interfere nos ritmos de atividade forrageira de *Atta cephalotes* em ambientes climaticamente estáveis. Ambientes nos quais, segundo o autor, os fatores intrínsecos (necessidades reprodutivas e nutritivas) determinam os padrões de forrageio da colônia. Este autor considera como climaticamente estável a região da savana venezuelana, a qual se

caracteriza pela existência de dois períodos: o pouco chuvoso (dezembro a abril) e o chuvoso (abril a novembro), por ter uma temperatura média anual de 27°C e 1.500mm de precipitações. Assim sendo, as condições climáticas entre os estudos de Farji-Brener (1993) e este trabalho foram, aparentemente, similares em relação à citada estabilidade, porém os resultados do comportamento do forrageio da *Atta insularis* não concordaram com as observações deste autor. No entanto, considera-se que os fatores intrínsecos da colônia sejam muito importantes para o forrageio das cortadeiras.

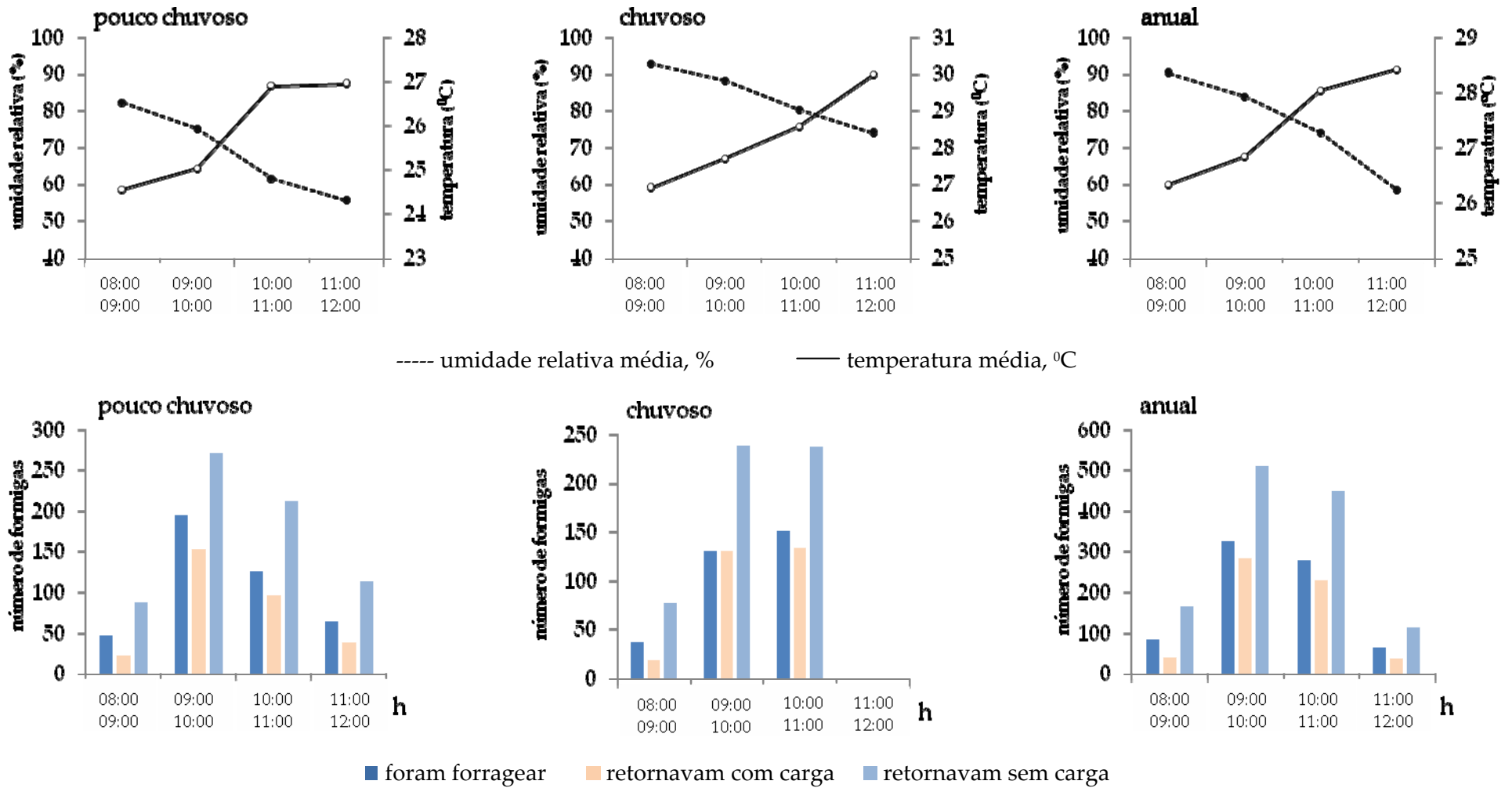
Outros autores destacam a influência da sazonalidade no forrageio de várias espécies de formigas cortadeiras. Rockwood (1975) sugere o efeito da sazonalidade na alternância diurna-noturna do forrageio de *Atta colombica* e *Atta cephalotes* em Costa Rica. Fowler (1979) encontrou correlações elevadas ($p < 0,001$) entre o número de formigas totais nas trilhas e a temperatura ($r = 0,66$) e, entre a porcentagem de operárias carregadas e a pressão atmosférica ($r = 0,85$). Fowler e Robinson (1979) observaram variações entre os meses e as estações do ano para o número e comprimento das trilhas e, a quantidade de operárias de *Atta sexdens*.

Em estudos mais recentes, Salvador e Schlindwein (2003) observaram variações sazonais no carregamento de materiais para a espécie *Atta cephalotes* em Mato Grosso, Brasil. Estes autores encontraram a maior atividade de forrageio no período pouco chuvoso, resultado que coincide com os dados obtidos neste trabalho.

Sugere-se que o período pouco chuvoso deve ser a melhor época para realizar as estratégias de manejo que prevêm o transporte de materiais ao interior do ninho. Nos meses mais secos se observaram os maiores padrões de recrutamento de formigas e a coleta de maior variedade de materiais (ver Tabela III. 15).

No presente estudo, o forrageio total compreendeu o número de formigas que iam forragear e as que retornavam ao ninho. Estas últimas podiam trazer fragmentos vegetais visíveis (formigas que retornaram com carga), substâncias líquidas ou materiais pequenos que não fossem facilmente observados (formigas que retornaram sem carga). O forrageio total pode expressar o movimento geral das formigas na trilha, atividade que, em seu conjunto, esteve favorecida pelo período pouco chuvoso.

O desempenho destas atividades nos horários de amostragem (08:00-12:00h) aparece na Figura III.17. Nota-se que a maior movimentação das formigas aconteceu entre as 09:00 e 11:00 horas da manhã. Nas horas mais quentes, a atividade de forrageio se reduziu drasticamente, sendo que, no período chuvoso, quando as temperaturas podem chegar a mais de 30°C, foram observadas poucas formigas entre as 11:30 e as 14:00 horas (provas de observação).



92 FIGURA III.17. Número de formigas que realizavam atividade de forrageio com e sem carga visível, durante 34 semanas no horário da manhã, nos ninhos de *Atta insularis* no sistema silvipastoril leucena-capim colônião, ICA, San José de las Lajas, Cuba.

A redução da atividade das operárias, nos horários mais quentes do dia, foi observada em *Atta cephalotes* nas savanas de Venezuela (FARJI-BRENER, 1993) e em *Atta laevigata* na vegetação do cerrado brasileiro (VIANA *et al.*, 2004). Em todos os casos, a proporção de formigas que retornavam sem carga visível foi maior. Da mesma forma, chama a atenção que as formigas que saíam a procurar materiais tinham uma proporção menor que o total de operárias que retornavam ao ninho pela trilha. No período pouco chuvoso, voltavam em média 43% mais formigas do que as que saíam para forragear, na época chuvosa essa média era de 38% e, no total anual, de 41%.

Este resultado parece estar relacionado com alguns eventos como: a) a possível incorporação à trilha daquelas operárias que saíram, por outro ponto do montículo, para explorar a vegetação ou para levar algum material não desejado fora da colônia, isto é, material vegetal seco, formigas mortas ou grumos de solo ou b) o retorno para a colônia de formigas que já estivessem em processo de forrageio antes das 08:00h, período do início das observações.

Além do corte e carregamento dos recursos já descobertos pela colônia, existe a exploração contínua de novos materiais vegetais para o melhoramento da qualidade nutricional do substrato para o desenvolvimento do fungo (WEBER, 1982; SEAL e TSCHINKEL, 2007). Talvez por isso, existissem operárias exploradoras que se incorporaram às trilhas de forrageio desde diferentes direções.

IV- CONCLUSÕES

- Os ninhos da formiga cortadeira *Atta insularis* tiveram uma distribuição espacial de tipo agregada, a qual esteve favorecida pelo solo Nitossolo Vermelho Eutroférico e as plantas lenhosas associadas ao sistema silvipastoril.

- As variáveis da morfologia externa dos ninhos de *Atta insularis*, isto é, altura, diâmetros, olheiros e trilhas dos montículos, estiveram influenciadas negativamente pela umidade relativa e as precipitações acontecidas antes das amostragens. Assim sendo, o período pouco chuvoso e a realização da atividade de forrageio beneficiaram o incremento do tamanho dos montículos.

- Os folíolos de *Leucaena leucocephala* e os materiais secos de *Panicum maximum* foram os principais recursos vegetais utilizados pelas operárias de *Atta insularis* no agroecossistema. Também foram utilizadas plantas dos gêneros: *Teramnus*, *Azadirachta*, *Delonix*, *Spatodea* e *Hydrocleis*.

- A atividade de limpeza dos ninhos de *Atta insularis* esteve influenciada pela umidade e foi similar nos períodos estudados, embora a realocação de solo tenha sido três vezes maior na época chuvosa.

- As operárias de *Atta insularis* fizeram uma intensa pressão de forrageio no período pouco chuvoso. Os fatores climáticos de maior influência nesta atividade foram a umidade relativa e a temperatura, as quais, na maioria dos casos, tiveram correlações negativas com as variáveis de forrageio.

- O período pouco chuvoso pode ser a época mais apropriada para as estratégias de manejo que prevêm o carregamento de materiais ao interior do ninho, dado o recrutamento e exploração contínua das operárias de *Atta insularis* no sistema silvipastoril durante esta estação.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, A. B; BRUCHER, E. H. Genetic diversity of fungi occurring in nests of three *Acromyrmex* leaf-cutting ant species from Cordoba, Argentina. **Microbial Ecology**. 54: 417-423. 2007.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. Inseticidas botânicos: Seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica. Embrapa. Agrobiologia. 58p. 2005.
- ALONSO, J. L. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Peru) y guinea (*Panicum maximum* cv Likoni). Tesis de Dr. en Cs. Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 111p. 2003.
- ALONSO, O. Aspectos fitosanitarios acerca de las plagas insectiles de las arbóreas forrajeras. **Pastos y Forrajes**. 24(1):, p.1- 4, 2001.
- AMÂNCIO, E. D. Atividade forrageira de *Atta sexdens* (LINNAEUS, 1758) (Hymenoptera: Formicidae): Relação com temperatura e umidade relativa do ar. Em: Henrique, R. P.B; Colli, G, R; Vall-Hay, J. D. Ecologia No Cerrado. Projetos de Pesquisa produzidos no sétimo curso "Métodos de Campo em Ecología". Departamento de Ecologia Universidade de Brasília, DF, Brasil, p.55-57, 1996.
- CUBA. Centro Nacional de Biodiversidad-Cuba. Diversidad biológica cubana. Insecta. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Agencia de Medio Ambiente. 7 p. Disponible en: <http://www.ecosis.cu/cenbio/cenbio.htm> consulta: [19 de noviembre de 2007]. 2007.
- CUBA. Delegación de Cuba a la Sexta Conferencia de las Partes. Notas para las investigaciones COP6. . United Nation Convention Combat Desertification. Ciudad Habana. Cuba. 18p. 2003.
- ARAÚJO, M. S; DELLA LUCIA, T. M. Caracterização de ninhos de *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, em povoamento de eucalipto em Paraopeba, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 26: 205-207. 1997.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. Hymenoptera-Formicidae). I- Evolução do sauveiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**. 12: 197-233. 1941.
- AUTUORI, M. Longevidade de uma colônia de saúva (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908) em condições de laboratório. **Ciência e Cultura**. 24: 825-826. 1950.
- BALLARI, S. A; FARJI-BRENER, A, G. Refuse dumps of leaf-cutting ants as a deterrent for ant herbivory: does refuse age matter?. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. 121: 215-219. 2006.

- BARRIENTOS, A. Algunas plagas de los pastos y forrajes. En: Pastos tropicales. Curso de postgrado. Instituto de Ciencia Animal. EDICA. Cuba. 245p, 1986.
- BARRIENTOS, A.. Plagas y Enfermedades. En: T. E. Ruiz. ; G. Febles (Eds.). *Leucaena*: Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. EDICA. Cuba. 167p. 1987.
- BOLLAZZI, M; ROCES, F. To build or not to build: circulating dry air organizes collective building for climate control in the leaf-cutting ant *Acromyrmex ambiguus*. **Animal Behaviour**. 74: 1349-1355. 2007.
- BOT, A. N; OBEMAYER, M.L; HÖLLDOBLER, B; BOOMSMA, J.J. Functional morphology of the metapleural gland in the leaf-cutting ant *Acromyrmex octospinosus*. **Insectes Sociaux**. 48: 63-66. 2001.
- BRUNER, S.C. ; F. VALDÉS. Observaciones sobre la biología de la bibijagua (Hymenoptera: Formicidae). Estación Experimental Agronómica. Santiago de Las Vegas. Cuba. p.145 -153. 1949.
- BUENO, O. C.; MORINI, M. S.C.; PAGNOCCA, F. C; HEBLING, M. J.A; SILVA, O. A. S. Sobrevivência de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae) isoladas do formigueiro e alimentadas com dietas artificiais. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**. 25: 107-113.1997.
- BUHL, J; GAUTRAIS, J; DENEUBOURG, J. L; KUNTZ, P ; THERAULAZ, G. The growth and form of tunnelling networks in ants. **Journal of Theoretical Biology**. 243: 287-293. 2006.
- BURD. M. Ecological consequences of traffic organization in ant societies. **Physica A**. 372:124. 2006.
- CANTARELLI, E. B; COSTA, E. C.; ZANETTI, R ; PEZZUTTI, R. Plano de amostragem de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp. **Ciência Rural**. 36: 385-390. 2006.
- CLARK, D. B; C. GUAYASAMIN, C; PAZMIÑO, C. O; DONOSO, C; PÁEZ, Y. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: Autoecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. **Biotropica**. 14: 196-207. 1982.
- CORNELISSEN, T. G; WILSON, G. F. Insetos herbívoros e plantas: de inimigos a parceiros?. **Ciência Hoje**. 32: 25-30. 2003.
- COSTA, A. N; VASCONCELOS, H. Atividade forrageira da saúva *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em área do cerrado do Brasil Central. Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. p. 296-298. 2003.

- CURRIE, C. R; BOT, N. M; BOOMSMA, J. J. Experimental evidence of a tripartite mutualism: bacteria protect ant fungus gardens from specialized parasites. **Oikos**. 101: 91–102. 2003.
- CURRIE, C. R; MUELLER, U. G; MALLOCH, D. The agricultural pathology of ant fungus gardens. **The Proceedings of the National Academy of Sciences Online (US)**. 96: 7998–8002. 1999a.
- CURRIE, C. R; SCOTT, J. A; SUMMERBELL, R. C E MALLOCH, D. Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites . **Nature**. 398: 701-704. 1999b.
- DE CALZADILLA J; GUERRA, W ; TORRES, V. El uso y abuso de transformaciones matemáticas. Aplicaciones en modelos de análisis de varianza. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 36: 103. 2002.
- DE SOUZA, D. J., SOARES, I. M. F. ; DELLA LUCIA, T. C. *Acromyrmex ameliae* (Hymenoptera: Formicidae): A new social parasite of leaf-cutting ants in Brazil. **Insect Science** 14: 251. 2007.
- DELLA LUCIA, T. C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398p. 2003. Disponible em: <http://www.antbase.org> consulta: [22 de julio de 2007].
- DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35: 535-553. 2006.
- DÍAZ, J. F. Introducción a los métodos no paramétricos. Aplicación del paquete estadístico STATISTICA en la solución de problemas. Facultad de Estadística e Informática. Universidad Veracruzana, México. 99p. 2001.
- EKSCHMITT, K; STIERHOF, T; DAUBER, J; KREIMES, K; WOTERS, V. On the quality of the soil biodiversity indicators: abiotic and biotic parameters as predictors of soil faunal richness at different spatial scales. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 98: 273–283. 2003.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. SIP. Brasília. 412p. 1999.
- ERTHAL, M. J. Enzimas digestivas presentes no intestino da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893 (Hymenoptera: Formicidae) e no seu fungo mutualístico. Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro. 138p. 2004.

- ERTHAL, M. J; MOREIRA, D. D; SILVA, C. P; SAMUELS, R. I. Ingestão, taxa de passagem de líquido e faixas de pH em diferentes compartimentos do intestino de *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893 (Myrmicinae: Attini). Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. p. 230-233. 2003.
- ESTRADA, J; LÓPEZ, M.T. El nim y sus bioinsecticidas, una alternativa agroecológica. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". Havana, Cuba. 24p. 1998.
- FARJI-BRENER, A. G. Influencia de la estacionalidad sobre los ritmos forrajeros de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) en una sabana tropical. **Revista de Biología Tropical**. 41: 897-899. 1993.
- FARJI-BRENER, A. G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**. 92: 169-177. 2001.
- FARJI-BRENER, A. G; BARRANTES, G; LAVERDE, O; FIERRO-CALDERÓN, K; BASCOPE, F ; LÓPEZ, A. Fallen branches as part of leaf-cutting ant trails: their role in resource discovery and leaf transport rates in *Atta cephalotes*. **Biotropica** 39: 211-215. 2007.
- FARJI-BRENER, A. G; TORRES, M. C; CASANOVAS, P. V ; NAIM. P. N. Consecuencias demográficas del sitio de nidificación en la hormiga cortadora de hojas *Acromyrmex lobicornis*: un enfoque utilizando modelos matriciales. **Ecología Austral**. 13:183-194. 2003.
- FEBLES, G. P; ACHANG, G. F; ALONSO, J. L ; RUIZ, T. V. Observaciones preliminares acerca del control de la bibijagua *Atta insularis* (Guer) mediante el empleo de *Lonchocarpus punctatus* como planta insecticida. ICA. XIV Forum de Ciencia y Técnica. 6p. 2002.
- FEBLES, G; FUNES, F. Desarrollo de las leguminosas en Cuba. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola** 12: 105-111. 1978.
- FEBLES, G; RUIZ, T. E; ALONSO, J. Papel de los sistemas agroforestales en la mitigación de los procesos de desertificación y sequía. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería Pecuaria para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Matanzas, Cuba. 2006.
- FEBLES, G; RUIZ, T. E. Sistemas Agroforestales pecuarios. En: Sistemas silvopastoriles, una opción sustentable. Curso de postgrado. Tantakin. México. 9p. 2003.
- FEENY, P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding. **Ecology**. 51: 565-581. 1970.

- FERNÁNDEZ, F E; PALACIO, E. E. Sistemática y filogenia de las hormigas: breve repaso a propuestas. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. p. 29-44. 2003.
- FERNÁNDEZ, F. Filogenia e sistemática de las hormigas en la región neotropical. **Biológico**. 29. 197-204. 2007.
- FERNÁNDEZ, F. Lista de las especies de hormigas de la región Neotropical. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 379-411p. 2003a. Disponible en: <http://www.antbase.org> consulta: [22 de julio de 2007].
- FERNÁNDEZ, F. Subfamilia Myrmicinae. En: Fernández, F (Ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 379-411p. 2003b.
- FERNÁNDEZ-MARIN, H; ZIMMERMAN, J. K WEISLO, W. T. Fungus garden platforms improve hygiene during nest establishment in *Acromyrmex* ants (Hymenoptera, Formicidae, Attini). **Insectes Sociaux**. 54: 64-69. 2007.
- FERREIRA, A. V; VASCONCELOS, A. L E BRUNA, E. M. Efeito da remoção de sementes por formigas, aves e roedores no recrutamento de plântulas no cerrado. **Biológico**. 69: 359-363. 2007.
- FONTENLA, J. L. Nueva especie de *Atta* (Hymenoptera: Formicidae) del archipiélago cubano. **Avicennia** 3, p. 77-86, 1995.
- FOWLER, H. G. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. 18:121. 1983.
- FOWLER, H. G. Environmental correlation of the foraging of *Acromyrmex crassispinus*. **Ciência e Cultura**. 31: 879-882. 1979.
- FOWLER, H. G. Some factors influencing colony spacing and survival in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Formicidae:Attini) in Paraguay. **Revista de Biología Tropical**. 25: 89-99. 1977.
- FOWLER, H. G; FORTI, L. C; PEREIRA-DA-SILVA, V e SAES. N. B. Economics of grass-cutting ants. In: Lofgren. S. C ; Vander M. R. K (eds). Fire ants and leaf-cutting ants. Biology and management. Westview Press. p.18. 1986.
- FOWLER, H. G; ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal patterns caste and efficiency. **Ecological Entomology**. 4: 239-247. 1979.

- FOWLER, H. G; SAES, N. B. Dependence of the activity of grazing cattle on foraging grass-cutting ants (*Atta* spp.) in the southern neotropics. **Journal of Applied Sciences Research**. 101:154-158. 1986.
- FUNES, F; MORALES, J. A; LIUTKIJS U; MARTIN, J. Crecimiento y desarrollo de las gramíneas en Cuba. 1. Dinámica de crecimiento y contenido proteico estacional en cuatro gramíneas. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**.14: 65-65. 1980.
- GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera, Formicidae). **Studia Entomologica**. 4: 113-180. 1961.
- GONDAR, J. E. N. Análisis multivariable aplicado a las ciencias sociales. Data Mining Institute, S. L. Madrid. España. 250p. 2005.
- GUÉRIN-MÉNEVILLE, F. E. Iconographie du Règne Animal de G. Cuvier. Vol 7. Insects. Bailliere Brothers, Paris. 422p. 1844.
- HERNÁNDEZ, A.; MORALES, M.; ASCANIO, M.O. ; MORELL, F. Manual para La aplicación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. En: VI Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Ciudad Habana. 193p. 2006.
- HERNÁNDEZ, A; CABRER. P ; BERRA, E. Los suelos de sabana en Cuba. En: Los pastos en Cuba. Tomo I. Sistachs, M; Crespo, G; Febles, G; Herrera, R y Ruiz, T. Instituto de Ciencia Animal (ICA). La Habana. Cuba, p. 47, 1986.
- HERNÁNDEZ, I; SIMÓN, L; DUQUESNE, P. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. II Conferencia Electrónica Agroforestería para la Producción Animal en América Latina (FAO-CIPAV). 1998. Disponible em: <http://virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe8.htm>
- HERRERA, R. S. 1979. Efecto de la estación del año y el nitrógeno sobre algunos componentes del valor nutritivo de la bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* Coast cross 1). **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 13: 101-109 101: 1979.
- HERZ, H; BEYSCHLAG, W; HÖLDOBLER, B. Assessing herbivory rates of leaf-cutting ant (*Atta colombica*) colonies through short-term refuse deposition counts. **Biotropica**. 39:476. 2007.
- HOH, A; ROCHE, R. Estudios preliminares sobre la biología, hábitos y métodos de lucha de la bibijagua. *A. insularis*. Simposium sobre la sanidad vegetal en el cultivo de cítricos. La Habana. Cuba, 1975.
- HÖLDOBLER, B; WILSON, E. O. The Ants. Harvard University Press. 732p. 1990.
- HOWARD, J. Costs of trail construction and maintenance in the leaf-cutting ant *Atta colombica*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 49:348-356. 2001.

- HOWARD, J; HENNEMAN, L, M; CRONIN, G; FOX, J. A; HORMIGA, G. Conditioning of scouts and recruits during foraging by a leaf-cutting ant, *Atta colombica*. **Animal Behaviour**. 52: 299-308. 1996.
- HUGHES, W. O; HOWSE, P. E; GOULSON, D. Mandibular gland chemistry of grass-cutting ants: species, caste, and colony variation. **Journal of Chemical Ecology**. 27. 109-124. 2001.
- JIMENEZ, J. J ; DECAËNS, T. Chemical variations in the biostructures produced by soil ecosystem engineers. Examples from the neotropical savannas. **European Journal of Soil Biology**. 42:92. 2006.
- KEMPF, W. W. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical. **Studia Entomologica**. 15: 3-344, 1972.
- KLEINEIDAM, C; ROCES, F. Carbon dioxide concentrations and nest ventilation in nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri*. **Insectes sociaux**. 47: 241-248. 2000.
- KOST, C; LAKATOS, T; BÖTTCHER ARENDHOLZ, W; REDENBACH, M; WIRTH, R. Non-specific association between filamentous bacteria and fungus-growing ants. **Naturwissenschaften**. 94: 821-828. 2007.
- LEAL, I. R; OLIVEIRA. Interactions between fungus-growing Ants (Attini), fruits and seeds in Cerrado vegetation in Southeast Brazil. **Biotropica**. 30: 170-178. 1998.
- LEON, M, J. IBARRA GIRAUDY, G. REYES SOLARANA, F. PEREZ DEL CORCHO BORROTO, M. Valor nutritivo de la *Leucaena leucocephala*. Composición bromatológica y digestibilidad in vitro del cultivar Ipil-Ipil a tres edades de corte. **Revista de Producción Animal**. 11:5-8.1998.
- LINK, D; LINK, F. M. Biologia e controle da formiga saúva limão sulina, *Atta sexdens piriventris*. **Biológico**. 69: 195-196. 2007.
- LINK, D; LINK, F. M. Padrões de nidificação de *Acromyrmex ambiguus* em Santa Maria- RS. Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. p. 168-170. 2003.
- LOPES, B, C. Recursos vegetais usados por *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 22: 372-382, 2005.
- LOPES, B. C. Ecologia comparativa de *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863) e de *Cyphomyrmex morschi* Emery, 1887 (Formicidae: Myrmicinae: Attini) em dunas da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Brasil. 191p. 2001.

- LOPES, J. F; FORTI, L.; BOARETTO, M.; CAMARGO, R.; ANDRADE, A.; RAMOS, V. ; NAGAMOTO, N. 2003. Devolution rates of grass by *Atta capiguara* (Hymenoptera, Formicidae) in field conditions. **Pasturas Tropicales**. 25: 42-45, 2003.
- LOPEZ, E; ORDUZ, S. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nests of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. **Biological Control**. 27: 194-200. 2003.
- MACHADO, R; SEGUÍ, E. Plagas que pueden atacar al *Panicum maximum*. **Pastos y Forrajes**. 20: 1-4, 1997.
- MARICONI, F. A. M. As saúvas. Circular técnica No. 77. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. IPEF-ESALQ/USP. 6p. 1979.
- MARICONI, F.A.M. As saúvas. Agronômica Ceres, São Paulo. 167p. 1970.
- MARSARO, A. J; DELLA LUCIA, T. M; BARBOSA, L. C; MAFFIA, L. C; MORANDI, M. A. Efeito de secreções da glândula mandibular de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae) sobre a germinação de conídios de *Botrytis cinerea* Pers. Fr. **Systematics, Morphology and Physiology**. 30: 403-406. 2001.
- MAYER, A. C; HUOVINEN, C. Silvopastoralism in the Alps: Native plant species selection under different grazing pressure. **Ecological Engineering**. 29: 372-381. 2007.
- MAYR, G. Reise der Oesterreichischen fregatte novara um die erde in den jahren 1857, 1858, 1859, unter den befehlen des commodore B. Von Wuellrstorff-Urbair. Zoologischer theil. Formicidae. Vienna. 119 pp. 1865.
- MEDINA, C. A. Nidificación y patrones de distribución espacial de hormigas en una sabana tropical, Carimagua: Llanos orientales de Colombia. **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**. 2:31-42. 1994.
- MENDOZA, F. H; GÓMEZ, J. S. Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Principales insectos que atacan a los cítricos. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 137p. 1985.
- MIRANDA, I. ADE.2.1. Sistema para el análisis de la disposición espacial de una población. CENSA. La Habana. Cuba. 2000.
- MOREIRA, A. A; FORTI, L. C; BOARETTO, M. A; ANDRADE, A. P; LOPES J. F; RAMOS, V. M. External and internal structure of *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae) nests. **Journal of Applied Entomology**. 128: 204-211. 2004.
- MOREIRA, A. A; FORTI, L. C; CASTELLANI, M. A; ANDRADE, A. P. Arquitetura dos ninhos das formigas cortadeiras de gramíneas. **Biológico**. 69: 83-85. 2007.

- MOUTINHO, P; NEPSTAD, D. C ; DAVIDSON, E. A. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology**. 84:1265-1276. 2003.
- MUELLER, D. K; GERARDO, N. M; AANEN, D. K; SIX, D. L; SCHULTZ, T. R. The evolution of agriculture in insects. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**. 36: 563-595. 2005.
- MURGUEITIO, E. Los sistemas silvopastoriles de América Tropical. IV Congreso Latinoamericano de Agroforesteria Pecuaria para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Matanzas, Cuba. 2006.
- NORMANIZA, O; FAISAL, H. A; BARAKBAH, S. S. Engineering properties of *Leucaena leucocephala* for prevention of slope failure. **Ecological Engineering** 32: 215–221. 2008.
- OLIVEIRA, M. F; REISS, I. C; BUENO, O. C. Toxicidade do óleo bruto e dos extratos da semente do nim indiano *Azadirachta indica* A. Juss, para formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae). Anais do XVII Simpósio de Mirmecologia, Biodiversidade e Bioindicação. UFMS. Campo Grande. MS. p. 225-226. 2005.
- ORSKOV, E. R. Agro-forestry in animal production systems in south east Asia. IV Congreso Latinoamericano de Agroforesteria Pecuaria para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Matanzas, Cuba. 2006.
- PADILLA, C.; COLOM, S.; DÍAZ, M. F.; CINO, D. M; CURBELO, F. Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea maiz* en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* vc Perú y *Panicum maximum* vc likoni. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 35:167-173, 2001.
- PADILLA, C; CRESPO, G. J; RUIZ, T. R. Renovación, recuperación y vida útil de los pastizales. Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciência Animal, La Habana, Cuba. 59p. 2000.
- PAGNOCCA, F.C; BACCI, M. J; FUNGARO, M. H; BUENO, O. C; HEBLING, M. J; SANTANNA, A; CAPELARI, M. RAPD Analysis of the sexual state and sterile mycelium of the fungus cultivated by leaf-cutting ant *Acromyrmex hispidus fallax*. **Mycological Research**. 105: 173-176. 2001.
- PALMA, J. M. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 14: 95-104. 2006.
- PAMO, E. T; BOUKILA, B; FONTEH, F. A ; TENDONKENG, F; KANA, J. R; NANDA, A. S. Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. **Animal Feed Science and Technology**. 135: 273-282. 2007.

- PAVON, L. F; CAMARGO, M. I. Study of the mandibular glands of ant workers *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) focusing the ultrastructural cytochemistry. **American Journal of Agricultural and Biological Science**. 1: 27-35. 2006.
- PÉREZ, R.A; TRUJILLO, Z. G; CARR A; NIEVES, C. Z; DÍAZ, R; SÁNCHEZ, M ; O'BOURQUE, E. BIBISAV-2. Cebo micoinsecticida para el combate de *Atta insularis* G. en Cuba. II Congreso Latinoamericano de la sección regional Neotropical de la Organización Internacional de Control Biológico. **Revista de Protección Vegetal**. 17:136-138. 2002.
- PÉREZ, R. A. Lucha biológica contra la bibijagua (*Atta insularis* Güerin). Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/ATTA-BIO.htm>. [Consulta: 15 de noviembre de 2003], 2003
- PETERNELLI, E. F; DELLA LUCIA, T. M; MARTINS, S. V. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**. 28: 733-738. 2004.
- PINTERA, A. Selection of plants utilized by *Atta insularis* in Cuba (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Entomologica Bohemoslovaca**. 80:13-20. 1983.
- POULSEN, M; BOT, A. N; CURRIE, A. R; NIELSEN, M. G; BOOMSMA, J. J. Within-colony transmission and the cost of a mutualistic bacterium in the leaf-cutting ant *Acromyrmex octospinosus*. **Functional Ecology**. 17: 260-269. 2003.
- POULSEN, M; BOT, A. N; NIELSEN, M. G; BOOMSMA, J. J. Experimental evidence for the costs and hygienic significance of the antibiotic metapleural gland secretion in leaf-cutting ants. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 52:151-157. 2002.
- RAMOS, V. M; FORTI, L. C; ANDRADE, A. P; LOPES, J. F; CAMARGO, R. S; VERZA, S. S ; NORONHA, N. C. Densidade e distribuição espacial de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em área de plantio de *Eucalyptus* spp. Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. 174-176. 2003.
- REICH G. C. Kurse Beschreibung neuer oder weing bekannter thiere welche her Le blond der naturforschenden gesellschaft zu Paris aus Cayene als Geschenk vebrs chickt Hat-Mag d. Thierr. 1: 128-134. 1793.
- RIBEIRO, P; KITAYAMA, K; MORAIS, H. As formigas cortadeiras (*Atta sexdens*): relação entre os tamanhos das operárias e suas localizações na colônia. VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza. p.559, 2003.
- ROCES, F; NÚÑEZ, J. A. Information about quality influences load-size selection in recruited leaf-cutting ant. **Animal Behaviour**. 45: 135-143. 1993.

- ROCKWOOD, L. Foraging patterns and plant selection in Costa Rican leaf cutting ant. **New York Entomological Society**. 85: 222-233. 1977.
- ROCKWOOD, L. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). **Ecology**. 57: 48-61. 1976.
- ROCKWOOD, L. The effects of seasonality of foraging in two species of leaf-cutter ants (*Atta*) in Guanacaste Province Costa Rica. **Biotropica**. 7: 176-193. 1975.
- ROCKWOOD, L; HUBBELL, S. P. Hot-plant selection, diet diversity, and optimal foraging in a tropical leafcutting ant. **Oecologia**. 74:55-61. 1987.
- RUIZ, T. E.; FEBLES, G; HERNÁNDEZ, C. Manejo. En: T. E. RUIZ. ; G. FEBLES (Eds.). *Leucaena*: Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical. EDICA. Cuba. p. 167. 1987.
- RUIZ, T. E; FEBLES, G. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción Animal en Latinoamérica. 2001. Disponible em: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
- RUIZ, T. E; FEBLES, G; JORDAN, H; CASTILLO, E. Las leguminosas: sus posibilidades para implantar sistemas ganaderos sostenibles. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 39: 501-514. 2005.
- RUIZ, T.E; CASTILLO, E.; ALONSO, J; FEBLES, G. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa con leguminosas en el trópico. **Avances en Investigación Agropecuaria**. 10: 1-7. 2006.
- SALVADOR, J. S; SCHLINDWEIN, M. N. Avaliação da seleção de vegetação por *Atta cephalotes* em área do município de Nova Mutun, MT. Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. 404-407. 2003.
- SÁNCHEZ, L; RODRÍGUEZ, M; GÓMEZ, L; ENRIQUE, R; HERNÁNDEZ, M. A. *Heterorhabditis bacteriophora* HC₁: Una opción ecológica para el combate de las plagas de insectos. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). V Encuentro de Agricultura Orgánica. Palacio de las Convenciones, La Habana. Cuba. p.127, 2003.
- SCHLINDWEIN, M. N. Respostas polimórficas de forrageio de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) aos vegetais explorados, em experimentos de campo. Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas. UNESP. Rio Claro. 124p. 1991.
- SCHLINDWEIN, M. N ; FOWLER, H. G. Como as saúvas escolhem seu alvo. Estudos revelam como a saúva-limão localiza e corta as plantas de que precisa. **Ciência Hoje**. 25: 68. 1999.

- SEAL, J. N; TSCHINKEL, W. R. Complexity in an obligate mutualism: do fungus-gardening ants know what makes their garden grow?. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 61:1151–1160. 2007.
- SELJASEN, R. S; MEADOW, R. Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L: Dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. **Crop Protection**. 25: 338-345. 2006.
- SENTHIL S. N; YOUNG, M. C; HOON, C. P; YUL, H. S. The toxic effects of neem extract and azadirachtin on the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (BPH) (Homoptera: Delphacidae). **Chemosphere**. 67: 80-88. 2007.
- SHELTON, H. M; JONES R. J. Opportunities and limitations in *Leucaena*. In: Shelton et al. (eds) *Leucaena—Opportunities and Limitations: Proceedings of a Workshop Held in Bogor, Indonesia*. p.16-23. 1994.
- SIEGEL, S. ; CASTELLAN, N.J. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 4ª ed. Editorial Trillas, México. 437 p. 1995.
- SILVA, A; BACCI, M; GOMES, C. S; CORREA, O. B; PAGNOCCA, F. C HEBLING, M. J. Survival of *Atta sexdens* workers on different food sources. **Journal of Insect Physiology**. 49:307. 2003.
- SILVA, R. B; LOECK, A. E; BANDEIRA, J. M. MORAES, C. L; CENTENARO, E. D. Crescimento do fungo simbiote de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em meios de cultura com diferentes extratos. **Ciência Rural**. 36: 725-730. 2006.
- SIMAS, V.R; COSTA, E. C; SIMAS, C. A. Estudo comparativo da herbivoria constatada em área de nidificação de *Atta vollenweideri* Forel, 1893. (Hymenoptera: Formicidae). Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil. p. 313-315. 2003.
- SOARES, I. M; DELLA LUCIA, T. M; SANTOS, A. A; NASCIMENTO, A. I; DELABIE, J. H. Caracterização de ninhos e tamanho de colônia de *Acromyrmex rugosus* (F. Smith) (Hymenoptera, Formicidae, Attini) em restingas de Ilhéus, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 50: 128-130. 2006.
- STEINFELD, H. Libro digital de ganadería. Producción Animal y el Medio Ambiente en Centroamérica. Disponível em: <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/x6366s/x6366s01.htm> [Consulta: 2 de junio de 2005], 2000.
- STERNBERG, L. S; PINZON, M. C; MOREIRA, M. Z; MOUTINHO, P; ROJAS, E. I; ALLEN, E. H. Plants use macronutrients accumulated in leaf-cutting ant nests. **Proceedings of the Royal Society B**. 274: 315-321. 2007.

- SUÁREZ, R.P; ; HERNÁNDEZ J. A ; SERRANO E.R ; ARMAS G.A. Plagas, Enfermedades y su Control. Ciudad de la Habana. Cuba, p. 284, 1991.
- STRADLING, D. J. The influence of the size on foraging in the ant, *Atta cephalotes*, and the effect of some plant defence mechanisms. **Journal of Animal Ecology**. 47:173-188. 1978.
- STRADLING, D. J. Nutricional ecology of ants. In: SLANSKY, F; RODRIGUEZ, J. G. (eds.) Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates. A wiley-Interscience Publication. USA. p 927-969. 1987.
- TAYLOR, L. R. Aggregation variance and the mean. **Nature**. 189: 732-735. 1961.
- TROXLER, T. G; CHILDERS, D. L; RONDEAU, D. N. Ecosystem structure, nutrient dynamics, and hydrologic relationships in tree islands of the southern Everglades, Florida, USA. **Forest Ecology and Management**. 214: 11-27. 2005.
- TRUJILLO, Z. G; PÉREZ, R. A; LÓPEZ, M. H; NIEVES, C.Z ; RODRÍGUEZ, R. J. BIBISAV-1. Una alternativa de control biológico sobre la bibijagua *Atta insularis* (Guerin) en Cuba. II Congreso Latinoamericano de la sección regional Neotropical de la Organización Internacional de Control Biológico. **Revista de Protección Vegetal**. 17, p. 127, 2002.
- URBAS, P; ARAÚJO, M. V; LEAL, I. R; WIRTH, R. Cutting more from cut forests: edge effects on foraging and herbivory of leaf-cutting ants in Brazil. **Biotropica**. 39:489-495. 2007.
- VALENCIAGA, N. V. Biología, ecología y base teórica para establecer las alternativas de manejo de *Heteropsylla cubana* Crawford (Hemiptera: Psyllidae) en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis de Dr. en Cs. Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.109pp. 2003.
- VASCONCELOS, H. L; CHERRETT, M. J. The effect of wilting on the selection of leaves by the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. 78: 215-220. 1996.
- VASCONCELOS, H. L; VIEIRA-NETO, E. H; MUNDIM, F. M; BRUNA, E. M. Roads Alter the Colonization Dynamics of a Keystone Herbivore in Neotropical Savannas. **Biotropica** 38: 661–665. 2006.
- VERCHOT, L.V.; MOUTINHO, P.R. ; DAVIDSON, E.A. Leaf-cutting ant (*Atta sexdens*) and nutrient cycling: Deep soil inorganic nitrogen stocks, mineralization, and nitrification in Eastern Amazonia. **Soil Biology & Biochemistry**. 35:1219-1222, 2003.
- VERZA, S. S; FORTI, L.C; LOPES, J. F; CAMARGO, R. S; MATOS, C. A. Influence of physical and chemical factors during foraging and culture of the symbiont fungus in *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Insect Science**. 14: 295–300. 2007a.

- VIANA, L. R; SANTOS, J. C; GLENIO, A. P; WILSON, G. Foraging patterns of the leaf-cutter ant *Atta laevigata* (Smith) (Myrmicinae: Attini) in an area of Cerrado vegetation. **Neotropical Entomology**. 33: 391-393. 2004.
- VISAUTA, B. Análisis estadístico con SPSS para Windows. R Estadística multivariada. Vol. 2 Mc Graw Hill / Interamericana de España S.A.V. 358p. 1998.
- VIZCAÍNO, A; PALMA, J. M; RUIZ, T. E. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 35: 175-181. 2001.
- WALLER, D. A. Leaf-cutting ants and avoided plants: defences against *Atta texana*. **Oecologia**. 52: 400-403. 1982.
- WEBER, N. A. Fungus Ants. In HERMAN, H. R. (ed) Social Insects. New York. Academic Press. p. 255-363. 1982.
- WEBER, N. A. Fungus growing ants. A symbiotic relationship exist between an insect and a plant, involving an effective culturing technique. **Science**. 153: 578-604. 1966.
- WEBER, N. A. The Attines: The fungus-culturing Ants. **American Scientist**. 60: 448-456. 1972.
- WETTERER, J.K. Diel changes in forager size, activity, and load selectivity in the tropical leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. **Ecological Entomology**. 15:97-109. 1989.
- WETTERER, J. K. Nourishment and evolution in fungus-growing ants and their fungi. In: Hunt, J. H e Nalepa, C. A (eds.). Nourishment and evolution in insect societies. Westview Press, Boulder Colorado. p.309. 1994.
- WHEELER, W. M. Ants mostly from the mountains of Cuba. **Bulletin of the Museum. Comparative Zoology, at Harvard Collage**. 81, p. 439-465, 1937.
- WILSON, E. O. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*). **Behavioral Ecology and Sociology**. 7: 157-165. 1980.
- YAMAMOTO, W; DEWI, I. A; IBRAHIM, M. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. **Agricultural Systems**. 94: 368–375. 2007
- ZANETTI, R. Manejo Integrado de formigas cortadeiras. Manejo Integrado de Pragas Florestais. Notas de aula de NET 115. Departamento de Entomologia UFLA, /MG. Brasil. 15. PP. 2003. Disponível em: <http://www.den.ufla.br/Professores/Ronald/Disciplinas/Notas%20Aula/MIPFlorestras%20formigas.pdf>

- ZANETTI, R; FERREIRA E. V; ZANUNCIO, J. C; GARCIA, H, G ; FREITAS, G. D. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saúveiros em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 35: 1911-1918. 2000.
- ZAYAS, F. M. Entomofauna Cubana. Tomo VIII. Editorial Científica. Cuba, p.62, 1981.
- ZHANG, M. M; POULSEN, M; CURRIE, C. R. Symbiont recognition of mutualistic bacteria by *Acromyrmex* leaf-cutting ants. **The International Society for Microbial Ecology Journal**. 1. 313-320. 2007.

VI. ANEXOS

ANEXO 1. Evolução de alguns indicadores químicos do solo em um sistema silvipastoril com diferentes anos de plantação e uso na alimentação animal (tomado de ALONSO, 2003).

Elementos	Anos de plantação	2001		2002		±EE Sig.
		Período pouco chuvoso	Período chuvoso	Período pouco chuvoso	Período chuvoso	
N, %	1995	0,24 ^c	0,26 ^{bc}	0,27 ^b	0,33 ^a	0,01 ^{***}
	1996	0,21 ^b	0,21 ^b	0,25 ^b	0,31 ^a	0,01 ^{**}
	1997	0,19 ^d	0,23 ^c	0,27 ^b	0,29 ^a	0,01 ^{***}
M.O,%	1995	4,62 ^c	4,79 ^c	5,06 ^a	5,31 ^a	0,06 ^{***}
	1996	4,18 ^c	4,52 ^c	4,70 ^a	4,98 ^a	0,12 ^{***}
	1997	4,02	4,21	4,46	4,79	0,18 ^{***}
P, ppm	1995	314,4	299,6	298,5	219,5	29,98
	1996	321,6 ^a	286,0 ^{ab}	195,4 ^b	165,4 ^b	38,85 [*]
	1997	313,1	215,8	191,2	189,2	32,45
Ca, %	1995	3,68 ^a	3,0 ^b	3,41 ^{ab}	2,64 ^b	0,15 ^{**}
	1996	3,4 ^a	2,47 ^b	2,74 ^{ab}	2,22 ^b	0,24 [*]
	1997	2,85	2,71	2,59	2,39	0,13

^{abc} Médias com diferentes índices na mesma linha diferem a $p < 0,05$ (Duncan, 1955).

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.

N- Nitrogênio; M.O- Matéria Orgânica; P- Fósforo Ca- Cálcio.