

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM  
PERNAMBUCO**

**MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA**  
Zootecnista

**RECIFE - PE  
ABRIL-2011**

*SILVA, M.A. Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas...*

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREA EM  
PERNAMBUCO**

**MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA**

**RECIFE – PE  
2011**

**MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM  
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Forragicultura

Comitê de Orientação:  
Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Mércia Virgínia Ferreira dos Santos  
Prof. Dr. Mário de Andrade Lira  
Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior

**RECIFE – PE  
ABRIL – 2011**

Ficha catalográfica

gtv

S586c Silva, Mônica Alixandrina da  
Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas em  
Pernambuco / Mônica Alixandrina da Silva. -- 2011.  
129 f.: il.

Orientadora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos.  
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, 2011.  
Referências.

1. Plantas forrageiras 2. Anatomia 3. Planta nativa  
4. Proteína 5. Produção I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos,  
orientadora II. Título

CDD 633.2

**MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM  
PERNAMBUCO**

Tese defendida e aprovada em 16 / 02 / 2011, pela Banca Examinadora.

**Orientadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos, D.Sc.  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Departamento de Zootecnia

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Guim, D.Sc.  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello, D.Sc.  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Dr. José Nildo Tabosa, D.Sc.  
Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA

---

Prof. Dr. Mário de Andrade Lira Junior, PhD  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Departamento de Agronomia

---

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, D.Sc.  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Departamento de Ciência Florestal

**RECIFE-PE  
ABRIL-2011**

*A meus pais Antonio (in memoriam) e Josefina, alicerce  
da minha vida,  
Ofereço.*

*As minhas filhas Déborah e Rebeca,  
A meu marido Gladston,  
amores incondicionais,*

*Dedico-lhes este trabalho com todo amor.*

Onde você vê um obstáculo,  
alguém vê o término da viagem  
e o outro vê uma chance de crescer.  
Onde você vê um motivo pra se irritar,  
Alguém vê a tragédia total  
E o outro vê uma prova para sua paciência.  
Onde você vê a morte,  
Alguém vê o fim  
E o outro vê o começo de uma nova etapa...  
Onde você vê a fortuna,  
Alguém vê a riqueza material  
E o outro pode encontrar por trás de tudo, a dor e a miséria total.  
Onde você vê a teimosia,  
Alguém vê a ignorância,  
Um outro compreende as limitações do companheiro,  
percebendo que cada qual caminha em seu próprio passo.  
E que é inútil querer apressar o passo do outro,  
a não ser que ele deseje isso.  
Cada qual vê o que quer, pode ou consegue enxergar.  
"Porque eu sou do tamanho do que vejo".

Fernando Pessoa

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela minha existência e da minha família e pelas pessoas que estão ou passaram na minha vida, além de toda força a mim permitida para superar e realizar com dedicação este projeto de vida.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, em especial ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – PDIZ, pela oportunidade e pelas experiências vividas.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo concedida.

Ao Instituto Agrônomico de Pernambuco – IPA, Estações Experimentais de Itambé e São Bento do Una, pela parceria para realização deste trabalho e pela rica convivência com todos os funcionários.

Ao Instituto Federal de Sergipe, pela compreensão, em tantos momentos necessários de ausência.

A meu irmão Mauricio, minha cunhada Joseane e meu sobrinho Antonio Gabriel, pelo apoio, carinho e crença em minhas conquistas.

Aos meus tios Elias e Ciça, pelo carinho e crença em mim.

A minha orientadora Profa. Mércia Virginia Ferreira dos Santos, pela convivência, ensinamentos e conselhos passados ao longo dos anos.

Aos professores Mário de Andrade Lira e José Carlos Batista Dubeux Júnior, por toda experiência de vida e profissional transmitidos durante todo o período passado na Zootecnia.

Aos Professores Kleber Régis Santoro e Dulciene Karla, pelo carinho, força, amizade e apoio na realização das análises estatísticas e análises de laboratório, respectivamente.

A Embrapa Semiárido, pelo apoio nas análises laboratoriais, nas pessoas de José Nilton Moreira e Gherman Garcia Leal.

Ao Professor Alexandre Carneiro Leão de Mello, pela sinceridade e riqueza de seus comentários ao longo do curso.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pelo conhecimento transmitido, e grata convivência do decorrer na minha passagem pela Zootecnia.

Aos componentes da Banca Examinadora, pelas contribuições imprescindíveis a melhoria do trabalho final.

Aos colegas e amigos que fiz durante toda a minha pós-graduação nesta Universidade, que me proporcionaram excelentes momentos durante nossa convivência.

Aos eternos amigos da forragem, Marta Gerusa, Liz Carolina, Erinaldo, Mércia Cardoso, Tatiana e Andréa, por tantos momentos vividos, de alegria, de esperança, de ensinamentos, ou simplesmente de doação.

A minha querida ex-vizinha, Maria Aparecida, por sempre me por para cima, com seu alto astral. Você é uma pessoa impar.

Aos colegas da forragicultura, Márcio, Nalígia, Manuela, Carolina, Vicente, Hiran, Bruno, Francisco, Marcelo, Felipe, Adeneide e Poliana, por todas as experiências vividas.

A Valeska (*in memorian*), que tanto buscou seus objetivos, mas Deus a quis perto dele um pouco cedo, interrompendo essa conquista, eu sou grata por ter a conhecido e compartilhado sua amizade.

Ao bolsista Paulo Márcio, pela convivência espirituosa, atribuídas a seu gosto musical que tanto engrandeceu dias de coleta no campo.

Aos colegas da pós-graduação, Welligton Samay, Elton, Kedes, Guilherme, Ana Maria, Aninha, Laine, Valéria (maga), Chiara, Jânio e Stélio, pela enriquecida convivência.

A todos que participaram nessa minha jornada, ao longo de seis anos, junto ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, através dos quais construí minha formação pessoal e profissional.

## **BIOGRAFIA**

MÔNICA ALIXANDRINA DA SILVA, filha de Antônio Bernardino da Silva e Josefina Alixandrina da Silva, nasceu em Garanhuns – PE em 09 de maio de 1976. Em dezembro de 1996 concluiu o curso Técnico em Contabilidade, pelo Colégio Municipal de Garanhuns. cursou Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, iniciando em 1999 e concluindo em 2004, Laureada como a primeira aluna da turma de 2004.1, pelo Conselho Regional de Medicina Veterinária. Durante a graduação foi bolsista do PIBIC/CNPq em projetos de pesquisas. Em 2005 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Forragicultura, concluindo o curso de Mestrado em 2007. Em março de 2007 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, concluindo o curso em Fevereiro de 2011. Em Outubro de 2010, assumiu como Professora efetiva na área de Zootecnia do Instituto Federal de Sergipe – IFS, Campus São Cristovão.

## SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Figuras.....	xv
Resumo Geral.....	xvi
Abstract.....	xviii
Considerações iniciais.....	20
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	22
Referências Bibliográficas.....	40
Capítulo 2 - Caracterização morfológica, composição química e associação entre caracteres de leguminosas arbóreas.....	50
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	58
Conclusões.....	73
Referências Bibliográficas.....	74
Capítulo 3 - Características qualitativas e anatômicas de leguminosas arbustivo-arbóreas na Zona da Mata Seca de Pernambuco.....	78
Resumo.....	79
Abstract.....	80
Introdução.....	81
Material e Métodos.....	82
Resultados e Discussão.....	84
Conclusões.....	96
Referências Bibliográficas.....	97

Capítulo 4 - Análise de trilha entre caracteres morfológicos e produtivos de leguminosas forrageiras na Zona da Mata Seca de Pernambuco.....	101
Resumo.....	102
Abstract.....	103
Introdução.....	104
Material e Métodos.....	105
Resultados e Discussão.....	107
Conclusões.....	124
Referências Bibliográficas.....	125
Considerações Finais.....	129

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

		Página
1	Características descritivas das plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro, submetidas a oito avaliações nos anos de 2007 e 2008.....	57
2	Estatística descritiva da composição química de leguminosas nativas, na época seca do ano, em folhas e ramos (< 4 mm).....	61
3	Correlação fenotípica das variáveis qualitativas das plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro.....	65
4	Desdobramento das correlações fenotípicas de caracteres qualitativos de Sabiá, Mororó e Espinheiro em efeito direto e indiretos sobre a digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” pela análise de trilha	67

### Capítulo 3

		Página
1	Composição química das leguminosas com 70 dias de idade em Itambé –PE.....	81
2	Composição química em função da interação época de corte x espécie, em três leguminosas forrageiras no município de Itambé – PE.....	84
3	Proporção de tecidos em folhas de leguminosas incubadas por 48 horas e não incubadas.....	86

## Capítulo 4

		Página
1	Determinação da produção de matéria seca e morfologia de leguminosas forrageiras em Itambé-PE.....	103
2	Características morfológicas e produtivas em função da interação época de corte x espécie, em três leguminosas forrageiras no município de Itambé-PE.....	107
3	Correlação fenotípica entre as características avaliadas para a Leucena, Mororó e Sabiá.....	111
4	Desdobramento das correlações fenotípicas de caracteres de Leucena, Mororó e Sabiá em efeito direto e indireto sobre a produção de matéria seca (t/MS/ha) pela análise de trilha.....	113

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 3

		Página
1	Precipitação mensal durante o período experimental, Itambé, Pernambuco.....	79
2	A - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas não incubadas de Leucena. (Par.) parênquima, (Esc.) esclerênquima, (Flo) floema, (Epi) Epiderme. B- Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas incubadas por 48 horas de Leucena. (Par.) parênquima, (Lac.) lacunas. Barra = 10 µm.....	88
3	A -Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Mororó não incubadas (Esc.) esclerênquima; (Epi.ab.) Epiderme abaxial; (flo) floema B - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Mororó incubadas por 48 horas. (Epi.) epiderme, (Lac.) lacunas. Barra = 10 µm.....	90
4	A - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Sabiá não incubadas. (Xil.) xilema. B - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Sabiá incubadas por 48 horas. (Per.) periciclo. Barra = 10 µm.....	92

### Capítulo 4

		Página
1	Precipitação pluvial mensal durante o período experimental, Itambé-PE.....	100

## RESUMO GERAL

Foram conduzidos dois experimentos de caracterização de leguminosas forrageiras, durante os anos de 2007 e 2008, na Estação Experimental de Itambé e São Bento do Una, pertencentes ao Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA. O primeiro experimento objetivou caracterizar a morfologia e qualidade de três bosques de leguminosas com 30 plantas cada, encontrando-se as plantas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Sabiá) e *Machaerium aculeatum* Raddi (Espinheiro) no município de Itambé e as plantas de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (Mororó) no município de São Bento do Una. Utilizou-se técnicas simples de descrição e também mais elaboradas como a correlação e análise de trilha. Após o término das avaliações morfológicas foram coletadas amostras de folhas e caules (< 4 mm) para determinação da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. O segundo experimento ocorreu no ano de 2008, no município de Itambé-PE, com o objetivo de caracterizar as leguminosas Sabiá, Mororó e Leucena, aos dois anos de idade, no início do experimento, sendo realizado corte de uniformização e a cada 70 dias determinada a produção de matéria seca, morfologia e composição química. Após o término das avaliações foram coletadas folhas para determinação da degradabilidade *in situ* e anatomia foliar. A maioria das variáveis correlacionou-se positivamente com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca nas três espécies avaliadas. As leguminosas Sabiá, Mororó e Espinheiro se mostraram bem heterogêneas em relação a suas variáveis morfológicas. As leguminosas apresentaram altos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína insolúvel em detergente ácido e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Com a análise de trilha observou-se que, a variável proteína bruta foi responsável pelo aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Observou-se que, para caracterização morfológica e produtiva, as espécies diferiram entre si e entre períodos de avaliação, apresentando valores entre 1,4 a 4,4 t de MS/ha/corte; 1,44 a 2,76m de altura; 6,6 a 25,2 números de folhas/ramos; 0,95 a 1,51m de diâmetro da copa e 24,9 a 43,3 cm de diâmetro da base do caule. Foram observados na lâmina foliar das plantas de Sabiá, tecidos bastante lignificados que diferiram das plantas de Leucena e Mororó. Ocorreu maior degradação nas folhas de Leucena, Sabiá e Mororó, respectivamente. As leguminosas apresentaram altos teores de proteína bruta e baixos valores de digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca. Em relação à produção de matéria seca, houve baixa correlação entre quase todas as variáveis

explicativas e a variável principal nas leguminosas estudadas. Entretanto, as características altura da planta e diâmetro da copa (Leucena), número de folhas e diâmetro da copa (Mororó) e altura da planta e diâmetro da copa (Sabiá) explicaram melhor o potencial de produção de matéria seca, que interferiu de forma direta e indireta sobre a variável dependente, indicando que para o melhorista que deseja selecionar plantas com altas produções de matéria seca, deve selecionar características como altura da planta, diâmetro da copa e número de folhas.

## ABSTRACT

Experiments investigating the characteristics of forage legume were carried out in 2007 and 2008 at the Experimental Station in Itambe and São Bento do Una, both belonging to the State of Pernambuco Institute Agricultural Research Corporation, Brazil (IPA). The first experiment set out to characterize the morphology and quality of three plantations, each containing legumes comprising *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Sabiá) and *Machaerium aculeatum* Raddi (Espinheiro) in Itambe, and *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (Mororó) in São Bento do Una. Simple description techniques were used, as well as more complex ones, such as path correlation and analysis. At the end of the morphological evaluation, specimens of leaves and stalks were collected (< 4mm) to determine the chemical composition and digestibility in vitro of the dry matter. The second experiment took place in 2008 in the town of Itambé-PE, with the intention of characterizing the Sabiá, Mororó e leucena legumes which were two years old at the start of the experiment. Uniform cutting was carried out, and every seventy days the production of dry matter, morphology and chemical composition were determined. At the end of the evaluations, leaves were collected to determine the degradability in situ and the folic anatomy. The majority of variables correlated positively with the in vitro digestibility of the dry matter of the three species evaluated. Sabiá, Mororó and Espinheiro proved to be very heterogeneous in relation to their morphological variables. The legumes presented high levels of dry material, crude protein, and fibre in neutral detergent, fibre in acidic detergent and digestibility of dry matter in vitro. With path analysis it was observed that the crude protein variable was responsible for the in vitro increase in digestibility of the dry matter. It was observed that, for morphological and productive characteristics, the species differed among each other and among evaluation periods, resulting in values between 1.4 and 4.4 t of MS/ha/cutting: 1.44 to 2.76m in height; 6.6 to 25.2 leaves/branch; 0.95 to 1.51m in the diameter of the crown and 24.9 to 43.3cms in diameter at the base of the trunk. Leaf cross sections of Sabiá revealed highly lignificated materials which differed from those of the Leucena and Mororó. There was a greater degradation in the leaves of Leucena, Sabiá and Mororó respectively. The legumes presented high levels of crude protein and low levels of digestibility in vitro of dry matter. In relation to the production of dry matter, there was a low correlation between almost all the explicative variables and the principal variable in the legumes studied. However, the height and crown diameter (Leucena), number of leaves

and crown diameter (Mororó) and height and crown diameter (Sabiá) better explain the production potential of dry matter which interferes directly or indirectly with the dependent variable. This indicates that those who wish to select plants with high production of dry matter should select characteristics such as height, crown diameter and number of leaves.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Região Nordeste possui extensão territorial que apresenta grande diversidade agroecológica expressa em áreas úmidas, subúmidas e semiáridas. Uma das mais expressivas áreas dessa região é o semiárido, que tem como vegetação característica a caatinga, que consiste num complexo vegetal muito rico em espécies lenhosas e herbáceas, sendo a primeira, na maioria, caducifólia e as últimas anuais.

Um dos problemas básicos dessa região é a irregularidade de chuvas, ocorrendo ciclicamente estiagens prolongadas, com reflexos danosos no âmbito da economia. Essas irregularidades reduzem a possibilidade de exploração de culturas anuais, tornando a pecuária a exploração mais difundida na região semiárida, que tem como suporte forrageiro a vegetação nativa oriunda de caatingas.

Considerando a descapitalização do produtor dessa região como um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento pecuário, o aproveitamento das forrageiras nativas assume grande importância, uma vez que a caatinga representa em parte do ano fonte abundante de nutrientes para os animais e de baixo custo. Essas plantas produzem com quantidade mínima de água e tendem a apresentar maior taxa de sobrevivência na época seca, comparadas a espécies introduzidas. Porém, apesar da resistência à seca de algumas plantas, uma das grandes limitações dessa região ainda é a escassez de forragem, em épocas de baixa precipitação pluviométrica.

Nesse contexto, o conhecimento de espécies forrageiras adaptadas a essas condições é de suma importância para alimentação dos animais dessa região. Dentre os estratos predominantes da caatinga, encontram-se as plantas arbóreo-arbustivas, que constituem uma vegetação caducifólia, ou seja, apresentam queda das folhas em época seca, como forma de proteção contra perda de água. Apesar desse processo, essas espécies contribuem, com sua folhagem, tanto no período chuvoso, como no início do período seco, quando as mesmas caem e os animais as consomem. Uma significativa proporção da forragem removida pelos animais em pastejo é proveniente de arbustos, e em certas regiões, representa a maior parte do material disponível, quando as condições ambientais são desfavoráveis.

Durante a estação das chuvas, a maior parte da forragem é proporcionada pelo estrato herbáceo, com baixa participação da folhagem de árvores e arbustos. Entretanto, à

medida que a estação seca avança, a folhagem das espécies lenhosas passa a constituir a principal fonte de forragem para os animais, indicando a importância das espécies arbustivo-arbóreas como plantas forrageiras.

O conhecimento dessas espécies na época de crescimento vegetativo torna-se de fundamental importância para saber sua potencialidade forrageira, bem como, das suas características morfológicas que estão ligadas diretamente a sua produtividade, como exemplo, a quantificação do número de folhas, a altura da planta, que estão diretamente correlacionadas com a acessibilidade dos animais à forragem, diâmetro do caule que expressa, além da idade da planta, a sua potencialidade na exploração madeireira, etc. O conhecimento não só do potencial produtivo, como também, do valor nutritivo das leguminosas forrageiras pode concorrer para sua melhor utilização, tendo como consequência a redução dos efeitos negativos sobre o desempenho animal. Aliados a isso, o conhecimento histológico dessas plantas podem fornecer dados que ajudem a entender fatores que interferem no valor nutritivo, seja pela sua digestibilidade ou pelo arranjo que os tecidos estão inseridos nessas plantas forrageiras, modificando o seu valor nutritivo.

O aumento da produção de matéria seca está associado às características morfológicas da planta. Dessa forma, o conhecimento mais detalhado das mudanças morfológicas das leguminosas pode fornecer dados importantes para o entendimento da dinâmica da produção de matéria seca.

Nesse contexto, o conhecimento dos fatores que interferem no aumento ou diminuição da produção de matéria seca é muito importante, e um instrumento que se constitui como uma ferramenta para este conhecimento é a análise de trilha, ou regressão múltipla, que pode desdobrar as correlações simples entre duas variáveis e observar os efeitos diretos de uma variável para outra e os efeitos indiretos que estas duas sofrem das demais variáveis.

**CAPÍTULO 1**  
**REFERENCIAL TEÓRICO**

**CARACTERIZAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM**  
**PERNAMBUCO**

---

## 1. Caracterização de algumas leguminosas forrageiras

### 1.1. Sabiá

A *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (Sabiá), pertencente à família Leguminosae e da subfamília Mimosoideae, é uma árvore de pequeno porte, não atingindo grandes diâmetros e muitas vezes apresentando-se em touceiras. Planta espinhenta e lactascente é capaz de fixar o nitrogênio através da simbiose entre suas raízes e as bactérias do gênero *Rhizobium* (Lorenzi, 1998).

É uma espécie que recebe várias denominações como, Sabiá, Cebiá e Sansão do campo, de acordo com a região na qual está inserida. Pertencente a família Mimosaceae. De ocorrência natural em vários Estados da Região Nordeste do Brasil, estende-se desde o Estado do Maranhão até o Estado de Pernambuco, na chapada do Araripe, divisa dos Estados de Pernambuco e do Ceará. Foi introduzida com êxito em regiões úmidas dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, sendo que nesses locais, é conhecida como Sansão-do-Campo (Carvalho, 2007). Na região Nordeste a introdução em áreas úmidas ocorreu na antiga Escola de Agronomia do Nordeste- EAN, hoje denominada Universidade Federal da Paraíba, (Gomes, 1973).

É uma espécie que ocorre espontaneamente em áreas de “Caatinga” semi-úmidas, com precipitações variando de 600 a 1.000 mm. Todavia, ocorre também em áreas mais secas, onde as temperaturas médias estão entre 20 e 28° C, e o déficit hídrico entre 200 e 1.000 mm. Neste caso, apresenta uma forma mais arbustiva com tronco polifurcado. Foi inserida com sucesso em áreas úmidas como a Zona da Mata Seca de Pernambuco (Lima, 1995; Ribaski et al., 2003).

A espécie se destaca como uma das principais fontes de estacas para cercas no Nordeste, em especial no Estado do Ceará. As folhas, verdes ou secas, assim como as vagens, são forrageiras, e consideradas como uma valiosa fonte de alimento devido ao teor alto de proteína. A espécie também é utilizada como quebra-vento ou cerca - viva principalmente na Região Sudeste do País (Carvalho, 2007). Entretanto, tem como particularidade a presença de espinhos, característica morfológica inerente a espécie (Vieira et al., 2005).

## 1.2. Mororó

O gênero *Bauhinia* (Leguminosae) compreende cerca de 300 espécies difundidas na África, Ásia e Américas Central e do Sul, onde algumas são utilizadas em preparações medicinais caseiras. No Brasil são conhecidas popularmente como Pata-de-vaca, e difundidas em mais de 98 espécies nativas (Vaz & Tozzi, 2003).

As espécies de *Bauhinia* são árvores ou arbustos com inflorescências folhosas com flores unilaterais geminadas; cálice espatáceo e fenestrado na base; estigma bilobado; testa castanho-escura a enegrecida, brilhante com linhas em forma de leque sob a lupa (Rodrigues & Vaz, 2008).

O Mororó (*Bauhinia cheilantha* Bong. Steud) é uma espécie freqüente na caatinga, habitando terrenos férteis e argilosos em altitudes acima 500 m, podendo ser usada como forragem para caprinos e ovinos. Pertencente à família Leguminosae é encontrada em muitos solos da região sertaneja, e apresenta tegumento resistente (Teixeira et al., 2009).

O potencial forrageiro dessa espécie já vem sendo observado por diversos autores (Moreira et al., 2006; Silva et al., 2007; Santos et al., 2008), que relatam que esta leguminosa tem alto valor nutritivo, com teores de proteína acima de 20%, além de participar significativamente da dieta de animais na caatinga.

## 1.3. Espinheiro

O gênero *Machaerium* Pers. está subordinado à tribo Dalbergieae (Leguminosae, Papilionoideae). Constitui-se por cerca de 130 espécies com distribuição tipicamente neotropical, estendendo-se do sul do México à América do Sul, com apenas uma espécie ocorrendo na costa oeste da África. Apresenta uma grande riqueza específica na maioria dos inventários florísticos, nos mais variados habitats e apresenta ampla distribuição geográfica (Polhill & Raven, 1981).

A maior diversidade ocorre no Brasil, onde são encontradas cerca de 120 espécies, variando desde árvores a até plantas escandentes. As formas escandentes predominam na hiléia Amazônica, enquanto as arbóreas, no Centro-Sul do Brasil (Ducke 1949, citado por Mendonça Filho et al. 2007). Polido e Sartori (2007) observaram a presença de oito espécies de *Machaerium* no Pantanal brasileiro, principalmente no cerrado, com destaque para o *Machaerium aculeatum* Raddi.

O *M. aculeatum* Raddi está inserido também na Região Nordeste, observado a sua presença no Estado de Pernambuco (Ferreira et al., 2007a; Silva et al.; 2007), sendo constatado que além de ser ecologicamente adaptado às condições da Zona da Mata de Pernambuco, também é selecionado pelos animais.

#### 1.4. Leucena

O gênero *Leucaena* pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoidae. Na década de 70, mais de 50 espécies foram citadas como pertencentes ao gênero *Leucaena*, entretanto, apenas dez eram reconhecidas, as demais espécies foram consideradas como sinónímias (Lima, 2005).

A *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit é uma das espécies mais difundidas, sendo originária das Américas, ocorrendo naturalmente desde o Texas (EUA) até o Equador, concentrando-se no México e América Central (Parrotta, 2011). No Brasil, é conhecida simplesmente como Leucena, não havendo dados concretos do ano de introdução no país. Porém, Vilela e Pedreira (1976) relatam que ela foi introduzida em São Paulo em 1940, através de sementes procedentes do Serviço Florestal do Rio de Janeiro. No Nordeste ela passou a ser difundida em 1940 através da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), por intermédio de distribuição de sementes e instalações de pequenos ensaios de espécies florestais, em parceria com o antigo IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), hoje denominado IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

A Leucena se desenvolve em regiões cujas precipitações variam entre 600 e 1700 mm por ano, porém também tem sido encontrada em regiões de precipitações em torno de 250 mm/ano. Sua importância econômica foi primeiramente reconhecida pelo seu valor como árvore de sombreamento e adubo verde, em seguida, foi amplamente empregada em reflorestamento e controle de erosão, sendo atualmente usada como planta forrageira, principalmente nos Trópicos Secos (Lima, 2005).

Os estudos com Leucena abrangem uma diversidade de informações, independente da região na qual está inserida. Suárez et al. (2009) avaliaram a Leucena em sistema silvipastoril na região de Granma em Cuba, e observaram um aumento na macrofauna do solo, já Munera-Duque (2011) em Santafé de Antioquia, Colômbia, avaliaram a Leucena

como banco de proteína. No Brasil, seus estudos se direcionam para a produção de sementes (Faria et al., 1985) e valor nutritivo (Possenti et al., 2008; Cortes et al., 2004).

## **2. Potencial forrageiro de algumas leguminosas na Zona da Mata de Pernambuco**

A Zona da Mata de Pernambuco equivale a 11% da área do Estado e apresenta maior precipitação pluvial, quando comparada ao Agreste e Sertão, sendo explorada predominantemente pela cultura canavieira (Santos et al., 2003). Devido à expansão da pecuária nessa região, diversos trabalhos ao longo dos anos vêm buscando alternativas forrageiras para área (Santos et al., 2003; Mello et al., 2006; Silva et al., 2008), considerando que essa região é a de melhor distribuição de chuvas no Estado de Pernambuco e apresenta potencial para produção de forragem.

Estudos foram realizados com a finalidade de obter informações sobre a produção de biomassa de algumas espécies da Mata Atlântica, conforme mencioandas a seguir: *Helicostilys tomentosa* Poepp. & Endl Rusby (502 kg de MS/ha), *Parkya pendula* Benth. ex Walp (450 kg/ha), *Brosimum guianense* Aubl. Huber (400 kg/ha), *Mabea occidentalis* Benth. (231,9 kg/ha), *Miconia albicans* Sw. Triana (321 kg/ha), *Dialium guianense* Aubl. Sandw. (324 kg/ha), *Thyrsodium shomburgkianum* Benth. (365 kg/ha), *Tapirira guianenses* Aubl. (254 kg/ha), *Lecythis pisonis* Cambess. (171 kg/ha) e *Schefflera morototoni* Aubl. (277,6 kg/ha), que totalizaram 3,3 t/ha de biomassa aérea (Espig et al., 2008).

Pesquisas que objetivam avaliar leguminosas na Zona da Mata vêm sendo realizadas nos últimos anos. Dentre essas, pode-se observar avaliações com *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (Stamford e Silva, 2000); *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth (Souza et al., 2007); *Arachis Pintoi* Krap. & Greg, *Stylosanthes guianense* (Aubl.) Sw. cv. Mineirão e Bandeirantes, *Clitoria ternatea* L. e *Desmodium ovalifolium* Wall. (Teixeira et al., 2006; Silva et al., 2007); *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Bauhinia cheilantha* (Lins et al., 2006; Saraiva et al., 2006); *Cajanus cajan* (L.) Millsp. , *Leucaena leucocephala* e *Machaerium aculeatum* (Silva et al., 2008).

Teixeira (2008), trabalhando com leguminosas herbáceas, observou nas condições de Itambé as seguintes produções: 28 kg de MV/ha (*Arachis pintoii*), 27 kg de MV/ha

(*Stylosanthes guianenses* cv. Bandeirantes), 34 kg/MV/ha (*Calopogonium mucunoides* Desv.), 46 kg/MV/ha (*Clitoria ternatea*), 31 kg/MV/ha (*Stylosanthes guianenses* cv. Cook), 12 kg/MV/ha (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC.), 26 kg/MV/ha (*Stylosanthes guianenses* cv. Mineirão), 18 kg/MV/ha (*Stylosanthes macrocephala* (Aubl.) Sw cv. Pioneiro) e 31 kg/MV/ha (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.). Esses autores relatam que houve diferenças entre as leguminosas estudadas, e que são necessários estudos de consórcio visando à potencialidade delas em competição com gramíneas.

Moura et al. (2006), trabalhando com a leguminosa arbórea Sabiá em Itambé, em dois povoamentos com espaçamentos diferentes, observaram produção total 66, 2 t/ha no povoamento I, e 80, 8 t/ha no Povoamento II. Entretanto, dessa produção apenas 0,7 e 0,5 t/ha compreendiam as folhas, ou seja, a biomassa pastejável.

Além da produtividade dessas leguminosas, vale salientar que o valor nutritivo também é um parâmetro importante da avaliação dessas plantas como forrageiras. Pois, as leguminosas em sua maioria são capazes de fixarem o nitrogênio atmosférico, disponibilizando esse nutriente para o solo através da liteira, e para o animal através do consumo direto da planta.

Alguns fatores pode interferir na composição química das leguminosas, segundo Ferreira et al. (2007a), um desses fatores é a época do ano Os autores avaliaram *Machaerium aculeatum*, em duas épocas do ano, e observaram valores de proteína bruta de 13,7 e 14,7 %, fibra em detergente neutro de 48,7 e 49,6 % na época seca e chuvosa, respectivamente.

A composição química de outras espécies forrageiras como a *Leucaena leucocephala* com 25,9 %, o *Mimosa caesalpiniiifolia* 15,3 %, *Casearia sylvestris* Sw. 14,6 % e *Chomelia* sp. 9,7 %, foram avaliadas por Almeida et al. (2006), na Zona da Mata Seca de Pernambuco, coletando amostras compostas de folhas mais galhos com até 5 cm de diâmetro.

### 3. Potencial forrageiro da caatinga

A caatinga é o tipo de vegetação que cobre a maior parte do semiárido brasileiro, em torno de 80,3%, ou seja, 925.043km<sup>2</sup>. Com base na interação vegetação e solo, a região pode ser dividida nas seguintes zonas: domínio de vegetação hiperxerófila, domínio da

vegetação hipoxerófila, ilhas úmidas, agreste e área de transição (Rodal & Sampaio, 2002; Rodal et al., 2008).

De modo geral, a caatinga tem sido apresentada como pobre, abrigando poucas espécies endêmicas, de baixo valor para fins de conservação (Tabarelli & Vicente, 2002). Tal detalhamento contrasta com a diversidade de tipos vegetacionais observadas nesse ecossistema, sendo que a mesma está longe de ser homogênea do ponto de vista fisionômico e pobres em espécies endêmicas.

Descritivamente, a caatinga é caracterizada pela predominância de árvores e arbustos baixos e profundamente ramificada, comumente espinhosa, com folhas decíduas na época seca do ano (Juncá et al., 2005). As árvores e arbustos pertencem principalmente às famílias Leguminosae e Euphorbiaceae, consideradas como sendo o maior e mais importante recurso de forragem renovável na região semiárida (Rodal & Sampaio, 2002). Além dessas famílias, existem outras que apresentam também potencial forrageiro, como as caparáceas e cactáceas (Araújo Filho & Silva, 1994). Entretanto, apesar dessa potencialidade forrageira, a caatinga não é composta unicamente por plantas que servem para alimentação animal, ou seja, plantas forrageiras (Santos et al., 2010).

Existem dois tipos principais de caatinga miscigenada na paisagem nordestina: a caatinga arbóreo-arbustiva dominante no sertão, e a caatinga arbórea que ocorre principalmente nas encostas das serras e nos vales dos rios (Araújo Filho & Silva, 1994; Santos et al., 2010). A abundância de forrageiras arbóreas e arbustivas oferece excelente potencial para criação de caprinos, ao mesmo tempo em que a alta ocorrência de gramíneas e dicotiledôneas herbáceas proporciona grande potencial para o pastoreio de ovinos (Devendra, 1982; Murray, 1982), principalmente na época chuvosa.

Um dos grandes entraves na alimentação animal nessa região se deve ao fato de o crescimento e o desenvolvimento das plantas da caatinga ocorrerem de forma irregular, visto que os incrementos da acumulação da fitomassa dependem da disponibilidade de água no solo, tipo de solo e temperatura, além das condições pluviométricas (Andrade et al. 2006; Santos et al., 2010).

Estudos indicam que, acima de 70% das espécies botânicas da caatinga participam da dieta dos ruminantes domésticos, dessas, 20% são arbóreo-arbustivas, e o restante são plantas herbáceas e dicotiledôneas, que participam da dieta animal apenas durante o período chuvoso (Araújo Filho et al., 1996). É importante mencionar que, em termos de preferência animal, principalmente de caprinos, as espécies arbóreas são mais aceitas.

Van Dyne et al. (1980) demonstraram que na dieta de caprinos existe cerca de 60% de arbustos, 30% de gramíneas e 10% de outras plantas. Já no semiárido nordestino, vários autores reportaram uma variação nessa dieta que foi de 0,3 a 43% de gramíneas e 11,3 a 88,4% de espécies lenhosas, indicando que o fator época do ano interfere fortemente na dieta desses animais (Pfiste, 1983; Mesquita et al., 1986; Pimentel, 1992; Leite et al., 1995). Ydoyaga-Santana et al. (2010) observaram a participação de plantas nativas como o Mororó (*Bauhinia cheilantha*) na época chuvosa do ano, diminuindo a participação das espécies herbáceas, devido a maior disponibilidade dessa espécie na área experimental, que condicionou a seletividade dos animais.

A falta de participação significativa de algumas espécies na época seca se deve pelas características inerentes a esses vegetais, como no caso das leguminosas quando a maioria perde suas folhas nessa época, como forma de proteção contra a perda de água. Já as herbáceas, em sua maioria gramíneas, encurtam seu ciclo no período chuvoso. Além disso, o uso indiscriminado das pastagens tem provocado o desaparecimento de algumas forrageiras, com perdas quantitativas e qualitativas da forragem, resultando na diminuição da capacidade de suporte (Crancio et al., 2006).

Dessa forma, a disponibilidade de forragem é um fator preponderante sobre a capacidade de suporte e obtenção do ganho de peso animal, pois Ydoyaga – Santana et al. (2010), trabalhando com 0,6 UA/ha de mestiços de Gir e Holandês, obtiveram ganho médio diário de 412g, devido ao excesso de forragem que proporcionou aos animais condições de seletividade. Já Moreira et al. (2006) relatam que a caatinga tem baixa capacidade de suporte, sendo necessário 1 UA/ha. Entretanto, isso está correlacionado com a espécie animal, pois quando se direciona para caprinos, a capacidade de suporte pode chegar a 10 animais/ha (Silva et al., 1999).

As áreas utilizadas para pastejo no semiárido, em sua pluralidade, se dão pela utilização do estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo da caatinga. Este último é constituído por diversas espécies, destacando-se o Mororó (*Bauhinia cheilantha*), o Juazeiro (*Zyziphus joazeiro* Mart.), o Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), a Carqueja (*Calliandra depauperata* Benth.), a Maniçoba (*Manihot pseudo-glasiovii* Pax e Hoffman) e o Feijão-Bravo (*Capparis flexuosa* L.) (Pinto et al., 2006; Lopes et al., 2009).

A dieta dos animais em pastejo varia conforme a época do ano e espécie animal. Em Serra Talhada, Sertão de Pernambuco, Moreira et al. (2006) observaram que novilhos fistulados apresentaram 42,4% de Mororó em sua dieta, no início da estação seca. Já

Santos et al. (2008), trabalhando com ovinos fistulados em Sertânia – PE, observaram que a dieta desses animais variou, em função do consumo de determinadas espécies, entre elas destaca-se a *Capparis flexuosa* (Feijão-Bravo), *Mimosa hostilis* Benth. (Jurema-Preta), *Boerhaavia coccinea* Mill. (Pega-Pinto), de acordo com a época do ano.

Ydoyaga-Santana et al. (2010), trabalhando com bovinos no sertão de Pernambuco, observaram inicialmente na dieta dos animais a presença tanto de capim, como também de Mororó, com valores de 55 e 14,2%, respectivamente, e no final do experimento encontrou valores de 41,8 e 19,7%, respectivamente. Dessa forma, observa-se que a época do ano é um fator que influencia a disponibilidade e qualidade das espécies na caatinga, e conseqüentemente a seletividade dos animais.

Diante disso, é importante ressaltar que a caatinga é um bioma rico em espécies arbóreo-arbustivas, das quais grande parte são plantas forrageiras, que são à base da alimentação de animais na região semi-árida, principalmente em épocas com disponibilidade hídrica, sofrendo a falta da biomassa pastejável na época seca do ano.

### **3.1. Leguminosas forrageiras nativas**

As forrageiras nativas têm um período relativamente curto de crescimento, que ocorre apenas no período chuvoso, época em que é capaz de suprir as exigências de algumas categorias de animais. Nessa época, além da maior produtividade, as plantas forrageiras poderiam ser consideradas como dietas que atendem às necessidades dos animais, desde que suplementadas com água e mistura mineral (Evangelista & Lima, 1994; Thiago et al., 2001).

Apesar da importância do conhecimento da produção de espécies forrageiras nativas da caatinga, existem poucos trabalhos na literatura que apresentam resultados quanto à determinação da produção de matéria seca. Várias são as dificuldades mencionadas, dentre essas se podem destacar: grandes extensões de terras, custo elevado com a mão de obra, e falta de mão de obra, assim como, inexistência de metodologias definidas ou apropriadas para avaliar a produção (Nascimento Junior et al., 1982; Lima, 1984).

Moreira et al. (2006) observaram produção média de 227 kg de MS/ha para plantas de Mororó. Santos et al. (2008) observaram participação baixa do Mororó na caatinga de Sertânia-PE, nos anos de 2004 e 2005, com cerca de 0,730 kg de MS/ha. Silva et al. (2008a), trabalhando com Sabiá e Mororó na Zona da Mata Seca de Pernambuco,

obtiveram de plantas com um ano de idade, produção média de 1,7 t de MS/ha e 1,6 t de MS/ha, respectivamente. Silva et al. (2007), trabalhando com 100 plantas de Espinheiro (*Machaerium aculeatum*) na época chuvosa do ano observaram que 63% dessas plantas apresentaram biomassa pastejável de até 6 kg por planta, em condições da Zona da Mata Seca de Pernambuco. Caldas et al. (2010), trabalhando com plantas de Sabiá com e sem adubação fosfatada, na Zona da Mata Seca de Pernambuco, observaram produções de 146,9 a 158,16 kg de MS/ha/60 dias, no período seco e chuvoso, respectivamente.

### **3.2. Importância da anatomia e valor nutritivo das espécies forrageiras**

A anatomia vegetal quantitativa tem se constituído em uma ferramenta complementar interessante para os estudos da avaliação da qualidade das forrageiras. Indicadores gerados pela técnica permitem tanto a comparação de espécies ou cultivares, como o acompanhamento do envelhecimento dos tecidos com a maturidade da planta (Silva, 2010). Diversos trabalhos vêm sendo realizados objetivando comprovar a ocorrência da associação entre a anatomia e qualidade das forrageiras (Brito et al., 1997; Brito et al., 2004; Lemp, 2007). Utilizando técnicas específicas como a microscopia eletrônica de varredura, é possível observar que a biota ruminal digere vários tipos de tecidos das forrageiras, sendo o tecido vascular lignificado um dos mais resistentes à digestão (Brito et al. 1999).

Atualmente, a composição dos tecidos das forrageiras e sua quantificação tem sido ferramenta utilizada para auxiliar na avaliação do valor nutritivo. A digestibilidade de uma forrageira está intimamente associada ao arranjo dos tecidos e sua composição bromatológica (Hanna et al., 1973). De acordo com Akin et al. (1983), é possível relacionar o potencial de digestibilidade da planta pela caracterização dos diferentes tecidos vegetais presentes nas várias frações das forrageiras.

Em ruminantes, a taxa de degradação da parede celular das forrageiras é determinada, em sua maioria, pela capacidade dos microrganismos do rúmen em transpor barreiras anatômicas. Desse modo, a quantificação da proporção dos tecidos presentes nas forrageiras pode auxiliar a compreender melhor a qualidade nutricional da forragem (Ventrella et al., 1997; Brito et al., 2004).

O conhecimento anatômico das forrageiras e das proporções de tecidos pode explicar diferenças na digestibilidade da matéria seca entre plantas, por meio da quantificação do volume relativo dos tecidos com elevado conteúdo solúvel ou delgada parede primária, não lignificada, os quais apresentam alta digestibilidade. Já em relação àqueles tecidos com baixo conteúdo solúvel e espessa parede celular, frequentemente lignificada, estão associados a uma baixa digestibilidade (Wilson, 1993).

O estágio de maturidade é importante fator a influenciar o valor nutritivo da planta forrageira. Embora seja observado declínio na qualidade das folhas com o avanço da maturidade, esse declínio não pode ser atribuído a variações na proporção de tecidos, uma vez que a contribuição relativa de cada tecido na folha não se altera com a idade (Akin & Burdick, 1975; Wilson, 1976; Cherney & Marten, 1982).

Nesse caso, o incremento no conteúdo da parede celular e também alterações na sua composição química, como aumento das concentrações de lignina e ácidos fenólicos, principalmente nos tecidos vasculares e esclerenquimáticos, explicam o decréscimo na qualidade das folhas com a maturidade (Titgemeyer et al., 1996), indicando que os tecidos podem apresentar taxas de digestão diferenciadas.

Diante disso, as características anatômicas de folhas e caules podem ser utilizadas complementarmente para melhor compreensão acerca da qualidade das plantas forrageiras, bem como, no melhor entendimento da variabilidade temporal da qualidade nutricional da forragem (Carneiro et al., 2008).

O arranjo dos tecidos na folha pode ser um fator determinante do aumento ou diminuição da digestibilidade. As plantas  $C_3$  possuem estruturas diferentes das plantas  $C_4$ . A epiderme, camada mais externa da folha, em plantas  $C_3$  é ligada ao parênquima, já em plantas  $C_4$  está ligada ao esclerênquima, formando uma estrutura denominada de “Girder”, que dificulta o desprendimento da epiderme do restante da folha, ocasionando maior resistência a danos mecânicos e físicos (Wilson et al., 1989).

Em relação à qualidade das plantas nativas, Araújo Filho (2000) avaliou a composição química de folhas de árvores em diferentes estádios vegetativos e constatou que, em termos de proteína bruta, os valores encontrados foram superiores ao mínimo de 7% necessário a dieta de ruminantes. É importante salientar que, na época seca, com a parada de crescimento e senescência das partes vegetativas, ocorre uma queda na produção e qualidade da forragem pela redução da proteína bruta e da digestibilidade.

O declínio em valor nutritivo é significativo à medida que a seca se acentua, especialmente no caso das plantas herbáceas. Por outro lado os arbustos apresentam maior duração de crescimento anual e mantêm o seu valor nutritivo por período mais prolongado. Apesar da disponibilidade de fitomassa da caatinga ser relativamente maior no período chuvoso, o percentual de plantas utilizadas pelos animais e que podem ser consideradas como forragem representa menos de um terço do material encontrado. Além disso, variações no valor nutritivo da forragem também ocorrem nessa época, influenciando a produção animal (Garcia, 1977; Lopes et al., 2000; Moreira et al., 2006).

Pesquisas mostram que à medida que a estação das chuvas vai avançando, principalmente no seu terço final, os teores de proteína bruta e de alguns nutrientes vão decrescendo (Tomich et al., 2002) e aumentando o teor de lignina (Araújo Filho & Silva, 1994), devido ao crescimento da planta nessa época que favorece a lignificação da parede celular. Isso pode estar correlacionado a outros fatores, como o aumento da indisponibilização da proteína para o animal, através do aumento da proteína indisponível ligada a fibra em detergente ácido (PIDA).

Moreira et al. (2006), estudando a dieta de bovinos ramoneando a caatinga na época chuvosa, concluíram que existe alta percentagem de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), tornando parte deste componente indisponível para os animais.

Desta forma, com o avanço da maturidade as plantas tendem a aumentar a espessura da parede celular, aumentando a concentração de lignina, que ocasiona a diminuição da digestibilidade das forrageiras. Além disso, a baixa digestibilidade pode estar associada ao fato dessas plantas possuírem altos teores de compostos secundários, o que pode reduzir a digestibilidade das fibras, e dos nutrientes, especialmente das proteínas (Longland et al., 1994).

Ressaltando que o teor de compostos secundários, como os taninos, pode não ser um fator que diminua o consumo de espécies na caatinga, mas as altas percentagens de lignina que reduzem a digestibilidade (Araújo Filho et al., 2004).

Apesar de algumas leguminosas apresentarem em sua constituição a presença de compostos secundários, as mesmas também possuem uma particularidade oriunda da própria espécie, que é a fixação biológica de nitrogênio, permitindo maior aporte desse nutriente, refletindo em altos teores de proteína bruta. Entretanto, se faz necessário o conhecimento mais detalhado da composição química dessas leguminosas nativas, visto

que este já vem sendo o objetivo de alguns autores, ao retratarem a variação que essas espécies apresentam em determinadas regiões.

Goyanna (2009), avaliando o feno de Mororó e Sabiá, observou teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína insolúvel em detergente ácido, lignina e tanino de 87,5 e 88,1%; 15,5 e 18,5%; 60,5 e 65,5%; 52,5 e 59,5%; 7,1 e 9,6%; 14,8 e 21,6%; 3,3 e 3,4%, respectivamente. Caldas et al. (2010), trabalhando com duas épocas de avaliação na Zona da Mata Seca de Pernambuco, observaram para plantas de Sabiá teores de 49,8 e 43,6% de matéria seca, 16,7 e 22,1% de proteína bruta, 53,1 e 42,7% de fibra em detergente neutro e 1,08 e 0,67% de tanino para época seca e chuvosa, respectivamente. Almeida et al. (2006) observaram para plantas de Mororó teores de 65,8 e 44,2% de matéria seca, 7,2 e 12,2% de proteína bruta, 65,6 e 48,7% de fibra em detergente neutro e 54,6 e 34,5% de fibra em detergente ácido, para época seca e chuvosa, respectivamente.

Em plantas de Espinheiro, Silva et al. (2007) observaram valores de 43,9% de matéria seca, 15,3% de proteína bruta, 55,3% de fibra em detergente neutro, 37,8% de fibra em detergente ácido, 11,2% de lignina e 40,1% de digestibilidade *in vitro*. Ferreira et al., (2007a) trabalhando com plantas de Espinheiro em uma época seca e uma época chuvosa, observaram teores de 46,4 e 45,2% de matéria seca, 13,7 e 14,7% de proteína bruta, 48,7 e 49,6% de fibra em detergente neutro, 35,5 e 39,7% de fibra em detergente ácido, respectivamente. Da mesma forma, Almeida et al. (2006) também estudaram duas épocas de avaliação obtendo teores de 34,1 e 43,7% de matéria seca, 16,9 e 16,3% de proteína bruta, 57,1 e 51,4% de fibra em detergente neutro e 42,1 e 37,4% de fibra em detergente ácido para época seca e chuvosa, respectivamente.

Esses resultados para a composição química das plantas acima relacionadas indicam que, além da produção, a qualidade das forrageiras varia conforme a espécie, as condições nas quais estão inseridas e época do ano. Tornando-se importante a observação da composição química dessas espécies nativas do semiárido, em uma região como a Zona da Mata, com o intuito de observar, se essas espécies externam os mesmos valores, ou se respondem melhor em função do clima.

### 3.3. Utilização de leguminosas em sistemas silvipastoril

Nas avaliações em sistemas silvipastoris o ponto de partida é o conhecimento dos efeitos das árvores sobre o desenvolvimento das plantas sob suas copas e adjacências. Água, nutrientes e principalmente luz, são envolvidos nessa interação. Os reais benefícios advindos da presença de árvores sobre as plantas do estrato herbáceo estão ligados ao aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio (Rangel et al., 2008).

A árvore é integrada ao sistema com o objetivo de aumentar a produtividade e a qualidade da forragem e ainda promover a sustentabilidade do sistema. A planta é uma produtora de forragem e é esperado não só aumentar a produtividade da espécie forrageira herbácea existente na pastagem, mas também produzir forragem para complementar aquela disponível, proveniente do pasto tradicional (Benedetti, 2005). Um exemplo de utilização de árvores nesse sistema acontece com, a incorporação de espécies como a Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) e a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) que além de se adaptarem bem a ambientes sub-úmidos, também se adaptam a ambientes com restrição de água.

A presença de árvores fixadoras de N, quando utilizados em sistemas silvipastoris, pode resultar num aumento substancial de nitrogênio no solo. Com a presença de animais realizando o pastejo faz retornar ao solo, nutrientes pelas fezes e urina. Com relação às respostas quantitativas e qualitativas que as gramíneas sob a copa de árvores apresentam, podemos destacar o efeito do sombreamento. Adejumo & Ademosun (1985), constatam que a leguminosa Leucena favoreceu o aumento de produção do Capim guiné com o aumento do espaçamento entre as leguminosas, assim como também favoreceu o aumento dos teores de proteína bruta, possivelmente devido à maior atividade fotossintética do sub-bosque.

Paciullo et al. (2007), avaliando um pasto de *Urochloa decumbens* Stapf. sob a copa de 4 espécies de leguminosa, *Acácia mangium* Willd, *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, *Leucaena leucocephala* e *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Bentham, observaram que a produção de matéria seca da gramínea diminuiu sob a sombra das árvores, mas a morfologia da planta não foi diferente entre as gramíneas a pleno sol e sombreadas, porém, a composição química foi melhor nas plantas sombreadas que apresentam valores

superiores de proteína bruta e digestibilidade e inferiores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

As árvores no sistema silvipastoril, além de contribuírem com o aporte de nutrientes quando fixadoras de N, também podem ser fonte direta da alimentação animal, devido a suas qualidades nutricionais. O que vai garantir o consumo dessas plantas na pastagem são suas características nutricionais ou antinutricionais, além do fato de saber se estas plantas já fazem parte da dieta do animal no pasto, pois, os animais pastejam seletivamente em uma pastagem escolhendo as forrageiras de melhor qualidade e de mais fácil apreensão, para compor a sua dieta (Dias, 2005).

Ao avaliarem a composição bromatológica de 4 espécies arbóreas (*Bauhinia guianensis* Aublet, *Aspidosperma cuspa* Kunth, *Mimosa tenuiflora* Wild e *Caesalpinia pyramidalis* Tul.) na região semiárida da Bahia, Zanine et al. (2005) obtiveram valores de 21 a 14 % de proteína bruta na matéria seca, indicando que essas leguminosas podem ser promissoras em termos de qualidade, na alimentação animal.

Paciullo et al. (2009), comparando um sistema de monocultivo de *Urochloa decumbens* Stapf. a um sistema silvipastoril com as leguminosas *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv Mineirão, *Acacia mangium* Wild, *Acacia angustissima* (P. Mill.) Kuntze e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, observaram que o sombreamento moderado não interferiu na capacidade de suporte do pasto, no valor nutritivo e no consumo de matéria seca pelos animais, e que esse sistema possibilitou um aceleração no crescimento de novilhas na época seca.

As espécies arbóreas podem melhorar a produção animal, através do aumento da qualidade e a persistência das pastagens, realizando o seqüestro de quantidades substanciais de carbono e aumentando a biodiversidade em pastagens (Dias et al., 2008). Entretanto, não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes do sistema e sim a sustentabilidade do ecossistema e a geração de retornos satisfatórios (Benedetti, 2005).

#### **4. Estudo da análise de trilha**

A importância da correlação entre caracteres no melhoramento genético reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar os demais, no

decorso da seleção (Ramalho et al., 1993; Santos et al., 2000). A correlação de um caráter pode assumir um valor positivo, negativo ou nulo. Cruz et al. (2004) relatam que a quantificação e a interpretação da magnitude de uma correlação podem, contudo, resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois correlação elevada pode ser resultado do efeito, sobre estes, de um terceiro ou de um grupo de caracteres. Isso ocorre, devido ao sistema de inter-relacionamento entre os caracteres, onde, por exemplo, a altura da planta pode sofrer efeito do peso do colmo quando correlacionada com a produção de matéria seca.

Geralmente os diversos caracteres de importância econômica estão correlacionados entre si em magnitude e sentidos variados. Tal fato implica que a seleção de um caráter pode proporcionar alterações em outros. Assim, a quantificação dos efeitos indiretos da seleção de um ou vários caracteres sobre outros secundários, será fundamental para que se possa orientar programas de melhoramento, em que se tenha um material genético que reúna uma série de atributos favoráveis (Cruz et al., 2004).

Com o intuito de entender melhor as causas envolvidas nas associações entre caracteres, Wright (1923) propuseram um método, denominado de análise de trilha (“Path analysis”), que desdobra as correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica.

Esse método foi, inicialmente, utilizado em plantas por Dewey & Lu (1959), sendo posteriormente aplicado em diversas culturas. Estes autores definiram o coeficiente de trilha simplesmente como um coeficiente de regressão múltiplo e, como tal, avalia a influência direta de uma variável sobre a outra e permite a subdivisão do coeficiente de correlação em componentes de efeitos diretos e indiretos.

Esse coeficiente é definido como a relação entre o desvio-padrão do efeito, em razão de uma dada causa, e o desvio-padrão total do efeito, medindo a influência direta de uma variável sobre a outra, independente das demais variáveis, “efeito direto” e por meio delas “efeito indireto” (Vencovsky & Barriga, 1992).

A análise de trilha é estimada a partir de uma matriz de correlação. Segundo Ferreira (2000), quando duas variáveis não podem ser consideradas uma dependente e outra independente, em função de ambas estarem sujeitas a erros experimentais. Nesse caso, o emprego da regressão não é satisfatório fazendo uso da correlação.

O sucesso da análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento causa-efeito entre as variáveis (Schuster, 1996). Além disso, o desdobramento de

correlação é dependente do conjunto de caracteres estudados, que normalmente é estabelecido pelo conhecimento prévio do pesquisador de sua importância e de possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (Cruz et al., 2004).

Na mensuração dos efeitos diretos e indiretos de um conjunto de caracteres sobre uma variável básica, faz-se necessário estimar coeficientes de trilha, obtidos por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. A estimação destes coeficientes, contudo, pode ser adversamente afetada pelos efeitos de multicolinearidade entre os caracteres envolvidos. A multicolinearidade ocorre quando as observações amostrais das variáveis explicativas, ou suas combinações lineares, são correlacionadas (Matsuo, 1986; Ferrari, 1989). Segundo Carvalho (1995), em presença de multicolinearidade, as variâncias associadas aos estimadores dos coeficientes de trilha podem atingir valores demasiadamente elevados, tornando-os pouco confiáveis. Além disso, as estimativas dos parâmetros podem assumir valores absurdos ou sem nenhuma coerência com o fenômeno biológico estudado.

Quanto ao efeito direto que as variáveis explicativas exercem sobre a variável básica, é importante observar suas propriedades: i) sendo um coeficiente de regressão, ele tem direção, podendo ser negativo ou positivo e maior ou menor que a unidade; ii) sendo um coeficiente de regressão padronizado, ele pode ser utilizado para comparar efeito de caracteres mensuráveis em diferentes escalas; iii) não tendo unidade física, ele se assemelha a um coeficiente de correlação (Cruz et al., 2004).

Dentre os caracteres de alta correlação com a variável básica, é importante identificar aqueles de maior efeito direto em sentido favorável a seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente. Caracteres com alta correlação favorável com a variável básica, mas com efeito direto em sentido desfavorável indica a ausência de causa e efeito, ou seja, o caráter auxiliar não é o principal determinante das alterações na variável básica, existindo outros que poderão proporcionar maior impacto em termos de ganho de seleção (Carvalho et al., 2002).

Caracteres com alta correlação favorável, mas com baixo efeito direto, indicam que a seleção truncada no caráter auxiliar pode não proporcionar ganhos satisfatórios na variável básica. Neste caso, a melhor estratégia deverá ser a seleção simultânea de caracteres, com ênfase também nos caracteres cujos efeitos indiretos são significativos.

A existência de correlação significativa é indicativo da viabilidade da seleção indireta para obtenção de ganhos no caráter de maior importância econômica. Entretanto,

como os caracteres quantitativos estão sob o controle de vários genes com interações, ligações fatoriais e efeitos pleiotrópicos diversos, pode ocorrer que a seleção de um caráter venha desencadear uma série de alterações nas populações, dentre as quais, algumas não são de interesse para o melhorista. Os resultados das análises de trilha, neste contexto, são de grande utilidade, por evidenciar as verdadeiras relações de causa e efeito e orientar sobre as possíveis alterações, quando a associação entre dois caracteres for consequência da ação conjunta de vários fatores, que regulam simultaneamente vários caracteres (Cruz et al., 2004).

Devido à importância dessa análise no melhoramento de vegetais, diversos autores vêm adotando a análise de trilha como instrumento na avaliação dos caracteres relacionados com a produção (Carvalho et al., 1999; Bezerra et al., 2001; Kurek et al., 2001; Montardo et al., 2003; Cunha et al., 2007; Silva et al., 2008; Silva et al., 2008a).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEJUNO, J.O; ADEMOSUN, A.A. Effects of planting distance, cutting frequency and height on dry matter yield and nutritive value of *Leucaena leucocephala* sown alone and in mixture with *Panicum maximum*. **Journal of Animal Production Research**, v.5, n.2, p.209-221, 1985.
- AKIN, D.E, WILSON, J.R., WINDHAM, W.R. Site and rate of tissue digestion in leaves of C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and C<sub>3</sub> / C<sub>4</sub> intermediate Panicum species. **Crop Science**, v.23, p.147-155, 1983.
- AKIN, D.E., BURDICK, D. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. **Crop Science**, v.15, p.661-668, 1975.
- ALMEIDA, A.C.S; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; SILVA, J.A.A; LIRA, M.A; GUIM, A.Avaliação bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum Animal**, v.28, n.1, p.1-9, 2006.
- ANDRADE, A.P; SOUZA, E.S; SILVA, D.S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos reservas. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.35, p. 138-155, 2006 (supl. Especial).
- ARAÚJO, L.V.C; LEITE, J.A.N; PAES, J.B. Estimativa da produção de biomassa de um povoamento de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. com cinco anos de idade. **Biomassa & Energia**, v.1, n.4, p.347-352, 2004.
- ARAÚJO FILHO, J.A. Pastoreio múltiplo em caatinga manipulada no sertão Cearense. Desempenho dos bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG: SBZ, 2000. v.1, p.110
- ARAÚJO FILHO, J.A; GADELHA, J.A; LEITE, E.R. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região de Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.3, p.383-395, 1996.
- ARAÚJO FILHO, J.A; SILVA, N.L. Alternativas para o aumento da produção de forragem na caatinga. In; SIMPOSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994. Salvador. **Anais...** Salvador: SNPA, 1994. p.121-133.
- BEBEDETTI, E. **Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos**. Editora Edufu. 1º edição. 118p. 2005.
- BEZERRA, A.A.C; ANUNCIACÃO FILHO, C.J; FREIRE FILHO, F.R; RIBEIRO, V.Q. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 137-142, 2001.

- BRITO, C.J.F.A.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Anatomia quantitativa da folha e do colmo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.519-528, 2004.
- BRITO, C.J.F.A., RODELLA, R.A., DESCHAMPS, F.C., et al. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.223-229, 1999.
- BRITO, C.J.F.A.; ALQUINI, Y; RODELLA, R.A. Alterações histológicas de três ecotipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), após digestão in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora – MG, **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, v.2, p.12-14, 369p.
- CALDAS, G.G; SANTOS, M.V.F; LIRA JUNIOR, M.A; FERREIRA, R.L.C; CUNHA, M.V; LIRA, M.A; BEZERRA NETO, E; GALDINO, A.C. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpiniiifolia* submetida a adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.529-538, 2010.
- CARNEIRO, C.M; BORDIGNON, M.V; SCHEFFER-BASSO, S.M; DALL'AGNOL, M. Caracterização anatômica da lâmina foliar de populações de *Bromus auleticus* Trin. Ex Ness (Poaceae). **Revista Biotemas**, v.21, n.3, p.23-29, 2008.
- CARVALHO, P.E.R. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*)**. Colombo-Pr, EMBRAPA-Florestas, 2007. p.1-10 (Circular Técnica, 135).
- CARVALHO, C.G.P; ARIAS, C.A.A; TOLEDO, J.F.F; OLIVEIRA, M.F; VELLO, N.A. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.311-320, 2002.
- CARVALHO, C.G.P; OLIVEIRA, V.R; CRUZ, C.D; CASALI, V.W. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.603-613, 1999.
- CARVALHO, S.P. de. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção, sob multicolinearidade**. Viçosa: UFV, 1995. 163p.
- CHERNEY, J.H., MARTEN, G.C. Small grain crop forage potential: II. Interrelationships among biological, chemical, morphological and anatomical determinants of quality. **Crop Science**, v.22, p.240-243.1982.
- CORTES, L. C.S.L; LIRA, M.A; SANTOS, D.C; SANTOS, M.V.F; SOUSA, A.R; SOUSA, F.B. Caracterização da sobrevivência à seca da *Leucena* em arcoverde, Agreste pernambucano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM)
- CUNHA, M.V; SILVA, M.A; SANTOS, G.R.A; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; SANTOS, D.C; SILVA, M.C. Identification of variables that explain the dry matter production in genotypes of forage cactus pear. In: VI International Congress on Cactus

- Pear and Cochineal, 2007, João Pessoa. **Proceedings...** VI International Congress on Cactus Pear and Cochineal, 2007.
- CRANCIO, L.A; CARVALHO, P.C.F; NABINGER, C; SILVA, J.L.S; SANTOS, R.J; SANTOS, D.T; PELLEGRINI, L.G. Ganho de peso de novilhas em pastagem nativa da Serra do Sudeste do RS submetida ao controle de plantas indesejáveis e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1265-1271, 2006.
- CRUZ, C.D; REGAZZI, A.J; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 1. 3 edição. Viçosa:UFV, 2004. 480p.
- DEVENDRA, C. Goat: dietary factors affecting milk secretion and composition. **International Goat and Sheep Research**, v.2, p.61-76, 1982.
- DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. **Agronomy Journal**, v. 51, p.515-518, 1959.
- DIAS, P.F; SOUTO, S.M; AZEVEDO, B.C; VIEIRA, M.S; COLOMBARI, A.A; DIAS, J; FRANCO, A.A. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pastos de capim Marandú e Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1413-1419, 2008.
- DIAS, P.F. **Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio**. 2005. 128p.Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.
- ESPIG, S.A; FREIRE, F.J; MARANGON, L.C; FERREIRA, R.L.C; FREIRE, M.B.G.S; ESPIG, D.B. Composição e eficiência da utilização biológica de nutrientes em fragmentos da Mata Atlântica de Pernambuco. **Ciência Florestal**. v.18, n.3, p.309-316, 2008.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Composição florística, produção de forragem e qualidade de pastagens nativas**. In: Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes - MG. EMBRAPA/ESAL. Lavras/Coronel Pacheco. 1994. p.51-72.
- FARIA, S.M. de; DE- POLLI, H; FRANCO, A.A. Adesivos para inoculação e revestimento de sementes de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n.2, p.196-76, 1985.
- FERRARI, F. **Estimadores viesados para modelos de regressão em presença de multicolinearidade**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1989. 127p.
- FERREIRA, R.L.C; LIRA JUNIOR, M.A; ROCHA, M.S; SANTOS, M.V.F; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serrapilheira em um bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

- FERREIRA, R.L.C; OLIVEIRA, C.A.M; CUNHA, M.V; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A. Variação anual de nutrientes em *Machaerium aculeatum* Raddi sob pastagem. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.15-21, 2007a.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3 Edição. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.
- GARCIA, R. Manejo de campos naturais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 4. 1977. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1977. p.127.
- GOYANNA, G.J.F. **Caracterização nutricional dos fenos de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud) em caprinos**. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh forages leaves after "in vitro" digestion. **Crop Science**, v.13, n.1, p.98-102, 1973.
- KUREK, A. J; CARVALHO, F. I. F; ASSMANN, I. C; MARCHIORO, V. S; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.1, p.29-32, , 2001.
- JUNCÁ, F.A; FUNCH, L; ROCHA, W. **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: Ministério do Meio ambiente, 2005. 411p.
- LEITE, E.R; ARAÚJO FILHO, J.A; PINTO, F.C. Pastoreio combinado de caprinos com ovinos em caatinga rebaixada: desempenho da pastagem e dos animais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.8, p.1129-1134, 1995.
- LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.315-329, 2007.
- LIMA, P.C.F. Leucena. In: KIILL, L.H.P; MENEZES, E.A. (Ed.) **Espécies vegetais exóticas com potencialidade para o semiárido Brasileiro**. 1. Ed. Brasília: Brasil, 2005. p.157-205.
- LIMA, I.C.A.R. **Estudo do sabiazeiro (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) para forragem**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995. 141p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.
- LIMA, G.F.C. **Determinação de fitomassa aérea disponível ao acesso animal em caatinga pastejada – região de Ouricuri**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1984. 244p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1984.
- LINS, M.M; LIMA, A,F; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; FERREIRA, R.L.C; CUNHA, M.V. Velocidade de brotação de estacas de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* B.) e Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend) em diferentes tipos de substratos e período de colheita. In:ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ, 2006. (CD-ROOM)

- LONGLAND, A.C., CARRUTHERS, J., LOW, A.G., The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. **Animal Production**, v. 58, p. 405-410, 1994.
- LOPES, W.B; SILVA, M.A; ANDRADE, L.A; GUIM, A; SILVA, D.S. Caracterização de uma população de plantas de feijão-bravo (*Capparis flexuosa L.*) no cariri paraibano. **Revista Caatinga**. v.22, n.2, p.125-131, 2009.
- LOPES, R.S. et al. Avaliação de métodos para estimação de disponibilidade de forragem em pastagem de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000. Viçosa –MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. (CD-ROM).
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. v.1, 368p.
- MATSUO, T. **O uso da regressão de cumeieira em experimentos agrônômicos**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1986. 89p.
- MELLO, A.C.L; LIRA, M.A; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, R.L.C; CUNHA, M.V. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim elefante em função da relação folha/colmo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1316-1322, 2006.
- MENDONÇA FILHO, C.V; TOZZI, A.M.G.A; MARTINS, E.R.F. Revisão taxonômica de *Machaerium sect. Oblonga* (Benth.) Taub. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae). **Rodriguésia**. v.58, n.2, p.283-312, 2007.
- MESQUITA, R.C.M; LOPES, E.A; MALECHEK, J.C. Manipulação da caatinga visando aumento de produção de carne caprina. In: REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE APOIO A PESQUISA COLABORATIVA DE PEQUENOS RUMINANTES, 1. 1986, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA, 1986, p.123-139.
- MONTARDO, D.P; DALL'AGNOL, M; CRUSIUS, A.F; PAIM, N.R. Análise de trilha para rendimento de sementes de Trevo Vermelho (*Trifolium pratense L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1076-1082, 2003.
- MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, M.A; ARAÚJO, G.G.L; FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação da caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.
- MOURA, O.N; PASSOS, M.A.A; FERREIRA, R.L.C; MOLICA, S.G; LIRA JUNIOR, M.A; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpinipholia* Benth. **Revista Arvore**. v.30, n.6, p.877-884, 2006.
- MUNERA –DUQUE, J.F. **Establecimiento y evaluación de *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*, como bancos de proteína em la**

- región de Santafé de Antioquia (bs-T). <Disponível em: <http://www.agronet.gov.co/artigos>. > Acesso em 19/02/2011.
- MURRAY, R.M. Nutrition of ewes and rams. In: CHURCH, D.C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. Corvallis: O & B Books, 1982. p.184-206.
- NASCIMENTO JUNIOR, D. do; LUDWIG, A.; MOREIRA, J. O. .Avaliação do método da dupla amostragem na estimativa da matéria verde disponível em pastagens naturais de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.11, n. 3, p.502-511. 1982.
- PACIULLO, D.S.C; LOPES, F.C.F; MALAQUIAS JUNIOR, J.D; VIANA FILHO, A; RODRIGUEZ, N.M; MORENZ, M.J.F; AROEIRA, L.J.M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.
- PACIULLO, D.S.C; CARVALHO, C.A.B; AROEIRA, L.J.M; MORENZ, M.J.F; LOPES, F.C.F; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.4, p.573-579, 2007.
- PARROTA, J.A. **Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit , Leucaena, tamtam**. Disponível em: <http://www.fao.org/artigos>. Acesso em: 25/02/2011.
- PFISTER, J.A; HANSEN, D; MALECHEK, J.C. Surgical establishment and maintenance of esophageal fistulae in small ruminants. **Small Ruminant Research**, v.3, p.47-56, 1990.
- PIMENTEL, J.C.N; ARÁUJO FILHO, J.A; NASCIMENTO JÚNIOR, D; CRISPIN. S.M.A; SILVA, S.M.S. Composição botânica da dieta de ovinos em área de caatinga raleada no sertão do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.21, n.2, p.211-223. 1992.
- PINTO, M.S.C; CAVALCANTE, M.A.B; ANDRADE, M.V.M. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação foliar e o efeito hídrico sobre o crescimento das plantas. **Revista Eletrônica de Veterinária**. v.7, n.4, p.1-11, 2006.
- POLHILL, R.M; RAVEN, P.H. **Advances in legume systematics**. 1 Ed. Kew Publishing, 1981. 425p.
- POLIDO, C.A; SARTORI, A.L.B. O Gênero *Machaerium* (Leguminosae – Papilionoideae – Dalbergieae) no Pantanal Brasileiro. **Rodriguésia**, v.58, n.2, p.313-329, 2007.
- POSSENTI, R.A; FRANZOLIN, R; SCHAMMAS, E.A; DEMARCHI, J.J.A.A; FRIGHETTO, R.T.S; LIMA, M.A.; Efeitos da dieta contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1509-1516, 2008.

- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.P. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: ED. da UFG. 1993. 271p.
- RANGEL, J.H.A; ALMEIDA, S.A; MUNIZ, E.N; GOMIDE, C.A.M. Sistema Silvopastoril: uma alternativa para produção de ruminantes. In: MUNIZ, E.N; GOMIDE, C.A.M; RANGEL, J.H.A; ALMEIDA, S.A; SÁ, C.O; SÁ, J.L. (Ed.) **Alternativas alimentares para ruminantes II.** 1. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros costeiros, 2008, p. 245-267.
- RIBASKI, J; LIMA, P.C.F; OLIVEIRA, V.R; DRUMOND, M.A. **Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*). Árvore de múltiplo uso no Brasil.** Colombo-Pr, EMBRAPA-Florestas, 2003. p.1-4 (Comunicado Técnico, 104).
- RODAL, M.J.N; MARTINS, F.R; SAMPAIO, E.V.S.B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.192-205, 2008.
- RODAL, M.J.N; SAMPAIO, E.V.S.B. A vegetação do bioma Caatinga. In: Sampaio, E.V.S.B.; Giuliatti, A.M.; Virgínio, J.; Gamarra-Rojas C.F.L. (Eds.). **Vegetação & Flora da Caatinga.** Recife: Associação Plantas do Nordeste / Centro Nordestino de Informações sobre Plantas. 2002, p. 11 – 24.
- RODRIGUES, A.C.L.N; VAZ, A.M.S.F. *Bauhinia albicans* e *B. affinis*: espécies ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia.** v. 59, n.3, p.449-454, 2008.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Uso das plantas da caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B; GIULIETTI, A.M; VIRGÍNIO, J. ROJAS, C.F.L.G (Eds.). **Vegetação e flora da caatinga.** Recife: Associação de Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, 2002
- SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; GUIM, A; MELLO, A.C.L; CUNHA, M.V. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 204-215, 2010.
- SANTOS, G.R.A; BATISTA, A.M.V; GUIM, A; SANTOS, M.V.F; SILVA, M.J; PEREIRA, V.L.A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.19, p.1876-1883, 2008.
- SANTOS, M.V.F; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; SILVA, M.C; SANTOS, F.S; FERREIRA, R.L.C; MELLO, A.C.L; FARIAS, I; FREITAS,E.V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.32, n.4, p.821-827, 2003.
- SANTOS, R. C; CARVALHO, L. P; SANTOS, F. S. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.24, n.1, p.13-16, 2000.

- SARAIVA, F.M; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; CUNHA, M.V; FERREIRA, R.L.C; GALDINO, A.C. Efeito de diferentes frações da planta na propagação vegetativa da Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). In: ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ, 2006. CD-ROOM.
- SILVA, M.G. **Dinâmica do crescimento e morfoanatomia de forrageiras nativas do Semiárido Brasileiro**. 2010. 94f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- SILVA, M.A; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; DÚBEUX JÚNIOR, J.C.B; CUNHA, M.V; FREITAS, E.V. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1185-1191, 2008.
- SILVA, M.A; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; DÚBEUX JÚNIOR, J.C.B; CUNHA, M.V; LEITE, P.M.B.A; SILVA, H.M.S. Produção de biomassa, aspectos morfológicos de leguminosas arbustivas na Zona da Mata Seca de Pernambuco. In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008a. CD-ROM
- SILVA, M.A; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, G.R.A. Caracterização de Espinheiro (*Machaerium aculeatum*, Raddi), Itambé-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.98-106, 2007.
- SOUZA, L.A.G; BEZERRA NETO, E; SANTOS, C.E.R.S; STAMFORD, N.P. Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solo de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.207-217, 2007.
- STAMFORD, N.P.; SILVA, R.A. Efeito da calagem e inoculação de Sabiá em solo da mata úmida e do semi-árido de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1037-1045, 2000.
- SUÁREZ, N.Z; JIMÉNEZ, D.B; MACHADO, B.P; VERDECIA, Y.F; ZAMORA, Y.M; CASTRO, L.L. Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macroinvertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos. **Revista Electrónica Grana Ciencia**. v.13, n.1, p.1-8, 2009.
- SCHUSTER, I. **Correlações, coeficientes de trilha, composição de gluteninas e qualidade do trigo para panificação**. Viçosa: UFV, 1996. 98p.
- TABARELLI, M; VICENTE, A. Lacunas de conhecimentos sobre as plantas lenhosas da caatinga. In: **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: APNE; CINP, 2002, 176p.
- TEIXEIRA, M.A; ANDRADE NETO, M; BARBOSA, F.G; SOUSA, A.H; RIOS, J.B; LIMA, L.B; SILVA, M.G.V. Avaliação do potencial antioxidante de plantas do Gênero *Bauhinia*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32. 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Química, 2009. (CD-ROM).

- TEIXEIRA, V.I. **Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras na Zona da Mata Seca de Pernambuco**. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Rural Federal de Pernambuco. Recife, 2008.
- TEIXEIRA, V.I.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; LIRA JUNIOR, M.A; SILVA, H.M.S; SOUZA, C.A. Desenvolvimento inicial de nove leguminosas forrageiras. In: ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ, 2006. CD-ROOM.
- THIAGO, L. R. L. de S.; SILVA da J. M. Suplementação de bovinos em pastejo / Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 28 p. (**Documentos / Embrapa Gado de Corte, 108**).
- TITGEMEYER, E.C., COCHRAN, R.C., TOWNE, E.G. et al. Elucidation of factors associated with the maturity-related decline in degradability of big bluestem cell wall. **Journal of Animal Science**, v.74, p.648-657, 1996.
- TOMICH, T.R. et al. Suplementação com mistura múltipla contendo uréia como fonte de nitrogênio para bovinos em pastagens de brachiaria no período das águas. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. **Anais...** Recife-PE. 2002. CD-ROM.
- VAN DYNE, G.M; TORREL, T. Development and use of the esophageal fistula: a review. **Journal Range Management**. v.17, p.7-19, 1964.
- VAZ, A.M.S.F; TOZZI, A.M.G.A. *Bauhinia ser. Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Brasil. **Rodriguésia**. v.54, n.83, p.55-143, 2003.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, 1992. 496p.
- VENTRELLA, M.C; RODELLA, R.A; COSTA, C. Anatomia e bromatologia de espécies forrageiras de *Cynodon Rich.* I. Folha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora – MG, **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, v.2, p-3-5.
- VILELA, E; PEDREIRA, J.V.S. Efeito de densidade de semeadura e níveis de adubação nitrogenada no estabelecimento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. **Boletim de Indústria Animal**, v.33, n.2, p. 251-280, 1976.
- VIEIRA, E.L; CARVALHO, F.F.R; BATISTA, A.M.V; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; SILVA, M.J; SILVA, E.M.B. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpinipholia* Benth.) nos períodos chuvosos e secos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1505-1511, 2005.
- YDOIAGA – SANTANA, D.F; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, M.A; SANTOS, D.C; MELLO, A.C.L; ARAÚJO, G.G.L. Consumo de matéria seca e

desempenho de novilhas das raças Girolando e Guzerá sob suplementação na caatinga, na época chuvosa, em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2148-2154, 2010.

WILSON, J.R. **Organization of forage plant tissues**. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R. et al. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: ASA/CSSA/SSSA. p. 1-32. 1993.

WILSON, J.R. AKIN, D.E., McLEOD, M.N., et al. Particle size reduction of the leaves of a tropical and temperate grass by cattle. II. Relation of anatomical structure to the process of leaf breakdown through chewing and digestion. **Grass and Forage Science**, v.44, n.1, p.65-75, 1989.

WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.355-364, 1976.

ZANINE, A.M; SANTOS, E.M; FERREIRA, D.J; ALMEIDA, D.C.C; MACEDO JUNIOR, G.L; OLIVEIRA, J.S. Composição bromatológica de leguminosas do semi-árido brasileiro. **Livestock Research for Rural Development**. v.17, n.8, p.1-5, 2005.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERES DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

---

## RESUMO

As leguminosas nativas representam importante recurso forrageiro, em diversas áreas do Nordeste, onde as condições edafoclimáticas comprometem a disponibilidade de forragem, principalmente durante o período seco do ano. Este estudo teve como objetivo a caracterização morfológica e qualitativa de 30 plantas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Sabiá), *Bauhinia cheuilantha* (Bong.) Steud. (Mororó) e *Machaerium aculeatum* Raddi. (Espinheiro), bem como avaliar a associação entre caracteres. Os bosques das leguminosas se encontravam inseridos na Estação Experimental de Itambé e São Bento do Una, pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco. As avaliações morfológicas foram realizadas a cada 70 dias por um período de dois anos, determinando-se altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e diâmetro da altura da base. Na avaliação de dezembro de 2008, foram coletadas amostras compostas por folhas e caules finos para determinação da composição química. Para determinação das avaliações morfológicas utilizou-se estatística descritiva. Para determinação da caracterização qualitativa obtiveram-se estimativas do coeficiente de correlação fenotípica, e desdobramento dessas correlações em efeitos diretos e indiretos (análise de trilha) das variáveis independentes explicativas sobre a digestibilidade *in vitro*. As três espécies analisadas mostraram-se morfológicamente bastante heterogêneas. As leguminosas apresentaram altos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e proteína insolúvel ligada a fibra em detergente ácido, e baixos teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os teores de proteína bruta para as plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro foram 24,3%, 21,1% e 24,1%, respectivamente e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram 43,5%, 46,9% e 44,8%, respectivamente. Os resultados encontrados indicam que parte dessa proteína está ligada a fibra em detergente ácido. A maioria das variáveis correlacionou-se positivamente com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca nas três espécies avaliadas, tendo a proteína bruta como a responsável pelo aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

**Palavra-chave:** correlação, forrageira nativa, multicolinearidade, proteína bruta

## ABSTRACT

Native legumes represent an important silage resource in various areas of the Northeast, where the edafoclimatic conditions have an impact on the availability of silage, principally during the dry season. This study set out to study the qualitative and morphological characteristics of 30 *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Sabiá), *Bauhinia cheuilantha* (Bong.) Steud. (Mororó) and *Machaerium aculeatum* Raddi. (Espinheiro), plants, as well as evaluating associated characteristics. The legumes grove were located in the Experimental Station of Itambé and São Bento do Una, both belonging to the State of Pernambuco Agricultural Research Corporation, Brazil. The morphological evaluations were carried out every 70 days over a two year period, recording plant height, leaf numbers, trunk diameter and the diameter at the base. The December 2008 evaluation samples of leaves and fine stalks were collected in order to analyze their chemical composition. To determine the morphological evaluations, descriptive statistics were used. To determine the qualitative characteristics, estimates of the fenotypical correlation were utilized, and the development of these correlations with direct and indirect effects (path analysis) of explicable independent variables on digestibility in vitro. The three species analyzed proved to be morphologically highly heterogeneous. The legumes presented high levels of dry matter, pure protein, and fibre in neutral detergent, fibre in acidic detergent and insoluble protein connected to fibre in acidic detergent, and low levels of digestibility of dry matter in vitro. The levels of pure protein for Sabiá, Mororó and Espinheiro were 24.3%, 21.1% and 24.1% respectively, and the digestibility of dry matter in vitro was 43.5%, 46.9% and 44.8% respectively. The results in acidic detergent indicate that part of this protein is connected to fibre. The majority of the variables correlated positively with the in vitro digestibility of the dry matter of the three species investigated, with crude protein responsible for the increase in digestibility of the dry matter in vitro.

**Key words:** correlation, native forage, multicollinearity, crude protein

## INTRODUÇÃO

Os benefícios do uso de leguminosas nas pastagens brasileiras se conhecem há mais de 50 anos, entretanto, ainda pouco se tem feito no sentido de adotá-las rotineiramente nos sistemas de produção da pecuária (Shelton et al., 2005). As pastagens cultivadas e nativas constituem a principal fonte alimentar dos rebanhos. Entretanto, a produção por animal e por hectare, pode ser comprometida pela baixa qualidade e produção estacional, especialmente em cultivo de gramíneas puras e sem a correção da fertilidade do solo (Benedetti, 2005).

A adoção de leguminosas na pastagem vem a ser uma alternativa para o aumento da incorporação de nutrientes, principalmente nitrogênio. Entretanto, casos de insucessos ocorridos no passado e falta de persistência de algumas espécies, retratam a falta de confiança na adoção de leguminosas. Além disso, o manejo de consorciações torna-se mais complexo que o de pastagens puras, devido ao efeito de competição entre espécies, seletividade animal e a falta de conhecimento sobre a forma de manejar essas pastagens (Carvalho & Pires, 2008).

Nesse contexto, o uso de espécies arbóreas pode minimizar essas limitações, através da adoção de um sistema silvipastoril. Esse sistema pode ser adotado em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, dependendo do objetivo de cada produtor. Entretanto, as vantagens advindas do sistema serão as mesmas: aumento da biodiversidade, proteção do solo contra erosão, melhoria da fertilidade do solo, geração de receita adicional, oferta de pasto de melhor qualidade no período seco (Benedetti, 2005).

Assim, o pastejo de leguminosas arbustivo-arbóreas pode contribuir de forma importante para dieta animal, pois suas folhas permanecem verdes por um longo período, devido ao sistema radicular profundo absorver mais água. Outra vantagem é a habilidade que essas espécies apresentam de manter o valor nutritivo da forragem pouco alterado durante a época crítica do ano (Denger et al., 1997).

Quando se conhece as diferenças estruturais e de composição química entre as espécies, pode-se adotar um manejo mais adequado, garantindo maior estabilidade na produção animal. As mudanças na morfologia têm sido relacionadas às alterações na digestibilidade da matéria seca, a concentração de nutrientes e a interceptação de luz. Isto ocorre devido a uma série de adaptações morfológicas, pelas quais as forrageiras passam para se ajustarem melhor ao seu meio de cultivo (Da Silva & Nascimento Jr., 2007).

Dentre as leguminosas nativas do Nordeste brasileiro, o Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth), o Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend) e o Espinheiro (*Machaerium aculeatum* Raddi.), apresentam composição química semelhante a outras leguminosas forrageiras (Almeida et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Silva et al., 2007; Beleen et al., 2006), porém, pouco se conhece sobre a sua digestibilidade e os mecanismos que interferem em seu comportamento qualitativo.

Para elucidação dos fatores que interferem na digestibilidade de leguminosas forrageiras, um instrumento que pode ser utilizado pelo pesquisador é a correlação e análise de trilha, visto que, a correlação entre caracteres no melhoramento genético é importante porque permite avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar os demais no decurso da seleção.

Assim, objetivou-se caracterizar morfológicamente e qualitativamente 30 plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro, bem como estudar a associação entre caracteres.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 30 plantas de cada espécie, Sabiá, Mororó e Espinheiro, em diferentes locais, sendo a caracterização das plantas de Sabiá e Espinheiro em Itambé-PE e, de Mororó em São Bento do Una-PE.

O município de Itambé, inserido na microrregião fisiográfica da Mata Seca do Estado (07°25'S, 35°06' W e altitude de 190 m), caracteriza-se por possuir precipitação pluvial anual em torno de 1300 mm e temperatura média anual de 25,1°C (CPRH, 2003). O município de São Bento do Una compõe a mesorregião do Agreste, situando-se nas coordenadas geográficas 08°31' 22''S, 36°26' 40'' W a 614 m de altitude, com precipitação média anual de 601,6 mm e temperatura média anual variando de 21 a 30°C.

As avaliações morfológicas foram realizadas no período de abril de 2007 a dezembro de 2008, quando a precipitação média mensal foi em 2007 de 54,3 e 117,1 mm e em 2008 de 62,9 e 95,6 mm, para São Bento do Una e Itambé, respectivamente.

O bosque de Sabiá localizado na Estação Experimental de Itambé possui área experimental de 0,3 ha, com plantas espaçadas em 3 x 3m, tendo sido implantado no ano de 1982, com sementes provenientes de um bosque de sabiazeiro da UFRPE, tendo sido 30 plantas escolhidas ao acaso, considerando a heterogeneidade existente na área.

O bosque de Mororó foi implantado no ano de 1989 na Estação Experimental de São Bento do Una, através de sementes provenientes da Estação Experimental de Serra Talhada-PE, realizando-se dois cortes de uniformização, um em setembro e outro em dezembro de 2004. A área experimental foi de 0,30 ha e constavam de 173 plantas, que, através de estudos preliminares (Lira et al., 2006), foram escolhidas 15 plantas que apresentaram as maiores produções de matéria seca e 15 plantas que apresentaram as menores produções .

As plantas de Espinheiro (*Machaerium aculeatum*) de ocorrência natural foram encontradas em uma pastagem de *Urochloa decumbens* Stapf. já estabelecida. As plantas foram escolhidas aleatoriamente, com um critério de serem maiores que 2 m de altura, devido à presença de animais na área, entretanto, não foi possível escolher plantas do mesmo tamanho em função da grande heterogeneidade das mesmas.

As avaliações morfológicas foram realizadas a cada 70 dias, durante os anos de 2007 e 2008, totalizando oito avaliações. Para essas avaliações determinaram-se as

seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro da copa, número de folhas por ramos, diâmetro da base do caule e número de acúleos.

A altura da planta foi mensurada utilizando régua graduada de 5 m, que foi disposta na planta desde o nível do solo, até o ápice do ramo mais alto. Plantas superiores a 5 m de altura foram mensuradas por estimativa visual do pesquisador. O diâmetro da copa foi mensurado a partir dos segmentos de maior comprimento, cruzados e perpendiculares, usando-se fita métrica, conforme metodologia descrita por Lopes et al. (2009). Para determinação do número de folhas, escolheu-se ao acaso um ramo representativo da planta, o qual foi previamente identificado para contagem manual e periódica de todas as folhas do ramo. A mensuração do diâmetro da base do caule foi determinada através de um paquímetro em plantas com diâmetro abaixo de 100 mm e acima dessa escala, utilizou-se uma fita métrica. Os dados do perímetro foram transformados em diâmetros, utilizando-se a seguinte fórmula:  $r = \text{perímetro}/2\pi$  e  $DAB = 2r$ . Determinou-se também o número de acúleos por 20 cm de comprimento, através da contagem manual dos acúleos na região mediana dos ramos, que foram identificados por placas de metais para as plantas de Sabiá e Espinheiro.

A coleta do material para determinação da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro foi realizada no final do período experimental, que compreendeu a época seca do ano. As amostras eram compostas de folhas e caules com diâmetro inferior a 4 mm, as quais foram pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 48 horas, sendo moídas em seguida e acondicionadas em recipientes fechados.

A determinação da composição química das leguminosas foi realizada no Laboratório de Nutrição da Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE, sendo determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína insolúvel ligada a fibram em detergente ácido (PIDA) (Silva & Queiroz, 2002). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada no laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido – Petrolina-PE, de acordo com metodologia descrita por Tiley & Terry (1963).

Os dados obtidos de caracterização morfológica e qualitativa foram analisados utilizando-se uma estatística descritiva, sendo determinado a média, valor máximo, valor mínimo, desvio padrão da média e coeficiente de variação, para os oito períodos de avaliação.

Com base na ocorrência de multicolinearidade fraca entre as variáveis, ou seja, número de condição menor que 100 (Cruz et al., 2004), foram utilizados na análise de trilha seis variáveis: teor de matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente ácido (FDA); fibra em detergente neutro (FDN); proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e digestibilidade in vitro (DIV).

Para o estudo do efeito das variáveis na análise de trilha, considerou-se variável dependente principal a DIV e como variáveis independentes explicativas, os caracteres MS, PB, FDA, FDN e PIDA. A interpretação do resultado da análise de trilha foi feita conforme recomendações de Singh & Chaudary (1979), citados por Vencovsky & Barriga (1992). O coeficiente de correlação fenotípica dos cinco caracteres estudados e a análise de trilha foi determinado por meio do Programa Computacional Genes (Cruz, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Caracterização morfológica*

De modo geral, os valores observados neste trabalho apresentaram grande variabilidade entre as plantas avaliadas, considerando-se a amplitude observada para todas as variáveis. Observou-se que as plantas de Sabiá, apresentaram uma amplitude total alta, entre os períodos de avaliação, com variação de 5 a 15 m de altura, cuja media foi de 8,5 m, externando a grande heterogeneidade do bosque de Sabiá.

O número de folhas apresentou uma amplitude alta, entre os oito períodos de avaliações, variando de 4 a 52 folhas por ramos, o que está associado ao fato da Sabiá ser caducifólia, mesmo estando em condições de maior umidade, como Itambé (Tabela 1). Porém, quando esta espécie está em condições uniformes, com a mesma idade, seu comportamento morfológico difere, como observado por Caldas et al. (2010), avaliando plantas com e sem adubação fosfatada, não apresentaram diferenças significativas para a altura da planta entre indivíduos e sim entre os períodos de avaliação. Vale destacar que as plantas avaliadas por esses autores eram mais jovens que as plantas do presente estudo. Demonstrando que a grande heterogeneidade das plantas de Sabiá nesse estudo, provavelmente, foi reflexo das diferenças estruturais, que essas apresentavam, resultante dos diferentes manejos aplicados ao bosque avaliado.

Tabela 1. Características descritivas das plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro, submetidas a oito avaliações nos anos de 2007 e 2008

	Altura da planta (m)	Número de folhas/ramo	Diâmetro da copa (m)	Diâmetro da base (cm)	Número de acúleos/20cm
Sabiá					
Média	8,5	11,9	4,7	66,4	7,4
Máximo	15,0	52,0	12,0	95,6	14,0
Mínimo	5,0	4,0	1,8	8,0	2,0
DP*	± 2,14	± 8,13	± 1,85	± 38,60	± 2,51
CV**(%)	25,2	68,3	39,4	58,1	33,9
Mororó					
Média	2,6	13,0	1,55	19,3	-
Máximo	4,1	120,0	4,4	60,0	-
Mínimo	1,2	0,0	0,31	8,0	-
DP*	± 0,68	± 33,75	± 0,75	± 7,83	-
CV**(%)	26,2	259,6	48,4	40,6	-
Espinheiro					
Média	5,4	16,6	2,9	75,5	13,5
Máximo	9,0	70,0	7,0	63,7	36,0
Mínimo	2,5	2,0	0,8	7,0	1,0
DP*	± 1,46	± 12,52	± 1,11	± 32,43	± 6,73
CV**(%)	27,0	75,4	38,3	42,9	50,1

\* Desvio padrão da média; \*\*CV – Coeficiente de variação. Dados obtidos de 30 plantas por espécie em oito avaliações.

As plantas de Mororó apresentaram alto coeficiente de variação para o número de folhas, ressaltando-se que essas se encontravam em área considerada de zona de transição com semiárido, com secas prolongadas, que contribuíram para que as mesmas perdessem as folhas nesse período. A forma de escolha das plantas a serem avaliadas pode ter contribuído para grande variabilidade morfológica observada, pois a população de Mororó, apesar da mesma idade, eram plantas obtidas por sementes e de produções distintas.

O diâmetro da copa está correlacionado direta e positivamente com a altura da planta (Silva et al., 2007), ou seja, plantas mais altas têm tendência a apresentarem copas mais largas. A amplitude desse caráter em plantas de Sabiá variou de 1,8 a 12 m, indicando que nessa população ocorre a presença de copas frondosas. Já as plantas de Mororó apresentaram copas menores que o Sabiá, em função do seu porte arbustivo. Entretanto, apesar do Espinheiro ser uma espécie arbórea, sua copa apresentava aspecto ralo, sem fechamento total, devido a suas folhas se constituírem em tamanho pequeno, comparada as outras espécies, e a copa conter menor número de caules secundários, assim, apesar do diâmetro da copa ter sido grande, a mesma não foi frondosa.

O diâmetro da base do caule (DAB) se caracteriza por estar correlacionado à idade da planta, indicando que plantas mais velha tendem a apresentar maiores diâmetros

(Albuquerque et al., 2009). Como o bosque de Sabiá era bastante heterogêneo em relação às plantas avaliadas, o DAB se mostrou com grande variação. Esta variação no diâmetro também condicionou a variação na quantidade de acúleos, sendo observado que plantas com DAB maior tinham menos acúleos, estes resultados concordam com as observações de Lima et al. (2008), ao verificarem grande variação no número de acúleos de acordo com o período de avaliação. Nesse contexto, podemos inferir que esta variável é de suma importância, considerando que a maior presença de acúleos diminui a preferência da planta pelos animais, além de dificultar a colheita de estacas. De acordo com Lira et al. (1996), existe uma correlação negativa entre o número de acúleos e a preferência pelos bovinos, destacando-se que as plantas que são mais consumidas são aquelas que apresentam menos acúleos.

O desvio padrão entre as características avaliadas para as plantas de Mororó mostrou-se baixo (Tabela 1), com exceção para o número de folhas. Isto ocorreu devido às semelhanças morfológicas apresentadas por estas plantas, em função de manejo de corte realizado em 2004, em experimentos anteriores (Lira et al., 2006).

Quanto às características morfológicas avaliadas, o número de folhas merece destaque por apresentar grande amplitude em sua variação, condicionando ao maior desvio padrão da média. As plantas de Mororó mostraram valores que foram de uma folha por ramo no período seco até a presença de 120 folhas por ramo no período chuvoso, em plantas diferentes. Essa heterogeneidade se refere às características inerentes ao Mororó, que assim como outras plantas da caatinga, também perde suas folhas em épocas secas do ano, como forma de proteção (Caducifólia). Entretanto, Moreira et al. (2006) ressaltam que o Mororó permanece com suas folhas durante o início da época seca, contribuindo para diversificação da capacidade de suporte da caatinga.

Observando as plantas de Mororó, as mesmas, apresentaram coeficientes de variação altos para as variáveis morfológicas, com exceção para altura da planta, indicando que essas responderam as oscilações climáticas entre os períodos de avaliação. Estes resultados são importantes, pois em processos de seleção, é interessante que as plantas apresentem-se geneticamente diferentes, para que se possam selecionar as características desejadas.

O comportamento morfológico das plantas de Espinheiro mostrou-se distinto das plantas de Sabiá e Mororó, em função do ambiente em que essas plantas estavam inseridas. Segundo a literatura (Sartori et al., 1998), o Espinheiro é oriundo de Zonas Costeiras,

assim, em condições propícias ao seu crescimento, as variações apresentadas pela população de Espinheiro, se deve à heterogeneidade em que se encontravam no momento da seleção para as avaliações. Parte dessa variação deve-se ao meio em que essas plantas estavam inseridas, ou seja, numa pastagem de *Urochloa decumbens* Stapf, com a presença do animal, que pode ter em algum momento interferido no seu desenvolvimento na área, através da retirada de folhas, ou disseminação de sementes via fezes, refletindo na variabilidade morfológica das mesmas (Tabela 1).

Em relação ao número de acúleos, assim como em plantas de Sabiá, o mesmo provavelmente ocorre com o Espinheiro, quanto maior o número de acúleos menor a preferência do animal por esta planta, sendo que no caso do Espinheiro o acúleo é bifurcado, o que contribui para diminuição da preferência animal pela espécie.

É importante salientar que, dentre o comportamento morfológico das variáveis avaliadas, em plantas de Espinheiro, merece destaque o número de folhas, pela grande amplitude observada, indicando que houve a queda de folhas em alguns períodos de observação, que ocorre no momento da floração, indicando ser esta espécie semidecídua (Lorenzi, 2009).

Semelhante desenvolvimento foi observado para as plantas de Mororó e Sabiá, que em condições de melhor distribuição de chuvas, apresentaram crescimento linear, com queda das folhas na época seca do ano.

As variações morfológicas observadas dentre as leguminosas avaliadas indicam a existência de plantas bem heterogêneas, permitindo selecionar entre essas, plantas superiores em relação à determinada característica, em futuros trabalhos de seleção.

#### *Caracterização da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca*

As plantas de Sabiá apresentaram teores de matéria seca inferiores aos valores encontrados na literatura para época seca do ano. Almeida et al. (2006), caracterizando qualitativamente diferentes plantas, encontraram para o Sabiá, teores de matéria seca em função da época de avaliação de 46,4% na época chuvosa para 40,5% na época seca do ano. Também trabalhando em Itambé, Pereira et al. (2005) observaram teores de matéria seca de 37,7% para plantas de Sabiá.

As espécies analisadas apresentam composição química típica de leguminosas forrageiras, com alto valor de proteína bruta (Tabela 2). Os teores de proteína bruta encontrados para as plantas de Sabiá se mostraram bem heterogêneos com amplitude de 17

a 29%. Esta variação pode ser conseqüência da forma da amostragem, composta de folhas e caules, que pode ter apresentado em algumas amostras, uma percentagem maior de caule em relação à folha, ocasionando a heterogeneidade observada nos dados (Tabela 1).

Apesar dos resultados observados, serem relativos a amostras de folhas e caules, estes foram, superiores aos reportados por Caldas et al. (2010) que encontraram teores de proteína bruta de 16,7 e 22,1% para o período seco e chuvoso, respectivamente em folhas de Sabiá. E próximos dos determinados por Vieira et al. (2005) que observaram valores de 26,6 e 18,8% para o período chuvoso e seco do ano, respectivamente. O resultado desses autores indica que, os maiores teores de proteína bruta em folhas de Sabiá no período chuvoso podem estar condicionados a uma maior atividade fotossintética, devido a maior disponibilidade hídrica, que incrementa a fixação biológica de nitrogênio. Em relação a esse estudo, as plantas de Sabiá encontravam-se no período seco, indicando que o aumento da proteína bruta pode está associado à maior quantidade de folhas na amostra.

Apesar das plantas de Sabiá apresentarem altos teores de proteína bruta, refletindo no alto potencial qualitativo dessa forrageira, parte dessa proteína bruta está ligada ao FDA, em torno de 8% em média, diminuindo a disponibilidade da mesma, para o animal. Estes valores de PIDA estão próximos aos encontrados por Vieira et al. (2005) que observaram variação entre 12,6 a 9,8% de acordo com a época de avaliação, indicando que no período chuvoso, apesar do alto teor de PB, há aumento do teor de PIDA (Tabela 2).

Tabela 2. Estatística descritiva da composição química de leguminosas nativas, na época seca do ano, em folhas e ramos (< 4 mm)

	MS	PB*	FDN*	FDA*	PIDA**	DIV*
Sabiá						
Média	31,5	24,3	65,3	53,1	11,5	43,5
Máximo	38,6	29,9	74,1	65,0	18,4	54,3
Mínimo	25,1	17,3	57,1	44,9	5,3	33,3
DP	± 3,4	± 3,4	± 4,2	± 5,7	± 3,9	± 5,1
CV (%)	10,8	13,4	6,4	10,7	34,3	11,8
Mororó						
Média	41,2	21,1	67,1	48,8	9,3	46,9
Máximo	49,7	26,3	73,8	60,9	17,6	68,0
Mínimo	21,8	17,7	58,6	36,8	5,2	33,7
DP	± 8,0	± 1,9	± 4,9	± 6,6	± 3,4	± 9,2
CV (%)	19,4	8,9	7,3	13,5	36,5	19,5
Espinheiro						
Média	35,5	24,1	54,4	39,5	11,1	44,8
Máximo	43,9	31,9	62,3	46,6	15,2	54,9
Mínimo	34,5	19,8	45,9	29,7	4,9	33,8
DP	± 2,2	± 3,3	± 4,8	± 4,2	± 3,1	± 5,9
CV (%)	5,9	13,9	8,9	10,7	28,3	13,2

\*Porcentagem na MS; \*\*Porcentagem na PB; MS - Matéria seca; PB- Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; PIDA – Proteína Insolúvel Ligada ao FDA – DIV – Digestibilidade *in vitro* da Matéria seca; DP – Desvio padrão da média; CV – Coeficiente de variação

Observou-se que apenas uma parte da proteína foi ligada ao FDA, o que pode ter contribuído para o aumento da digestibilidade, que variou de 33 a 54%, indicando que plantas com altos teores de digestibilidade podem ter menos proteína ligada ao FDA. Entretanto, diversos autores (Moreira et al., 2006; Santos et al., 2008; Santos et al., 2010), relatam que algumas plantas nativas tem como característica, apresentar alto teor de nitrogênio ligado a parede celular, contribuindo para elevar o PIDA.

As plantas de Sabiá apresentaram teores médios de FDN de 65,3%. De modo geral, estes resultados foram superiores aos reportados na literatura para esta variável, pois, Martins et al. (2010) mencionam teores de 51,1% em folhas e caules em condições de pré-pastejo. Como as plantas desse estudo eram mais velhas que as plantas avaliadas pelo referido autor, houve possivelmente maior deposição de lignina na parede celular, além do aumento da espessura dessa parede, condicionando ao aumento do FDN. Além disso, a composição da amostra pode ter condicionado ao aumento do FDN, principalmente pela presença de caule. Estes resultados eram esperados, tendo em vista que, ao trabalhar apenas com folhas, os teores alcançados para o FDN na literatura, expressos por autores

como Almeida et al. (2006) e Vieira et al. (2005) ao observarem 52,1% e 38,7% de FDN, respectivamente, na época seca, indicam a superioridade da qualidade nutritiva das folhas em relação ao caule.

Os teores de FDA encontrados nesse trabalho, foram superiores aos reportados por Almeida et al. (2006) que observaram teores de 38,5 e 34,6% para época seca e chuvosa, respectivamente, no entanto são mais próximos aos mencionados por Caldas et al. (2010) que encontraram teores de 53,1% na época seca e 42,7% na época chuvosa, respectivamente. Assim, os resultados encontrados nesse trabalho (Tabela 2), contribuíram para baixa digestibilidade *in vitro* da matéria seca das plantas de Sabiá que, em média, apresentaram teores de 43,5%. Como um dos fatores que inibem a digestibilidade das forrageiras é o teor de lignina. Se faz necessário em futuros estudos sobre a composição química de leguminosas forrageiras, o conhecimento desse composto.

As plantas de Mororó apresentaram teor médio de matéria seca de 41,2% (Tabela 2). Este resultado foi semelhante a valores citados na literatura para leguminosas, conforme observados por Moreira et al. (2006) e Almeida et al. (2006), ao encontrarem 46,8% e 44,2%, respectivamente. Como a composição da amostra neste trabalho, foi diferente dos autores mencionados, esta pode está associada a época de coleta e componentes da planta presente na amostra.

Os valores observados para a proteína bruta em plantas de Mororó foram, em média 21,1%. Estes resultados estão acima da necessidade mínima requerida pelos animais, para o bom funcionamento do rumem, que é de 7% (Van Soest, 1994). E foram superiores aos resultados encontrados por Damasceno (2007), que observaram teores de 12,2% para a planta inteira na fase de floração, e semelhante aos encontrados por Beelen et al. (2006) que obtiveram teor médio de 19%. É possível que a maior proporção de folhas em relação ao caule tenha contribuído para o aumento da proteína bruta.

Os teores de FDN observados para as plantas de Mororó, foram os mais elevados dentre as leguminosas avaliadas nesse estudo, com teor médio de 67,1% (Tabela 2). Nesse contexto, o alto teor de FDN encontrado nesse trabalho, pode inibir o consumo voluntário da matéria seca de plantas de Mororó, visto que estas duas variáveis estão diretamente associadas. Uma vez que o FDN reflete diretamente na capacidade de ocupação de espaço no rúmen, ou seja, quanto maior sua concentração na forragem, menor será o consumo de matéria seca, em razão do maior espaço ocupado no rúmen.

Os valores observados nesse estudo para o FDN foram superiores aos reportados na literatura, conforme citados por Goyanna (2009), trabalhando com feno, (60,1%) e Moreira et al. (2006), (49,1%) em plantas da caatinga. Assim, o aumento do FDN pode ser função da idade relativa das plantas, que acarretou maior deposição dos constituintes da parede celular, contribuindo para o aumento em sua concentração.

Os teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das plantas de Mororó foram relativamente baixos com média de 46,9%, o que pode estar associado à composição da amostra, que justifica a diferença entre os resultados de digestibilidade observados por (Moreira et al. (2006) e Santos et al. (2010)). A amplitude observada para digestibilidade das plantas de Mororó está associada a grande variação da composição química (Tabela 2). Essa amplitude pode ser reflexo das características genéticas das plantas amostradas. Da mesma forma, a heterogeneidade morfológica (Tabela 1) dessas plantas pode ter contribuído para a variação de digestibilidade. Da Silva & Nascimento Jr. (2007) mencionam que a morfologia das plantas interfere no valor nutritivo das mesmas.

A composição química de folhas e ramos < 4 mm do Espinheiro mostrou alto teor de matéria seca, com média de 35,5%, semelhante aos valores reportados por Almeida et al. (2006), que estudando o Espinheiro (*Machaerium aculeatum* Raddi) em Itambé, obtiveram 34,1% de matéria seca no período seco, e inferiores aos reportados por Ferreira et al. (2007) que encontraram 46,4% na época seca. Esta variável é de fundamental importância na alimentação animal, pois quanto maior os teores de nutrientes na planta, maior será seu valor nutritivo, o qual é efetivamente caracterizado como sendo o resultado do consumo voluntário da matéria seca.

Quanto aos teores de proteína bruta, as folhas e ramos (< 4 mm) de Espinheiro indicaram valores médios de 24,1% (Tabela 2), bem superiores aos valores encontrados para a mesma espécie por Almeida et al. (2006) e Ferreira et al. (2007), que obtiveram 16,6 e 14,2 % de proteína bruta, respectivamente. Já Silva et al. (2007) ao avaliarem separadamente a folha e ramos de Espinheiro, observaram teores de 14,2% para folha e 5,2% para o caule. Vale ressaltar a importância da biomassa foliar em relação ao caule, por possuir elevado teor de proteína bruta, evidenciando que além de contribuir para a ciclagem de nutrientes, o Espinheiro também pode ser utilizado como forragem.

As plantas de Espinheiro apresentaram teor médio de FDN de 54,4% (Tabela 2), considerado baixo, pois acima de 60% este pode inibir o consumo voluntário da matéria seca da forragem, indisponibilizando maior aporte de nutrientes para o animal. Os

resultados desse trabalho foram próximos aos encontrados na literatura, conforme citados por Almeida et al. (2006) com 53,8%; Silva et al. (2007) com 55,3% e Ferreira et al. (2007) com 48,7% na época seca. Esses resultados podem ser explicados, possivelmente, pela baixa deposição de lignina na parede celular, das plantas de Espinheiro.

Os teores médios observados para FDA (39,5%) pode ser considerado baixo se comparado aos valores observados por outros autores. Silva et al. (2007) mencionam teores de 37,8%, e Ferreira et al. (2007) de 35,5% na época seca. É importante ressaltar que o FDA é um composto que pode interferir na digestibilidade da forrageira, quando em alta concentração, pois em seus constituintes encontram-se a lignina e celulose. A lignina quando ligada a celulose forma um complexo lignocelulose, que é o principal fator limitante a degradação de carboidratos estruturais do rúmen, dificultando a digestibilidade da forrageira.

Os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das plantas de Espinheiro (Tabela 2), foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2007) que apresentaram média de 40,1% trabalhando com amostras de planta inteira. Esses mesmos autores, quando fracionaram a planta em folhas e caule, encontraram teores de digestibilidade de 73,6 e 47,1%, respectivamente, indicando que, este resultado era esperado, tendo em vista que as folhas de Espinheiro apresentam digestibilidade mais elevada do que o caule.

As leguminosas avaliadas nesse estudo mostraram-se com altos teores de proteína bruta. Entretanto, apesar de parte dessa proteína estar ligada ao FDA, o que condicionaria a indisponibilidade da proteína, os resultados observados indicam que a digestibilidade das leguminosas foi pouco afetada por essa variável. Considerando que a composição química foi determinada em amostras compostas por folhas e ramos colhidas na época seca do ano, esses fatores podem ter interferido na diminuição da digestibilidade.

#### *Análise de Trilha nas plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro*

As variáveis PB e FDN apresentaram correlações positivas com a DIVMS das plantas de Sabiá (Tabela 3), demonstrando que essas variáveis influenciam a expressão dessa característica. Entre as variáveis correlacionadas fenotipicamente com a DIVMS, o FDA e o PIDA, foram as que evidenciaram tendência de valor negativo, o que implica em correlação de caracteres de sentido contrário, em que o aumento de um corresponde à

diminuição do outro. O FDA apresentou correlação positiva apenas com a MS e o PIDA, já esta última variável correlacionou-se positivamente com a PB e com o FDA.

Tabela 3. Correlação fenotípica das variáveis qualitativas das plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro

	MS	PB	FDN	FDA	PIDA
Sabiá					
MS	-	-	-	-	-
PB	-0,1643	-	-	-	-
FDN	-0,1198	0,2893	-	-	-
FDA	0,1157	-0,3350	-0,6696**	-	-
PIDA	0,1051	0,2525	-0,2803	0,3701	-
DIVMS	0,1649	0,5123*	0,2722	-0,5669**	-0,0469
Mororó					
MS	-	-	-	-	-
PB	-0,6242**	-	-	-	-
FDN	-0,1382	0,0132	-	-	-
FDA	0,1951	-0,2502	0,2657	-	-
PIDA	0,2844	0,0509	0,2277	0,2010	-
DIVMS	-0,6080**	0,4129*	0,2134	-0,4353*	-0,4599*
Espinheiro					
MS	-	-	-	-	-
PB	0,1243	-	-	-	-
FDN	0,3987	0,5480*	-	-	-
FDA	0,0260	0,1551	0,3493	-	-
PIDA	0,0638	0,5640*	0,5895*	0,4431*	-
DIVMS	0,2844	-0,0503	0,3024	-0,4091*	0,1113

\*Significativo ao nível de 5%; \*\* Significativo ao nível de 1%.

Observou-se que dentre as variáveis analisadas, a magnitude das correlações foram consideradas baixas, com algumas exceções para as correlações entre o FDN e o FDA (-0,6696), FDA e a DIVMS (-0,5696) e entre a PB e a DIVMS (0,5123). Segundo Montardo et al. (2003), uma possível razão para baixa correlação entre variáveis seria a ocorrência de pouca variabilidade em uma das variáveis, uma vez que a análise de trilha identifica uma eventual associação na variação das características em estudo. Isto pode ser explicado pelos coeficientes de variação apresentados na Tabela 2, que para algumas variáveis foi considerado baixo.

Em relação às plantas de Mororó, os teores de PB e FDN correlacionaram-se positivamente com a DIVMS (Tabela 3), demonstrando que essas variáveis influenciam positivamente a expressão dessa característica. Os teores de FDA e PIDA evidenciaram

tendência de valor negativo, o que implica correlação de caracteres de sentido contrário, em que o aumento de um condiciona a diminuição do outro.

O FDA correlacionou negativamente com a PB, e esta se correlacionou negativamente apenas com o FDA, apresentando correlação positiva com as demais variáveis. Desta forma, plantas de Mororó que apresentarem altos teores de PB, provavelmente apresentaram teores altos de DIVMS, FDN e PIDA. Entretanto, diversos autores indicam que plantas com baixos teores de FDA ocasionam o aumento da DIVMS (Ladeira et al., 2002; Silva et al., 2007; Santos et al., 2009), sendo necessário o desdobramento destas correlações para o entendimento do comportamento dessas variáveis.

Entre as variáveis correlacionadas fenotipicamente com a DIVMS de plantas de Espinheiro (Tabela 3), a PB e o FDA foram as que evidenciaram tendência de valor negativo, implicando numa correlação de sentido contrário, em que o aumento de um corresponde à diminuição de outro. Apenas o FDN e o PIDA apresentaram correlações positivas com a DIVMS. Entretanto, a PB correlacionou-se positivamente com as demais variáveis, indicando que plantas de Espinheiro com elevado teor de PB, possivelmente obterão plantas com teores elevados de FDN, FDA e PIDA. As demais variáveis apresentaram correlações positivas entre si.

Como as correlações fenotípicas entre as variáveis qualitativas nas três leguminosas foram de magnitudes diferentes, se faz necessário seu desdobramento para se obter os verdadeiros efeitos dessas variáveis, principalmente sobre a DIVMS.

O desdobramento da correlação nas plantas de Sabiá evidenciou que o teor de PB apresentou efeito direto positivo sobre a DIVMS, indicando sua verdadeira correlação com essa variável dependente, sofrendo ação dos efeitos indiretos positivos do FDA e PIDA (Tabela 4). Vale ressaltar que a correlação entre essas duas características decorreu praticamente apenas do efeito direto da PB sobre a DIVMS. Apesar de a correlação fenotípica (Tabela 3) entre a PB e o FDN serem positivas, esta variável, pouco influenciou o efeito direto da PB sobre a DIVMS (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento das correlações fenotípicas de caracteres qualitativos de Sabiá, Mororó e Espinheiro em efeito direto e indiretos sobre a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca pela análise de trilha

	Sabiá	Mororó	Espinheiro
<b>Variável PB</b>			
Efeito direto sobre DIVMS	0,3733	0,3427	-0,4532
Efeito indireto via FDN	-0,0687	0,0055	0,3320
Efeito indireto via FDA	0,2034	0,0901	-0,1070
Efeito indireto via PIDA	0,0042	-0,0254	0,1780
Total	0,5123	0,4129	-0,0503
<b>Variável FDN</b>			
Efeito direto sobre DIVMS	-0,2376	0,4184	0,6058
Efeito indireto via PB	0,1080	0,0045	-0,2483
Efeito indireto via FDA	0,4065	-0,0957	-0,2411
Efeito indireto via PIDA	-0,0047	-0,1138	0,1860
Total	0,2722	0,2133	0,3024
<b>Variável FDA</b>			
Efeito direto sobre DIVMS	-0,6072	-0,3601	-0,6903
Efeito indireto via PB	-0,1250	-0,0857	-0,0703
Efeito indireto via FDN	0,1591	0,1111	0,2116
Efeito indireto via PIDA	0,0062	-0,1005	0,1398
Total	-0,5668	-0,4353	-0,4091
<b>Variável PIDA</b>			
Efeito direto sobre DIVMS	0,0169	-0,5001	0,3156
Efeito indireto via PB	0,0942	0,0174	-0,2556
Efeito indireto via FDN	0,0666	0,0952	0,3571
Efeito indireto via FDA	-0,2247	-0,0724	-0,3059
Total	-0,0469	-0,4598	0,01113
Coefficiente de determinação	0,7280	0,6176	0,6902
Efeito da variável residual	0,4699	0,6183	0,5236
MCT*	99	54,6	31

\*Diagnóstico de multicolinearidade

O FDN teve efeito direto negativo sobre a DIVMS (Tabela 4). Neste caso, os efeitos indiretos positivos apresentaram influência no efeito direto do FDN, interferindo na correlação positiva dessa variável com a DIVMS (Tabelas 3). Desta forma, ao isolar o efeito direto do FDN, esta contribuiria negativamente para o aumento da DIVMS, possivelmente devido a seu conteúdo ser composto de celulose, hemicelulose e lignina, sendo esta última de difícil digestão. Neste caso se faz necessário a quantificação da lignina para entender o fator que está auxiliando o FDN reduzir a DIVMS.

O FDA foi à variável que apresentou correlação fenotípica negativa com a maioria das variáveis, com exceção do teor de PIDA; quanto maior o teor de FDA menor será o teor de PB, FDN e DIVMS, e maior será o teor de PIDA (Tabela 4). Em termos de

disponibilidade do conteúdo desses nutrientes para o animal, quanto mais à PB ligar-se ao FDA, menor será sua disponibilidade e maior será o teor de PIDA.

O PIDA teve efeito direto positivo sobre a DIVMS (Tabela 4). Neste caso, os efeitos indiretos negativos apresentaram forte influência no efeito direto do PIDA, interferindo na correlação negativa desta variável com a DIVMS. Nesse contexto, observa-se que isoladamente, os teores de PB foram os responsáveis pelo aumento da DIVMS, e os teores de FDN e FDA, responsáveis pela diminuição da DIVMS em plantas de Sabiá.

No desdobramento da correlação entre a PB e a DIVMS (Tabela 4), observou-se que o efeito direto da PB foi o de maior contribuição sobre o aumento da DIVMS em plantas de Mororó. Como o valor do coeficiente de correlação entre essas duas variáveis foi semelhante, em sinal e magnitude, isso explica a verdadeira associação existente entre esses caracteres; desse modo, o melhorista interessado em elevar a digestibilidade de plantas de Mororó deveria aumentar a pressão de seleção sobre plantas com mais alto teores de proteína bruta, cuidando, porém, para manter sob controle as demais características, evitando reflexos negativos na digestibilidade.

O efeito direto do FDN foi positivo e mais alto que sua correlação com a DIVMS, sugerindo a existência de efeitos indiretos sobre esta variável. Desta forma, ao isolar o efeito direto do FDN, teria uma associação positiva com a DIVMS, indicando que apenas o FDN não foi responsável pela diminuição da DIVMS. Isto pode ocorrer, pois quimicamente a parede celular é uma matriz complexa composta de proteínas, polissacarídeos, entre outros. Dentre os polissacarídeos, destacam-se a celulose, hemicelulose e pectina, tendo isoladamente esses polissacarídeos relativa facilidade de degradação pelos micro-organismos no rúmen (Paciullo et al., 2002).

O FDA apresentou correlação negativa com a DIVMS. Isolando o efeito direto desta variável, observa-se que esse efeito explica a correlação, ou seja, foi baixo e negativo (Tabela 4). Apenas o FND apresentou efeito indireto positivo, as outras variáveis apresentaram efeito indireto negativo, aumentando a magnitude da correlação negativa entre o FDA e a DIVMS. O PIDA apresentou efeito direto negativo e maior que a correlação dessa variável com a DIVMS, indicando a existência de influência positiva dos efeitos indiretos das outras variáveis, com exceção do FDA (Tabela 4) e que o PIDA também não contribuiu para o aumento da DIVMS. A PB e o FDN foram os responsáveis pelo aumento da DIVMS das plantas de Mororó, e o FDA e o PIDA, indicadores de baixa digestibilidade.

Quanto às plantas de Espinheiro, o desdobramento da correlação entre a PB e a DIVMS, observou-se que o efeito direto permaneceu com o mesmo sentido, entretanto, com magnitude maior em relação a correlação entre estas variáveis, indicando que as responsáveis pela diminuição da correlação negativa da PB com a DIVMS foram às variáveis independentes explicativas (Tabela 4). Observa-se que o Espinheiro apresentou altos teores de PB (Tabela 2), que não foram suficientes para influenciar no aumento da DIVMS. Isto pode ter ocorrido devido a algumas plantas apresentarem uma fração de 5 a 10% do nitrogênio associado à lignina na parede celular, tornando-se de baixa disponibilidade para o processo digestivo. Santos et al. (2006) relatam que algumas leguminosas apresentam baixa degradabilidade da proteína, devido a associação também com compostos secundários.

Nesse contexto, a PB das plantas de Espinheiro, possivelmente estavam ligadas não só a lignina na parede celular, como também podem ter se ligado com os compostos secundários, resultando na correlação negativa entre a PB e a DIVMS. Assim como nas plantas de Espinheiro, também foi observada em outras espécies *Albizia polycephala* (Benth.) Killip, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. correlação negativa entre a presença de compostos secundários e a degradabilidade da matéria seca (Nozela, 2001).

Os teores de FDN das plantas de Espinheiros foram em média, de 54% (Tabela 2), refletindo no efeito direto positivo desta variável com a DIVMS, entretanto, os efeitos indiretos das variáveis independentes explicativas PB e o FDA foram responsáveis pela diminuição da magnitude da correlação (Tabela 4), mas não foram suficientes para mudar o sentido da correlação. Dessa forma, ao isolar o efeito direto do FDN, este será responsável pelo aumento da DIVMS nas plantas de Espinheiro.

A correlação entre a variável FDA e a DIVMS (Tabela 4) foi de sentido negativo. No desdobramento desta correlação, observou-se que o efeito direto do FDA sobre a DIVMS foi de magnitude maior que a correlação, entretanto, de mesmo sentido negativo (Tabela 4), sofrendo efeito indireto positivo das variáveis independentes explicativas, FDN e PIDA. De acordo com Pereira (2002), a DIVMS depende essencialmente do grau de lignificação da parede celular, diminuindo à medida que aumenta a parede celular, desta forma, quanto maior o FDA, que se caracteriza pelo conteúdo de celulose mais lignina, menor será a DIVMS. Assim como em outras leguminosas, o FDA é uma variável que contribui para a diminuição da DIVMS de plantas de Espinheiro.

O PIDA apresentou correlação positiva com a DIVMS, entretanto, de baixa magnitude (Tabela 4). O resultado desta correlação se deve aos efeitos indiretos das variáveis explicativas, PB e FDA que, em conjunto, diminuíram a magnitude da correlação entre o PIDA e a DIVMS, pois o efeito direto da primeira variável foi maior que sua correlação.

Pela análise de trilha, observou-se que para o conhecimento mais aprofundado dos fatores que influenciam a digestibilidade de algumas leguminosas nativas, se faz necessário a determinação de outras análises, como compostos secundários e quantificação da lignina.

## CONCLUSÕES

A população de plantas de Sabiá, Mororó e Espinheiro apresentaram características morfológicas distintas dentro espécies e entre plantas, mostrando serem populações heterogêneas. A composição química das leguminosas apresentou altos teores de MS, PB, FDN, FDA, PIDA e baixos de DIVMS.

Nas plantas de Sabiá, as variáveis PB e FDN responderam pelo aumento da DIVMS e o PIDA e FDA responderam pela diminuição da digestibilidade.

Nas plantas de Mororó, as variáveis PB e FDN responderam pelo aumento da DIVMS e o PIDA e FDA responderam pela diminuição da digestibilidade.

Nas plantas de Espinheiro, as variáveis FDN e PIDA responderam pelo aumento da DIVMS e o FDA e PB responderam pela diminuição da digestibilidade.

Para o melhor conhecimento das causas que envolvem o aumento ou diminuição da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de leguminosas, é necessária a determinação da lignina e de compostos secundários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, W.G; FREIRE, M.A.O; BELTRÃO, N.E.M; AZEVEDO, C.A.V. Avaliação do crescimento de pinhão manso em função do tempo, quando submetidos a nível de água e adubação nitrogenada. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.9, n.2, p.68-73, 2009.
- ALMEIDA, A.C.S; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; SILVA, J.A.A; LIRA, M.A; GUIM, A. Avaliação bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios do Estado de Pernambuco. **Revista Maringá**. v.28, n.1, p.1-9, 2006.
- BEELEN, P.M. G; BERCHIELLI, T.T; BEELEN, R; ARAUJO FILHO, J; OLIVEIRA, S.G. Characterization of condensed tannins from native legume of the Brazilian Northe Astern Semi-Arid. **Scientia Agricola**, v.63, n.6, p.522-528, 2006.
- BENEDETTI, E. **Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos**. Uberlândia. Editora Edufu. 1º edição. 118p. 2005.
- CALDAS, G.G; SANTOS, M.V.F; LIRA JUNIOR, M.A; FERREIRA, R.L; CUNHA, M.V; LIRA, M.A; BEZERRA NETO, E. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpinipholia* a adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.529-538, 2010.
- CARVALHO, G.G.P; PIRES, A.J.V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagem. **Archivos de Zootecnia**, v.57, (R.), p.103-113, 2008.
- CPRH. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. 2003. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 214p.
- CRUZ, C.D; REGAZZI, A.J; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 1. 3 edição. Viçosa:UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes-versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. (CD-ROM).
- DAMASCENO, M.M. **Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da caatinga paraibana em diferentes altitudes**. 2007. 61f. Dissertação ( Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.121-138, 2007.
- DEGER, A.A.; BLANKE, A.; BECKER, K. et al. The nutritive value of *Acacia saligna* and *Acacia salicina* for goats and sheeps. **Animal Science**, v. 64, n. 2, p.253-259, 1997.

- FERREIRA, R.L.C; OLIVEIRA, C.A.M; CUNHA, M.V; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A. Variação anual de nutrientes em *Machaerium aculeatum* Raddi sob pastagem. **Revista Caatinga**. v.20, n.1, p.15-21, 2007.
- GOYANNA, G.J.F. **Caracterização nutricional dos fenos de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud) em caprinos**. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- LADEIRA, M.M; RODRIGUEZ, N.M; BORGES, I; GONÇALVES, L.C; SALIBA, E.O.S; BRITO, S.C; SÁ, L.A.P. Avaliação do feno de *Arachis Pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.6, p.2350-2356, 2002.
- LIMA, I.C.A.R; LIRA, M.A; MELLO, A.C.L; SANTOS, M.V.F; FREITAS, E.V; FERREIRA, R.L.C. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.3, n.3, p.289-294, 2008.
- LIRA, C. C. ; FERREIRA, R. L. C. ; SANTOS, M. V. F. ; CUNHA, M. V. ; LIRA, M. A. ; LINS, M. M. ; LIMA, L. E . Avaliação de plantas de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud.) durante as épocas seca e chuvosa.. In: VI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2006, **Anais...** Recife. VI Japex, 2006, 2006.
- LOPES, W.B; SILVA, M.A; ANDRADE, L.A; GUIM, A; SILVA, D.S. Caracterização de uma população de plantas de feijão bravo (*Capparis flexuosa* L.) no cariri paraibano. **Revista Caatinga**. v.22, n.2, p.125-131, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum, 3ª Edição, São Paulo, v. 2. 384p. 2009.
- MARTINS, K.G.R; DÚBEUX JUNIOR, J.C.B; MELO, V.S.T; LIRA JUNIOR, M.A; LIRA, M.A; DUDA, G.P; TEIXEIRA, V.A; MELO, R.L.C; PALHARES, L.O; FRANÇA JUNIOR, J.B.L. Composição química de leguminosas arbustivas associadas com *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Pernambuco. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – 5, 2010, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. (CD-ROM)
- MONTARDO, D.P.; DALL'AGNOL, M.; CRUSIUS, A.F. Análise de trilha para rendimento de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1076-1082, 2003.
- MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, M.A; ARAÚJO, G.G.L; FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação da caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

- NOZELLA, E.F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes.** Piracicaba, 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 58p. 2001.
- PACIULLO, D.S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural.** v.32, n.2, p.357-364, 2002.
- PEREIRA, A.V. Avanços no melhoramento genético de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- PEREIRA, V.L.A.; AZEVEDO, A.R.; LIRA, M.A.; ARRUDA, F.A.V.; ALVES, A.A.; SILVA, V.M. Consumo voluntário do mulch e dos fenos de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) inérme e com acúleos. **Pasturas Tropicais,** v.23, n.2, p.16-19, 1998.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DÚBEUX JUNIOR, J.C.B.; GUIM, A.; MELLO, A.L.C.; CUNHA, M.V. Potential of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.39, p.204-215, 2010.
- SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F.; MATOS, D.S.; SANTORO, K.R. Composição química e degradabilidade in situ da ração em ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.2, p.384-391, 2009.
- SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F.; SILVA, J.M.A.; PEREIRA, V.L.A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.10, p.1876-1883, 2008.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; OLIVEIRA, J.S.; MANTOVANI, H.C.; FERREIRA, D.J.F.; PEREIRA, O.G. Degradabilidade *in vitro* da proteína de espécies arbóreas do semiárido brasileiro. **Archives of Veterinary Science.** v.11, n.1, p.27-32, 2006.
- SARTORI, A.L.B.; TOZZI, A.M.G.A. As espécies de *Machaerium* Pers. (Leguminosae – Papilionoideae – Dalbergieae) ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica,** v.21, n.3, p.1-36, 1998.
- SHELTON, H.M., FRANZEL, S; PETERS, M. **Adoptions of tropical legume technology around the world: analysis of success,** 149-166. In: Grassland a Global Resource. Ed. McGilloway, Irlanda. 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, M.A.; DÚBEUX JUNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, R.L.C.; SANTOS, G.R.A. Caracterização de Espinheiro (*Machaerium, aculeatum* Raddi) Itambé-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** v.2, n.1, p.98-106, 2007.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stagee technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society.** v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

SILVA, M.A. *Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas...*

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIEIRA, E.L; CARVALHO, F.F.R; BATISTA, A.M.V; FERREIRA, R.L.C. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1505-1511, 2005.

### **CAPÍTULO 3**

#### **CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS E ANATÔMICAS DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS NA ZONA DA MATA SECA DE PERNAMBUCO**

---

## RESUMO

O conhecimento do potencial forrageiro das leguminosas é um fator que pode promover incrementos na produção animal pela qualidade dessas plantas quanto aos níveis de proteína bruta. Objetivou-se caracterizar a composição química das leguminosas forrageiras *Mimosa caesalpinifolia* (Benth.), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *Leucanena leucocephala* (Lan.) de Wit e avaliar os aspectos anatômicos de plantas incubadas e não incubadas no rúmen. O experimento foi realizado de setembro de 2007 a novembro de 2008. A parcela experimental era composta por três plantas úteis, totalizando três parcelas por bloco, e quatro repetições. Foram realizados com intervalos de 70 dias, cortes das plantas a 1 m de altura, sendo coletadas amostras de folhas, mais caule com diâmetro inferior a 4 mm para determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína insolúvel ligada a fibra em detergente ácido e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. A caracterização anatômica ocorreu através da análise da proporção dos tecidos de plantas incubadas e não incubadas no rúmen, por um período de 48 horas. As leguminosas apresentaram altos teores de proteína bruta, com média de 26,1% para Leucena, 22,4% para Sabiá e 18,5% para Mororó, e baixos teores de digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca, com média de 47,3% para Leucena, 42,8% para Mororó e 37,2% para Sabiá. Foram observados na lâmina foliar das plantas de Sabiá, tecidos bastante lignificados que diferiram das plantas de Leucena e Mororó. O processo de degradação foi mais visível nas folhas das plantas de Leucena, Sabiá e Mororó. A degradação foi mais acentuada no parênquima lacunoso, ficando o material que foi incubado intacto. A proporção média da epiderme nas folhas não incubadas e incubadas foi de 15,8 e 16,4% em Leucena, 16,8 e 19,2% em Mororó e 27,2 e 25,5% em Sabiá, respectivamente. Existem diferenças quanto à composição química e digestão dos tecidos de folhas das leguminosas avaliadas.

**Palavras chaves:** composição química, degradabilidade, forrageira nativa.

## ABSTRACT

Knowledge of the forage legumes potential is a factor which can increase animal production due to their high levels of crude protein. The study set out to characterize the chemical composition of the forage legumes *Mimosa caesalpiniiifolia* (Benth.), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *Leucanena leucocephala* (Lan.) de Wit and to evaluate their anatomical aspects both incubated and not incubated in the rumen. The experiment took place from September 2007 to November 2008. The experimental group comprised three plants, totaling three per block, and four repetitions. Every 70 days, cuts were carried out on plants of one meter in height, collecting samples of leaves with stalks with a diameter of less than 4 mm in order to determine the levels of dry matter, crude protein, fibre in neutral detergent, fibre in acidic detergent, insoluble protein connected to fibre in acidic detergent and in vitro digestibility of dry matter. The anatomical characterization took place through the analysis of the proportion of plant material incubated and not incubated in the rumen over a period of 48 hours. The legumes presented high levels of crude protein, with an average of 26.1% for Leucena, 22.4% for Sabiá and 18.5% for Mororó, and low levels of in vitro digestibility for dry matter, with an average of 47.3% for Leucena, 42.8% for Mororó and 37.2% for Sabiá. Leaf cross sections of Sabiá revealed highly lignified materials which differed from those of the Leucena and Mororó. The degradation was most visible in Leucena, Sabiá and Mororó. The degradation was most accentuated in the spongy parenchyma, with the material that had been incubated intact remaining. The average proportion of the epiderme of the incubated and not incubated leaves was 15.8% and 16.4% in Leucena, 16.8 and 19.2% in Mororó and 27.2 and 25.5% in Sabiá. There were differences in the chemical composition and the digestion of the materials of the leaves of the plants evaluated.

**Key words:** chemical composition, degradability, native forage

## INTRODUÇÃO

A Zona-da-Mata de Pernambuco possui predominantemente cultivo da cana-de-açúcar. No entanto, a pecuária ocupa lugar de destaque, pois, além da proximidade do mercado consumidor, fatores como precipitação pluvial, temperatura e luminosidade são bastante favoráveis ao cultivo de plantas. Porém, apesar das condições favoráveis ao crescimento dessas plantas, durante a estação seca, a disponibilidade e a qualidade da forragem diminuem bastante, prejudicando principalmente os animais em crescimento, cuja exigência é bastante elevada (Cavalcanti Filho et al., 2008).

Segundo Kozloski et al. (2003), a principal limitação à produção animal nos trópicos é a baixa qualidade apresentada pela maioria das gramíneas tropicais. Dentre as alternativas para aumentar a qualidade da dieta fornecida aos animais, preconiza-se a adoção de leguminosas pelo seu alto teor de proteína bruta.

O conhecimento da composição química e digestibilidade das leguminosas forrageiras assume importância considerável para o sistema de produção, ao fornecer subsídios para seleção de materiais e, contribuir à otimização da alimentação animal.

Por outro lado, a anatomia vegetal quantitativa representa ferramenta complementar interessante para os estudos de avaliação da qualidade das forrageiras. Alguns estudos comprovam a ocorrência da associação entre anatomia dos tecidos e a qualidade das forrageiras (Brito et al., 1997; Ventrella et al., 1997; Brito et al., 2004; Lempp, 2007). A digestibilidade de uma forrageira está intimamente relacionada ao arranjo dos tecidos e sua composição bromatológica (Lima et al., 2001), bem como aos diferentes tipos e porcentagens de tecidos, órgãos e idade da planta, permitindo diferenciação nutricional dessas plantas (Brito et al., 1997; Soffiatti & Angyalossy, 2003).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a anatomia foliar, a composição química e degradabilidade *in situ* dos tecidos das leguminosas *Leucena*, *Mororó* e *Sabiá*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, na Estação Experimental de Itambé, localizada na Zona da Mata Seca de Pernambuco, a 190 m de altitude (CPRH, 2003). O período experimental foi de setembro de 2007 a Novembro de 2008. A precipitação pluvial anual do período experimental foi de 1.300 mm (Figura 1).

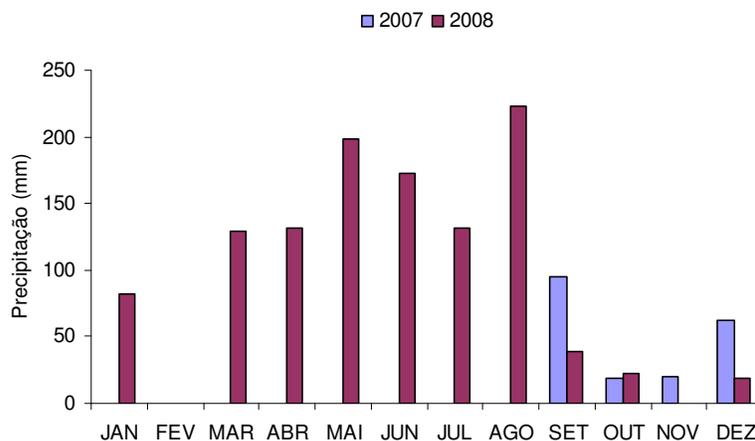


Figura 1. Precipitação mensal durante o período experimental, Itambé, Pernambuco

Os tratamentos experimentais foram compostos pelas leguminosas Leucena, Mororó e Sabiá. A área experimental total compreendeu 288 m<sup>2</sup>, com quatro blocos de 72 m<sup>2</sup>, e cada espécie compreendia uma parcela experimental com 24 m<sup>2</sup>, sendo consideradas como plantas úteis na parcela as plantas que apresentavam bordaduras, ou seja, circundadas completamente por outras plantas, abrangendo três plantas úteis por parcela, totalizando 12 plantas úteis por espécie na área experimental.

Em setembro de 2007 efetuou-se um corte de uniformização, e a cada 70 dias cortava-se as plantas úteis a 1 m de altura do solo, sendo realizados cinco cortes. A cada corte eram retiradas amostras de folhas e caules com diâmetro inferior a 4 mm, para determinação da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína insolúvel ligada à fibra em detergente ácido (PIDA), foram analisados no Laboratório de Análises de Alimentos da Unidade Acadêmica de Garanhuns – Universidade Federal Rural de Pernambuco, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) foi

realizada no Laboratório da Embrapa Semiárido – Petrolina - PE, de acordo com a metodologia descrita por Tilley & Terry (1963).

No último período de avaliação das leguminosas (novembro de 2008), foram retiradas amostras para caracterização anatômica das plantas. Esta ocorreu através de uma coleta da quinta folha de um ramo representativo da planta, que foi escolhida ao acaso, condicionada em recipientes hermeticamente fechados e levadas ao laboratório, onde foram cortadas nas duas extremidades a  $1\text{cm}^2$ , sendo fixadas em FAA (solução de formol, ácido acético e álcool a 70%). Em seguida ocorreu o ensaio de degradabilidade “*in situ*”, no setor de caprinocultura do Departamento de Zootecnia, onde foram utilizados dois caprinos fistulados no rúmen. Esses animais passaram por uma adaptação com dieta semelhante ao material a ser incubado no rúmen (composta por folhas e ramos (< 4 mm) de plantas de Sabiá), durante o período experimental. As amostras previamente conservadas em FAA foram colocadas em um tubo de silicone de 1 mm de espessura e fechadas em sacos de nylon previamente identificados, conforme metodologia descrita por França et al. (2010). Posteriormente todas as amostras das três leguminosas foram incubadas no rúmen por um período de 48 horas. Após o período de incubação esse material foi retirado e lavado em água corrente, e em seguida em água destilada, e fixados em FAA a 70%.

O estudo anatômico foi realizado no Laboratório de Anatomia de Plantas Forrageiras do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

As secções transversais da lâmina foliar foram feitas através de um micrótomo rotatório, obtendo-se 10 cortes com espessura de 7 mm para amostra de cada espécie, coradas pela coloração quádrupla triárca para visualização de tecidos lignificados (Hagquist, 1974), permitindo a quantificação dos diferentes tipos de tecidos, através de medidas obtidas na porção mediana, entre a nervura central e a margem da folha. Após a seleção das melhores lâminas foram feitas fotografias em fotomicroscópio Olympus BX41.

Os dados da composição química foram analisados por meio do procedimento MIXED do SAS, versão 9.0 para Windows (SAS, 1999), utilizando-se modelo para análise de medidas repetidas no tempo, com teste de contraste para determinação das médias. Foi realizada uma estatística descritiva para os dados referentes à histologia dos tecidos das leguminosas forrageiras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) para maioria dos componentes químicos avaliados nas plantas de Sabiá, Leucena e Mororó (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química das leguminosas com 70 dias de idade em Itambé –PE

Espécie	Nov/07	Fev/08	Mai/08	Ago/08	Nov/08	Pr < F (corte)	Pr < F (espécie)	Corte * Espécie
MS (%)								
Sabiá	34,9a	37,2a	26,9b	28,3b	35,8a			
Leucena	25,5a	27,1a	24,2a	23,5a	25,5a	0,1289	0,0001	0,2374
Mororó	37,9a	31,3bc	30,7bc	32,6bc	27,7c			
PB (% na MS)*								
Sabiá	20,8b	20,2b	19,9b	27,9a	23,0b			
Leucena	20,7b	27,5a	20,5b	30,7a	26,0a	0,0005	0,0029	0,1801
Mororó	15,6c	19,7abc	16,9bc	20,5ab	23,5a			
FDN(% na MS)*								
Sabiá	67,9ab	63,4b	71,7a	63,3b	69,9a			
Leucena	67,9b	65,4b	72,9a	57,9c	55,5c	0,0593	0,1614	0,0123
Mororó	66,7c	72,1ab	68,5bc	74,1a	66,7c			
FDA(% na MS)*								
Sabiá	62,3a	61,1a	56,2b	47,9c	56,1b			
Leucena	56,8c	63,4b	71,1a	47,6d	43,1d	0,0533	0,2248	0,0498
Mororó	62,4ab	61,1b	54,5c	66,2a	53,8c			
PIDA(% na MS)*								
Sabiá	8,0b	8,3b	14,9a	18,9a	14,5a			
Leucena	8,4bc	6,1c	14,0a	16,5a	12,1ab	0,0001	0,0945	0,0923
Mororó	8,1bc	6,3c	14,4a	14,5a	12,3ab			
DIVMS(% na MS)*								
Sabiá	48,9a	32,9c	40,3b	34,5c	29,6d			
Leucena	48,9ab	49,3a	44,4b	49,2a	35,7c	0,0001	0,0001	0,0158
Mororó	45,8ab	47,8a	41,5bc	44,8ab	40,1c			

Média seguidas de igual letra na linha não diferem entre si pelo teste SNK ( $P > 0,05$ ).

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os teores de MS nos cinco períodos de observação (Tabela 1), para as plantas de Sabiá e Mororó. Porém, nas plantas de Leucena, não foram observados diferenças significativas. Essas oscilações nos teores de MS podem estar associadas às condições pluviométricas da região, o que também foi observado por Caldas et al. (2010), avaliando o teor de matéria seca em plantas de Sabiá, com 12 anos de idade, observaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso, com médias de 43,0 e 30,2%, respectivamente. A falta de significância para o teor de MS, nas plantas de Leucena, entre os períodos de avaliação, pode estar associada a adaptabilidade dessas plantas a região da Zona da Mata, que tem como característica melhor distribuição de chuvas. Os resultados observados para Leucena foram próximos aos encontrados por Pereira et al. (2004), que observaram teores médios em torno de 27% de matéria seca, em amostras compostas por ramos e folhas, semelhantes a do presente trabalho. Dessa forma, em futuros trabalhos de seleção, deve-se considerar a baixa variabilidade dessa característica em plantas jovens.

O Mororó apresentou alto teor de matéria seca no mês de novembro/07, em relação aos demais, possivelmente por ser um período com pouca disponibilidade de água para a planta (Figura 1). Os dados apresentados nesse estudo são inferiores aos encontrados por Moreira et al. (2006) que observaram em plantas de Mororó na caatinga 46,8% de MS, como estas plantas encontravam-se em condições pluviométricas diferentes, isto pode ter interferido em sua composição.

Todas as espécies estudadas apresentaram teores de proteína bruta acima de 16% e baixas concentrações de PDA, o que indica o potencial dessas forrageiras para uso na alimentação de pequenos ruminantes. De acordo com Van Soest et al. (1994), níveis de proteína inferiores a 7% na dieta podem prejudicar a fermentação ruminal, bem como provocar balanço negativo de nitrogênio.

Concordando com os resultados desse estudo, Caldas et al. (2010) observaram que a época chuvosa condicionou a valores mais altos de proteína bruta em relação à época seca. Os teores encontrados por estes autores foram 16,7% na época seca e 22,1% na época chuvosa, que correlacionam este fato a maior atividade fotossintética permitida pelo aumento na disponibilidade hídrica, ao qual incrementa a fixação biológica do nitrogênio. Resultados não observados por Almeida et al. (2006), que avaliando plantas de Sabiá obtiveram teores de PB de 17,3% na época seca e 13,3% na época chuvosa.

De acordo com os dados apresentados neste trabalho, os valores de proteína bruta foram altos, possivelmente devido à maior quantidade de folhas em relação aos ramos nas amostras avaliadas. Desta forma, a quantificação do número de folhas é importante, pois reflete o quanto pode ser a planta mais nutritiva, além de ser um indicativo de aumento da produtividade das mesmas. Pois, o número de folhas presentes no vegetal, está relacionado ao potencial de acúmulo de biomassa da planta. As folhas responderam diretamente pelo aumento da produção de matéria seca em plantas de Sabiá e Mororó (Capítulo 4).

Os teores de proteína bruta em plantas de *Leucena* foram semelhantes às leguminosas nativas desse estudo, sofrendo variações conforme a época de avaliação, apresentando na época chuvosa até 30% de PB. Os resultados obtidos foram superiores aos reportados por Possenti et al. (2008), que trabalhando com plantas fenadas observaram teores de proteína bruta de 16%.

É importante salientar que em relação ao teor de PB do Mororó, em média 11,1% do total dessa proteína, está ligada ao FDA (Tabela 1), indicando que apenas parte da proteína está disponível ao animal. Da mesma forma, para o Sabiá, que apresentou teores de 14,1% de PIDA, semelhantes aos valores relatados para esta mesma espécie por Vieira et al. (2005), e superiores aos reportados por Goyanna (2009) que observou para o Mororó 7,1% e para o Sabiá 9,6% de PIDA.

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para os teores de FDN nas leguminosas, nos meses de novembro/07 e maio/08 (Tabela 2). Nas outras épocas de corte, o Mororó foi à leguminosa que se destacou com os maiores teores de FDN, assim como as plantas de Sabiá. E as plantas de *Leucena* apresentaram os menores teores. Os resultados encontrados nesse estudo para o FDN foram em média superiores a 60%, podendo ocorrer limitação no consumo da matéria seca, pela alta concentrações de FDN ocasionando enchimento do rúmen.

As diferenças encontradas entre os resultados do presente trabalho e os teores de FDN observados para Sabiá de 42,7 % (Caldas et al., 2010), e para Mororó de 42,1% (Beelen et al., 2006), estão associadas a variação entre as amostras analisadas, sendo as amostras dos referidos autores compostas apenas por folhas.

Tabela 2. Composição química em função da interação época de corte x espécie, em três leguminosas forrageiras no município de Itambé – PE

Corte	Espécie	% na MS		
		FDN	FDA	DIVMS
Novembro/07	Sabiá	67,9a	62,3a	48,9a
	Leucena	67,9a	56,8b	48,9a
	Mororó	66,7a	62,4a	45,8a
Fevereiro/08	Sabiá	63,4b	61,1a	32,9b
	Leucena	65,4b	63,4a	49,3a
	Mororó	72,1a	61,1a	47,8a
Maio/08	Sabiá	71,7a	56,2b	40,3a
	Leucena	71,1a	71,1a	44,4a
	Mororó	68,5a	54,5b	41,5a
Agosto/08	Sabiá	63,3b	47,9b	34,5b
	Leucena	57,9c	47,6b	49,2a
	Mororó	74,1a	66,2a	44,8a
Novembro/08	Sabiá	69,9a	56,1a	29,6c
	Leucena	55,5b	43,1b	35,7b
	Mororó	66,7a	53,8a	40,1a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste SNK ( $P > 0,05$ )

As leguminosas apresentaram altos teores de FDA, indicando que esse pode ter sido um dos motivos para a baixa digestibilidade. Observou diferença significativa para o teor de FDA entre as épocas de corte, com exceção para o mês de maio/08. Estes resultados indicam que, apesar das plantas apresentarem a mesma idade cronológica, pode ter ocorrido variação entre as idades fisiológicas das plantas, característica genética de cada material. Os resultados desse estudo foram semelhantes aos dados observados por Goyanna (2009), estudando o feno de Mororó e Sabiá, obteve valores de 52,5 e 59,5%, respectivamente.

Nos meses de novembro/07 e maio/08, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as leguminosas, para os teores de DIVMS (Tabela 2). Entretanto, nas outras épocas de corte, as plantas de Sabiá apresentaram os menores teores de DIVMS, comparado as outras leguminosas. Estes resultados indicam que as plantas de

Sabiá, podem apresentar tecidos de difícil digestão, com altas concentrações de lignina, dificultando a sua degradabilidade. Além disso, plantas adaptadas às condições de seca (Xerófitas), como as plantas de Sabiá, apresentam alta concentração de cutina em sua epiderme, que pode dificultar o processo de degradação.

É importante destacar que os dados de DIVMS observados nesse estudo são referentes às amostras composta de folhas mais ramos, que tendem a serem menores que os valores observados na literatura, devido à presença dos ramos, que apresentam digestibilidade inferior a folhas. Neste sentido, Goyanna (2009) observou valores superiores ao presente estudo, com teores de 67,9% para plantas de Mororó e 66,5% para plantas de Sabiá, trabalhando com amostras compostas apenas por folhas. Entretanto, próximos aos observados por Moreira et al. (2006) que encontraram 30,5% de DIVMS para plantas de Mororó. Diante disso, podemos inferir que, a forma como é avaliada a composição química das espécies pode interferir nos resultados.

Diante do exposto, apesar dos resultados serem considerados baixos para DIVMS, isso também é um indicativo que as leguminosas possuem constituintes de difícil digestão ou fatores que a dificultam. Alguns trabalhos sugerem a associação da histologia com a digestibilidade a fim de tentar explicar esses baixos teores. Concordando com estes resultados, o material exposto para avaliação anatômica dessas leguminosas não apresentou boa degradação no rúmen (Figura 4). Leguminosas como o Sabiá e o Mororó mostraram tecidos justapostos, dificultando o acesso dos micro-organismos aos tecidos, sendo esta uma possível explicação para a baixa digestibilidade (Tabela 2).

Tecidos de difícil digestão como os feixes vasculares e xilema, apresentam-se em menores proporções nas leguminosas em relação aos tecidos de alto potencial de digestão, como o parênquima paliçádico e lacunoso (Tabela 3). Porém, os valores referentes aos parênquimas paliçádicos das folhas sem incubação não se diferenciaram das folhas incubadas, assim como a epiderme, indicando que quando houve degradação das folhas, esta se deu mais no parênquima lacunoso e na epiderme abaxial, em função de sua parede ser menos espessa que a epiderme adaxial.

Tabela 3. Proporção de tecidos em folhas de leguminosas incubadas por 48 horas e não incubadas

Variáveis	Plantas não incubadas			Plantas incubadas		
	Média	Desvio	IC*	Média	Desvio	IC*
	(%)	Padrão		(%)	Padrão	
Leucena						
Floema	1,6	0,4	0,6	2,4	1,4	1,9
Xilema	9,2	1,9	2,6	7,7	2,9	4,1
Epiderme	15,8	1,3	1,9	16,4	0,5	0,7
Parênquima	66,1	1,2	1,7	59,3	2,5	3,4
Lacunas	7,1	0,3	0,4	14,2	7,4	10,2
Mororó						
Floema	1,7	0,5	0,4	1,6	0,8	0,7
Xilema	9,1	1,6	1,4	9,3	5,1	4,5
Epiderme	16,8	3,9	3,5	19,2	5,7	5,0
Parênquima	65,1	3,8	3,3	63,5	6,2	5,4
Lacunas	7,2	1,7	1,5	6,4	2,1	1,9
Sabiá						
Floema	0,7	0,2	0,2	0,7	0,4	0,4
Xilema	4,1	1,7	1,7	4,3	2,7	2,6
Epiderme	27,2	1,7	1,6	25,5	3,9	3,9
Parênquima	60,0	0,9	0,9	57,8	15,8	15,5
Lacunas	7,9	1,5	1,4	11,5	10,0	9,8

\* Intervalo de confiança a 5% de probabilidade

As plantas avaliadas nesse estudo foram coletadas na época seca do ano, possivelmente em estágio de maturação avançado, com maior lignificação da parede celular, o que refletiu na baixa degradação das folhas, apesar das mesmas terem ficado incubadas por um período de 48 horas. O que segundo Akim et al. (1989), é tempo suficiente para o ataque dos micro-organismos no material incubado a nível de rúmen, principalmente em células do mesofilo e floema que com 12 a 24 horas já apresentam completa digestão.

Nesse contexto, observou-se pouca ou nenhuma degradação das folhas das leguminosas, pode-se afirmar que a mastigação dos alimentos via animal, vem a ser um instrumento importante a fim de facilitar o acesso dos microrganismos às células do mesófilo e ao seu conteúdo celular. Entretanto, a lesão via estômatos pode ser importante para acesso dos micro-organismos ruminais, porém Brito et al. (1999) consideram mais importante a dilaceração pela mastigação e ruminação, que minimizam o efeito da barreira imposta pela cutícula e epiderme, além de quebrar as células individualmente.

A digestão dos tecidos das leguminosas foi diferente em função da sua localização, iniciando no parênquima lacunoso, devido a maior facilidade de acesso pelos micro-organismos às células e, conseqüentemente ao conteúdo celular, devido à presença dos aerênquimas. Este tecido encontrou-se em maior proporção das plantas incubadas de *Leucena* e *Sabiá*, o que pode ter facilitado o processo de degradação dessas plantas (Tabela 3).

Um dos possíveis motivos para a degradação iniciar na região do parênquima lacunoso, é exatamente o menor tamanho das células da epiderme abaxial, por isso é que há a presença maior de espaços intercelulares nesta região, visto que as células que se encontram na região adaxial são maiores e provavelmente apresentam maior resistência estrutural. Nesse contexto, os motivos pelo qual os micro-organismos acessam a região abaxial da folha, seriam os estômatos e a epiderme, que apresenta um tamanho menor e, conseqüentemente, uma menor resistência.

Uma das características de plantas resistentes a seca é a localização dos estômatos na epiderme abaxial, assim como, maior espessamento da epiderme adaxial e maior quantidade de cutícula, como forma de proteção contra a perda de água e ação de predadores. Observou-se nesse estudo que a *Leucena* apresentou tais características, visto que os estômatos se encontravam em maior quantidade na região abaxial da folha, sendo a epiderme abaxial menos espessa que a adaxial, facilitando a entrada dos micro-organismos nessa região (Figura 2, a).

Assim, tanto por via estomática quanto por via epidérmica, houve maior digestão das células nessa região, como no parênquima lacunoso (Figura 2, b). Observou-se na Tabela 3, que a média referente à epiderme das plantas incubadas foram maiores que as não incubadas; essa maior quantidade pode ter facilitado o acesso dos micro-organismos nas amostras das plantas avaliadas.

O arranjo dos tecidos na folha favorece a presença de microrganismos em determinada região, visto que após a epiderme adaxial, se encontra o parênquima paliçádico, que se estende até o centro do limbo, onde estão inseridas as células do mesofilo, da bainha parenquimática e dos feixes vasculares. Na região inferior encontram-se o parênquima lacunoso e a epiderme abaxial, salientando a presença dos microrganismos nessa região devido a maior facilidade de acesso via epiderme.

Observou-se que nas plantas de *Leucena*, o parênquima paliçádico apresentou-se bem justaposto, variando pouco de tamanho sem muitos espaços intercelulares, porém em sua maioria com apenas uma camada, o que pode ter facilitado a translocação dos microrganismos da epiderme adaxial até o mesofilo. A variação do tamanho do parênquima paliçádico pode ter contribuído para formação de aerênquimas que possibilitou mais espaços para o trânsito dos micro-organismos (Figura 2, a, b).

As folhas de *Leucena* apresentaram maior proporção de feixes secundários (floema) que podem ter proporcionado maior degradação dessas plantas visto que são tecidos de fácil digestão.

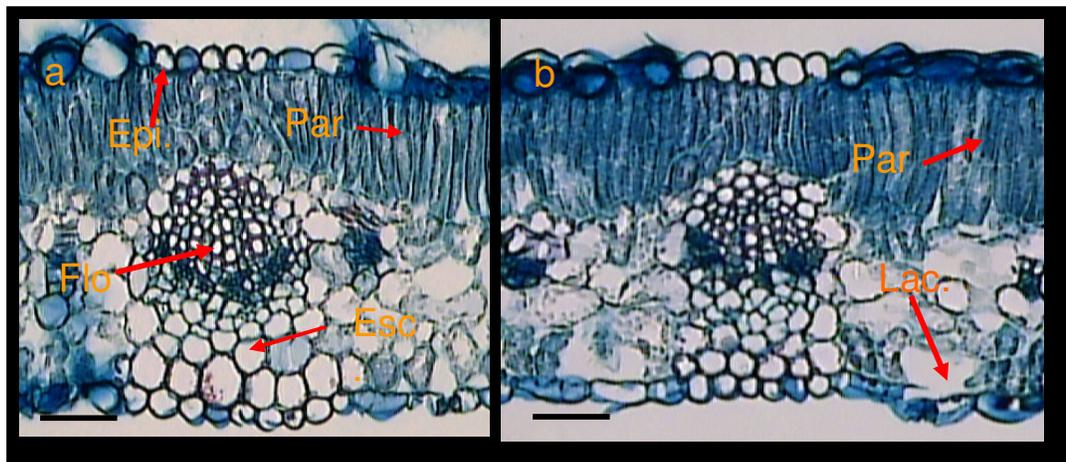


Figura 2. A – Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas não incubadas de *Leucena*. (Par.) parênquima, (Esc.) esclerênquima, (Flo) floema, (Epi) Epiderme. B- Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas incubadas por 48 horas de *Leucena*. (Par.) parênquima, (Lac.) lacunas. Barra = 10  $\mu$ m

As folhas de *Mororó* apresentam células do parênquima paliçádico em tamanho pequeno, porém, com até três camadas (Figura 3, a). A primeira camada localizada abaixo da epiderme adaxial apresentava células mais justapostas, com menos espaços

intercelulares. Já a segunda camada, esses espaços já se encontravam em maior proporção, aumentando mais na terceira camada, visualizando um afrouxamento das camadas da periferia para o centro do limbo. Esse arranjo do parênquima nas folhas explica por que as células centrais se degradam com maior facilidade.

Em relação às plantas incubadas, observa-se que apesar do tempo imposto as mesmas, as amostras do Mororó apresentaram-se praticamente inalteradas, tanto os feixes vasculares, como também as células do parênquima (Figura 3, a). Suas células mostraram-se justas, no parênquima paliádico, e com a presença de muitas camadas, que podem ter inibido o acesso dos microrganismos, dificultando a degradabilidade dessas plantas. Além do arranjo dos tecidos, as plantas de Mororó apresentaram altos teores de FDN (Tabela 2), o que está associado à época de coleta, que pode ter favorecido o aumento da lignificação da parede celular através do espessamento da parede secundária.

De acordo com a literatura (Wilson, 1993; Paciullo, 2002), quando as células são frouxamente arranjadas no parênquima, permitem aos micro-organismos ruminais um rápido acesso as paredes celulares, proporcionando elevada taxa de digestão e facilitando também a fragmentação dos tecidos através de processos físicos como a mastigação. Isto ocorre devido aos aerênquimas formarem lacunas provenientes do rompimento de células do parênquima.

Nas plantas incubadas de Mororó, observou-se uma grande proporção de tecido indiferenciado nas células do parênquima lacunoso, ao qual, ficou difícil de atribuir a ação dos micro-organismos, ou a realização dos cortes paradérmicos (Figura 3, b). Silva (2010), trabalhando com a leguminosa orelha de onça, observou a dilaceração dos tecidos do parênquima após incubação por 48 horas, em caprinos, relatando que as mensurações em áreas degradadas foram dificultadas pela grande área de parênquima indiferenciado.

Em relação à epiderme das plantas de Mororó, estas apresentaram células adaxiais maiores que as abaxiais, destacando-se os feixes secundários que são longos e ficam compreendidos desde a parte da epiderme adaxial até a epiderme abaxial, impossibilitando a continuidade das células do parênquima (Figuras 3, a e 3, b). Essa característica dificulta o trânsito dos micro-organismos entre as células do mesofilo, dificultando a digestão das plantas, visto que, as células do mesofilo são altamente digestíveis, principalmente em leguminosas (Akin, 1989).

Houve pouca degradação das folhas incubadas de Mororó, ocorrendo mais em nível de floema e parênquima lacunoso, via epiderme abaxial, devido a sua menor espessura

(Figura 3, b). De acordo com a literatura, a digestão inicia-se pelas células do mesofilo e do floema (Hanna et al., 1973; Akin et al., 1973), as quais possuem apenas uma delgada parede primária não-lignificada. Estes tipos de células são facilmente fragmentados em partículas pequenas, sendo rápida e completamente digeridas (Chesson et al., 1986).

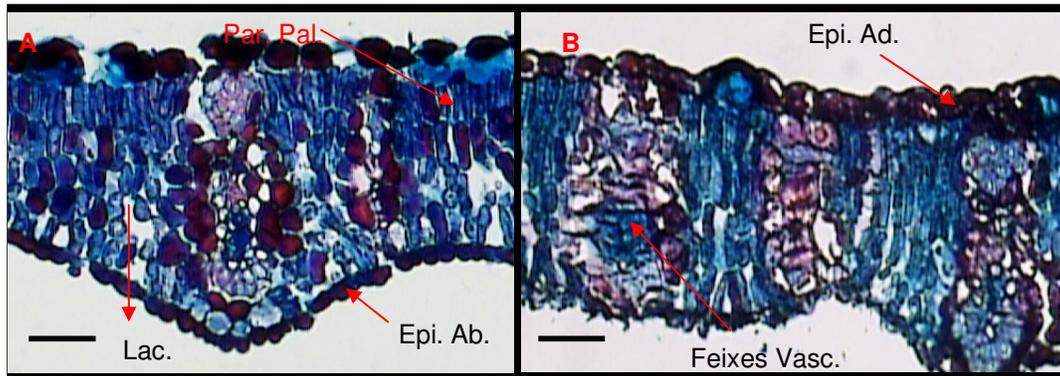


Figura 3. A-Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Mororó não incubadas. (Par. Pal.) parênquima paliçádico; (Epi.ab.) Epiderme abaxial; (lac.) lacunas. B - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Mororó incubadas por 48 horas. (Epi.ad.) epiderme adaxial, (Feixes vasc.) feixes vasculares. Barra = 10  $\mu$ m

As células do parênquima paliçádico das plantas de Sabiá são células alongadas, não se apresentando tão justapostas, com duas camadas e com mais espaço intercelular entre elas. Observou-se uma quantidade pequena de feixes vasculares, tanto o floema quanto o xilema se apresentaram em menor proporção (Figura 4, a e 4, b). Como as células parenquimáticas apresentaram menor justaposição, com mais espaços entre elas, há a possibilidade dos micro-organismos se movimentarem entre essas células, favorecendo o processo de digestão das mesmas, possibilitando mais espaços para os micro-organismos degradarem mais células.

Silva (2010), analisando anatomicamente a leguminosa nativa orelha de onça, observou que as células do parênquima lacunoso foram mais degradadas pelos micro-organismos devido aos espaços presente entre as células, favorecendo a colonização dos mesmos.

Os feixes vasculares mantiveram sua integridade física, havendo, provavelmente, influência química e física, como a presença de compostos fenólicos e aerênquima, respectivamente. Desta forma, a degradação das amostras de Sabiá foi lenta, com pequenos indícios de digestão no parênquima lacunoso (Figura 4, b). Os tecidos vasculares (xilema)

são responsáveis pelo baixo potencial de digestão das partículas pelos micro-organismos do rúmen. Células desses tecidos, na sua maioria espessada, são barreiras à digestão, que por sua vez em gramíneas foram correlacionadas negativamente com a digestibilidade (Bauer et al., 2008).

Em relação à epiderme das plantas de Sabiá, observou-se que a parede das células adaxiais é mais grossa que a parede das células abaxiais, indicando que possivelmente a digestão se dê através da região abaxial (Figuras 4, a e 4, b). Essa característica é atribuída a plantas que apresentam adaptação a regiões onde ocorrem secas periódicas, que além do espessamento da epiderme adaxial, também são altamente cutinizadas. E apresentam seus estômatos em maior proporção na região inferior da folha.

A localização e quantificação dos estômatos são importantes, pois os mesmos são uma porta de acesso dos micro-organismos aos tecidos da folha, facilitando a sua digestão. Entretanto, Brito et al. (1999) observaram que os estômatos presentes na epiderme de bainhas e lâminas foliares foram utilizados pelos micro-organismos como via de acesso aos tecidos mais internos, embora as lesões causadas na epiderme devido a mastigação tenha sido a maior via de acesso dos micro-organismos.

A degradação das folhas incubadas de Sabiá ocorreu em maior proporção nos tecidos do floema, possivelmente devido a sua alta digestibilidade, ocorrendo em menor proporção no parênquima lacunoso. Não foi observada a degradação do parênquima paliçádico e do xilema (Figura 4, b).

Dentre as plantas avaliadas neste estudo, A Sabiá foi à planta que apresentou maior degradação em relação às plantas não incubadas, indicando ser uma planta com maior facilidade de digestão (Tabela 4).

A baixa degradação observada para as três leguminosas pode esta associada ao tempo de incubação utilizado no presente trabalho, o que pode não ter sido suficiente para a ação dos micro-organismos, devido às amostras estarem protegidas por tubos de silicone.

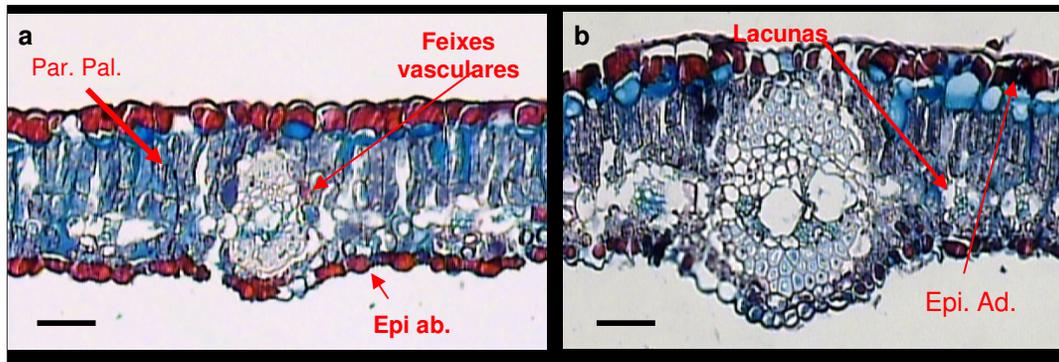


Figura 4. A – Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Sabiá não incubadas. (Xil.) xilema. B - Fotomicrografia do corte transversal da folha de plantas de Sabiá incubadas por 48 horas. (Per.) periciclo. Barra = 10 µm

## CONCLUSÕES

As amostras de leguminosas compostas por folhas e caules apresentam altos teores de proteína bruta e baixos teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Os teores de fibra nas plantas de Sabiá e Mororó são considerados altos, podendo comprometer a qualidade dessas leguminosas.

As características histológicas foliares das leguminosas Sabiá, Mororó e Leucena são semelhantes entre as plantas incubadas e não incubadas.

A baixa digestibilidade das leguminosas é ocasionada pelos tecidos de difícil digestão, época de coleta e pelo período de incubação avaliado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.C.S; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; SILVA, J.A.A; LIRA, M.A; GUIM, A. Avaliação bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios do Estado de Pernambuco. **Revista Maringá**. v.28, n.1, p.1-9, 2006.
- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy of Journal**, v.81, n.1, p.17-25, 1989.
- AKIN, D.E., AMOS, H.E., BARTON II, F.E. et al. Microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. **Journal of Agronomy**, v.65, n.5, p.825-828, 1973.
- BAUER, M.O; GOMIDE, J.A; SILVA, E.A.M; REGAZZI, A.J; CHICHORRO, J.F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de viçosa – MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.1, p.9-17, 2008.
- BEELEN, P.M. G; BERCHIELLI, T.T; BEELEN, R; ARAUJO FILHO, J; OLIVEIRA, S.G. Characterization of condensed tannins from native legume of the Brazilian Northe Astern Semi-Arid. **Scientia Agricola**, v.63, n.6, p.522-528, 2006.
- BRITO, C.J.F.A; RODELLA, R.A; DESCHAMPS, F.C. Anatomia quantitativa da folha e do colmo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.519-528, 2004.
- BRITO, C.J.F.A., RODELLA, R.A., DESCHAMPS, F.C., et al. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.223-229, 1999.
- BRITO, C.J.F.A; ALQUINI, Y; RODELLA, R.A. Alterações histológicas de três ecotipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), após digestão in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora – MG, **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, v.2, p.12-14, 369p.
- CALDAS, G.G; SANTOS, M.V.F; LIRA JUNIOR, M.A; FERREIRA, R.L; CUNHA, M.V; LIRA, M.A; BEZERRA NETO, E. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpinifolia* a adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.529-538, 2010.
- CARNEIRO, C.M; BORDIGNON, M.V; SHEFFER-BASSO, S.M; DALL' AGNOL, M. Caracterização anatômica da lâmina foliar de populações de *Bromus auleticus* Trin. Ex Nees (Poaceae). **Revista Biotemas**. v.21, n.3, p.23-29, 2008.
- CAVALCANTI FILHO, L.F.M; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; MODESTO, E.C; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; FERREIRA, R.L.C; SILVA, M.J. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Pernambuco. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.220, p.391-402, 2008.

- CHESSON, A.; STEWART, C.S.; DALGARNO, K. et al. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell wall in the rumen and by cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. **Journal Applied Bacteriology**, v.60, n.4, p.327-336, 1986.
- CPRH. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. 2003. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 214p.
- FRANÇA, A.A. GUIM, A; BATISTA, A.M.V; PIMENTEL, R.M.M; FERREIRA, G.D.G; MARTINS, I.D.S.L. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.32, n.2, p.131-138, 2010.
- GOYANNA, G.J.F. **Caracterização nutricional dos fenos de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud) em caprinos**. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh forages leaves after "in vitro" digestion. **Crop Science**, v.13, n.1, p.98-102, 1973.
- HAGQUIST, C.W. Preparation and care of microscope slides. **The American Biology Teacher**, v.36, p.414-17, 1974.
- KOZLOSKI, G.V.; PEROTTONI, J.; CIOCCA, M.L.S. et al. Potential nutritional assessment of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) by chemical composition, digestion and net portal flux of oxygen in cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.104, p. 29-40, 2003.
- LEITE, P.M.B; SANTOS, M.V.F; SILVA, M.A. Características anatômicas de folhas de Mororó e Sabiá. In: JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 8., 2008, Recife. **Anais...Recife:UFRPE**, 2008,1. CD-ROM.
- LEMP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, p.315-329, 2007. (Suplem. Especial).
- LIMA, L.M.S; ALQUINI, Y; BRITO, C.J.F.A; DECHAMPS, F.C. Degradação ruminal dos tecidos vegetais e composição bromatológica de cultivares de *Axonopus scoparius* (Fluegee) Kuhl. E *Axonopus fissifolius* (RADDI) Kuhl. **Ciência Rural**. v.31, n.3, p.509-515, 2001.
- MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; ARAUJO, G.G.L; FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.
- PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Revista Ciência Rural**. v.32, p.357-364, 2002.

- PEREIRA, J.M.P; SILVA, A.M.A. Utilização de leguminosas na alimentação de ruminantes – um enfoque para o semi-árido. In: V CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL.2008. Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal. 2008. CD-ROM.
- PEREIRA, R.C; EVANGELISTA, A.R; ABREU, J.G; AMARAL, P.N.C; SAVALDOR, F.M; MACIEL, G.A. Efeitos da inclusão de forragem de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência Agrotécnica**. v.28, n.4, p.924-930. 2004.
- POSSENTI, R.A; FRANZOLIN, R; SCHAMMAS, E,A; DEMARCHI, J.J.A.A; FRIGHETTO, R.T.S; LIMA, M.A. Efeitos de dieta contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1509-1516, 2008.
- SAS 1996. User Guide: Statistics. Version 6.12. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SILVA, M.G. **Dinâmica do crescimento e morfoanatomia de forrageiras nativas do Semi-árido Brasileiro**. 2010. 94f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- SILVA, J.J; SALIBA, E.O.S. Pastagens consorciadas: uma alternativa para sistema extensivo e orgânico. **Veterinária e Zootecnia**. v.14, n.1, p. 8-18, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SOFFIATTI, P; ANGYALOSSY, V. Stem anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). **Bradleya**, v.2, p.39-48, 2003.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stagee technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassiand Society**. v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VENTRELLA, M.C; RODELLA, R.A; COSTA, C. Anatomia e bromatologia de espécies forrageiras de *Cynodon* Rich. I. Folha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora – MG, **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997, v.2, p-3-5.
- VIEIRA, E.L; CARVALHO, F.F.R; BATISTA, A.M.V; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; SILVA, M.J; SILVA, E.M.B. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) nos períodos secos e chuvosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1505-1511, 2005.

WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.173-208.

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R. et al. **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA/CSSA/SSSA. p. 1-32. 1993

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISE DE TRILHA ENTRE CARACTERES MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NA ZONA DA MATA SECA DE PERNAMBUCO**

---

## RESUMO

O estudo com leguminosas forrageiras vem sendo difundido nos últimos anos, buscando informações sobre a persistência dessas plantas no campo, bem como sobre o seu valor nutritivo e produtividade. Objetivou-se estimar a produção de matéria seca e caracterizar morfológicamente, a fim de obter estimativas de coeficientes de correlação fenotípica e avaliar os desdobramentos das correlações em efeitos diretos e indiretos (análise de trilha) das variáveis independentes explicativas sobre a produção de matéria seca (variável dependente principal) das leguminosas *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *Leucaena leucocephala* (Lan.) De Wit. Foram realizados cinco cortes a cada 70 dias nas condições edafoclimáticas da Zona da Mata Seca de Pernambuco. Cada parcela experimental apresentou 24 m<sup>2</sup>, com três plantas úteis por parcela, totalizando uma área experimental de 288 m<sup>2</sup>. Para produção de matéria seca houve efeito significativo (P<0,05) entre as espécies avaliadas nos cinco cortes. A produção de matéria seca se mostrou bastante heterogênea (1,78 a 4,40t de MS/ha/corte), apresentando altos coeficiente de variação. Dentre as variáveis morfológicas analisadas, o número de folhas também apresentou-se com alto coeficiente de variação, principalmente as plantas de Sabiá, por perderem suas folhas em épocas secas do ano. Houve baixa correlação entre quase todas as variáveis explicativas e a variável principal nas leguminosas estudadas. Entretanto, as características, altura da planta e diâmetro da copa (Leucena e Sabiá), número de folhas e diâmetro da copa (Mororó) explicaram melhor o potencial de produção de matéria seca e atuaram de forma direta e indireta sobre a variável dependente.

**Palavras-chave:** análise de trilha, altura, correlação, efeito direto, melhoramento

## ABSTRACT

The study of forage legumes has spread over recent years, seeking information concerning both their continuation in the fields as well as their nutritional value and productivity. The study set out to estimate their production of dry matter and to characterize them morphologically in order to obtain estimates of their fenotypical correlation coefficients and to evaluate the development of the correlations in direct and indirect effects (path analysis) of the explicative independent variables on the production of dry matter (the principal dependent variable) of the legumes *Mimosa caesalpiniiifolia* (Benth.), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *Leucanena leucocephala* (Lan.) de Wit. Five cuts were carried out every 70 days in the edafoclimactic conditions of the dry bush zone in Pernambuco. Each experimental group was 24m<sup>2</sup>, with two plants per experimental group, totaling an experimental area of 288m<sup>2</sup>. For the production of dry matter, there was a significant effect ( $P<0.05$ ) between the species evaluated in the five cuts. The production of dry matter was very heterogeneous (1.78 to 4.4 t of MS/ha/cut), showing a high coefficient of variation, particularly in the Sabiá plants, as they lose their foliage in dry periods of the year. There was a low correlation between almost all the explicative variables and the principal variable in all the legume studied. However, the height of the plant and the crown diameter (Leucena and Sabiá), number of leaves and crown diameter (Mororó) best explain the dry matter and act directly and indirectly on the dependent variable.

**Key words:** path analysis, height, correlation, direct effect, improvement

## INTRODUÇÃO

O estudo com leguminosas forrageiras vem sendo difundido nos últimos cinquenta anos pelo Brasil (Shelton et al., 2005). Dentre as informações que se buscam sobre essas plantas, estão incluídas as respostas sobre a persistência no campo, valor nutritivo e produtividade. A elevada produção de matéria seca é um caráter desejado em espécies forrageiras, sendo complexa e resultante da expressão e associação de diferentes componentes (Carvalho et al., 2002).

Dentre as formas de se avaliar a associação entre caracteres, encontra-se o estudo da correlação. Segundo Ramalho et al. (1993), a correlação entre caracteres é um parâmetro muito importante, pois permite conhecer as modificações que ocorre em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro correlacionado a ele.

Cruz et al. (2004) relatam que a interpretação da magnitude de uma correlação pode resultar em equívocos, quando se deseja selecionar um caráter, pois a correlação elevada pode ser resultado do efeito sobre estes de um terceiro grupo de caracteres. Sendo assim, um instrumento que pode fornecer subsídios para entender as causas entre caracteres é a análise de trilha, que decompõem a correlação existente em efeitos diretos e indiretos, através de uma variável principal e as variáveis explicativas.

Esta técnica pode fornecer informações necessárias para compreensão dos fatores que venham a influenciar no aumento da produção de matéria seca em plantas forrageiras. Este tipo de estudo já vem sendo difundido em algumas leguminosas (Santos et al., 2000; Kurek et al., 2001; Furtado et al., 2002), porém, quanto relacionado a leguminosas forrageiras, este ainda é bastante escasso, não se encontrando dados que mostrem o desdobramento de correlações em espécies como *Leucaena leucocephala* (Lam.)R. de Wit., *Mimosa caesalpinifolia* Benth e a *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Stend.

Sendo assim, objetivou-se avaliar variáveis morfológicas através da correlação, relações diretas e indiretas existentes com a produção de matéria seca das leguminosas *Leucena*, *Sabiá* e *Mororó* e as variáveis morfológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, na Estação Experimental de Itambé, localizada na Zona da Mata Seca de Pernambuco, a 190 m de altitude (CPRH, 2003). O período experimental foi de setembro de 2007 a novembro de 2008 cuja precipitação anual na microrregião foi de 1.303 mm (Figura 1).

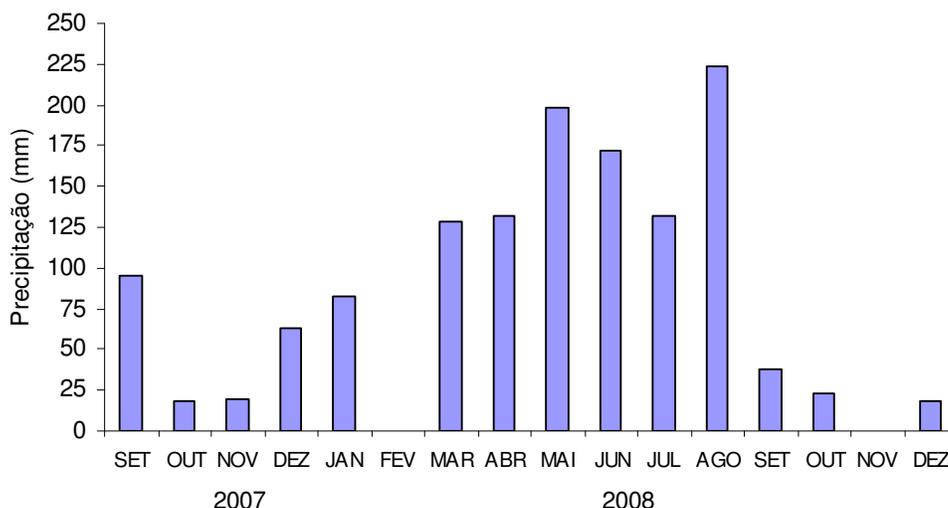


Figura 1. Precipitação pluvial mensal durante o período experimental, Itambé-PE.

O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo. A análise do solo da área experimental revelou os seguintes resultados: P (Mehlich-I) = 5 mg/dm<sup>3</sup>; pH em água = 5,01; Ca = 2,95 cmol/dm<sup>3</sup>; Mg = 0,95 cmol/dm<sup>3</sup>; Na = 0,05 cmol/dm<sup>3</sup>; K = 0,09 cmol/dm<sup>3</sup>; Al = 0,30 cmol/dm<sup>3</sup>; H = 7,86 cmol/dm<sup>3</sup>; CTC = 12,2 cmol/dm<sup>3</sup> e V = 33%. Para correção da acidez do solo, utilizou-se uma calagem em abril de 2004, e aplicação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50g por cova) e K<sub>2</sub>O (17 g por cova) em agosto de 2006.

Os tratamentos experimentais foram compostos pelas leguminosas Leucena, Mororó e Sabiá, avaliadas durante cinco cortes. Efetuou-se um corte de uniformização em setembro de 2007 e, a cada 70 dias, foram realizadas avaliações morfológicas e determinado a produção de matéria seca da biomassa aérea, através de um corte efetuado a 1 m de altura do solo. A área experimental total compreendeu 288 m<sup>2</sup>, com quatro blocos de 72 m<sup>2</sup>, e cada espécie compreendia uma parcela experimental com 24 m<sup>2</sup>, sendo

consideradas como plantas úteis na parcela as plantas que apresentavam bordaduras, ou seja, circundadas completamente por outras plantas, abrangendo três plantas úteis por parcela, totalizando 12 plantas úteis por espécie na área experimental.

Os dados de produção e avaliações morfológicas foram analisados por meio do procedimento MIXED do SAS, versão 9.0 para Windows (SAS, 1999), utilizando modelo para análise de medidas repetidas no tempo, com teste de contraste.

Com base na ocorrência de multicolinearidade fraca entre as variáveis, ou seja, número de condição menor que 100, ou levemente moderada de 100 a 1000 (Cruz et al., 2004), foram utilizados na análise de trilha seis caracteres: altura média da planta (AP), em metros, avaliada por meio de régua graduada, colocada no nível do solo até a última lâmina foliar; número de folhas por ramos (NF), considerando todas as folhas de um ramo representativo da planta; diâmetro do caule (DC), utilizou-se um paquímetro colocado a nível do solo; diâmetro da copa (DCO), avaliado através de uma régua graduada colocada em ponto de cruz na copa, considerando até a última folha ou ramo; produção de matéria seca (PMS), em t de MS/ha, estimada por meio do peso da planta cortada a um metro de altura, sendo o material compreendido de folhas e ramos com menos de 6 mm, sendo o peso verde multiplicado pelo teor de matéria seca e extrapolado para hectare.

Para o estudo do efeito das variáveis na análise de trilha, considerou-se variável dependente principal a PMS. Como variáveis independentes explicativas, foram utilizados os caracteres AP, NF, DC e DCO. A interpretação do resultado da análise de trilha foi realizada conforme recomendações de Singh & Chaudary (1979), citados por Vencovsky & Barriga (1992). As análises descritivas, de correlação e de trilha foram realizadas por meio do programa computacional *Genes* (Cruz, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Características produtivas*

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) de um ou mais fatores (espécie, época de corte) e de suas interações sobre a produção de matéria seca, altura da planta, número de folhas e diâmetro da copa e não houve efeito significativo para diâmetro da base do caule (Tabela 1).

A produção de matéria seca da *Leucena* foi influenciada ( $P = 0,0001$ ) pela época de avaliação e pela interação época de corte x espécie ( $P = 0,0035$ ). Os valores encontrados para a produção de matéria seca variou de 1,78 a 2,68t de MS/ha/corte, destacando a última avaliação como sendo a mais produtiva, apesar dos últimos meses terem apresentado baixa incidência de chuvas (Tabela 1). Os valores observados para produção de matéria seca, em *Leucena*, podem ser considerados baixos, se comparados aos valores observados por outros autores. Primavesi et al. (1994) mencionam produção de 5,8 t/ha em plantas com 15 meses de idade, porém em condições climáticas (sudeste do país) bem distintas deste estudo. Barreto & Fernandes (2001) observaram produção de 2,9 t/ha em plantas de *Leucena* com dois anos de idade na Zona da Mata de Sergipe.

Tabela 1. Determinação da produção de matéria seca e morfologia de leguminosas forrageiras em Itambé-PE

Espécie	Época da avaliação					Média	Pr > F (espécie)	Pr > F (corte)	Interação (E xEA)*
	Nov/07	Fev/08	Mai/08	Ago/08	Nov/08				
Produção de matéria seca (t de MS/ha)									
Leucena	2,07b	1,78b	2,50a	1,87b	2,68ab	2,2			
Mororó	2,75a	1,40a	2,95a	2,24a	1,88a	2,2	0,0273	0,0001	0,0035
Sabiá	3,79a	3,03a	4,40a	4,33a	3,03a	3,7			
Altura da planta (m)									
Leucena	2,09a	2,11a	2,76a	1,67a	2,44a	2,2			
Mororó	1,48a	1,44a	1,71a	1,53a	1,68a	1,6	0,0001	0,0901	0,0001
Sabiá	1,61a	1,71a	1,92a	1,88a	2,21a	1,9			
Número de folhas/ramo									
Leucena	13,2a	6,6b	10,2ab	11,8a	9,6ab	10,3			
Mororó	9,0b	8,9b	15,3a	15,6a	13,8a	13,8	0,0079	0,0001	0,0001
Sabiá	11,7c	8,4c	9,1c	25,2a	21,5b	17,2			
Diâmetro da copa (m)									
Leucena	1,06a	1,09a	1,49a	1,34a	1,34a	1,26			
Mororó	0,98a	0,95a	1,15a	1,24a	1,02a	1,12	0,0014	0,0561	0,0046
Sabiá	1,08a	1,14a	1,20a	1,35a	1,51a	1,33			
Diâmetro da base (mm)									
Leucena	41,9a	35,5b	31,8b	32,8b	32,8b	34,9			
Mororó	30,8a	28,6a	25,1b	24,9b	24,9b	25,4	0,0022	0,0001	0,3393
Sabiá	43,3a	35,8b	27,8c	28,5c	28,5c	29,5			

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste SNK (P> 0,05). \* (Interação Espécie x Época de avaliação)

A variação para produção de matéria seca entre as épocas de avaliação foi de 1,40 a 2,95 t de MS/ha/corte para as plantas de Mororó, no entanto, não foi observada diferença significativa (P>0,05) para essa característica, cuja média foi de 2,2 t de MS/ha/corte (Tabela 1). Esta amplitude indica que houve grande variação entre as épocas de avaliação, que pode está associada à adaptação das plantas de Mororó, as condições edafoclimáticas da região. Apesar dessas plantas serem encontradas em sua maioria na região semiárida, as mesmas externaram altas produções de matéria seca em condições de zona da mata,

indicando a potencialidade dessas leguminosas em ambientes diferentes da sua naturalidade.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da época de avaliação, sobre a produção de matéria seca, cujos valores oscilaram de 3,03 a 4,40 t de MS/ha/corte para espécie Sabiá. A média geral obtida foi de 3,7 t de MS/ha/corte, superior as observadas nesse estudo para demais espécies. A baixa variação entre os períodos de avaliação foi reflexo, das altas produções de matéria seca, apresentada por essa espécie nesses períodos. Que pode estar associado à capacidade dessas plantas em suportarem sucessivos cortes, por estar relacionada a maior eficiência na renovação de tecidos, que resulta em maior produção de forragem (Marcelino et al., 2006).

A altura da planta não foi influenciada pela época de avaliação ( $P = 0,0901$ ), com média de 2,2; 1,6 e 1,9m de altura para Leucena, Mororó e Sabiá, respectivamente. As espécies apresentaram comportamento semelhante, ao externarem uma variação entre os períodos de avaliação, indicando que houve efeito do ambiente, apesar das plantas apresentarem a mesma idade cronológica (Tabela 1).

Houve efeito significativo ( $P = 0,0001$ ) da época de avaliação e interação época de avaliação x espécie ( $P = 0,0001$ ) para número de folhas por ramo. O mês de fevereiro/08 apresentou para todas as leguminosas o menor número de folhas, em função dos baixos índices pluviométricos ocorridos na região (Figura 1). Dessa forma, pode-se ressaltar que o número de folhas é uma das variáveis morfológicas que sofre forte influência das condições climáticas.

De modo geral, os valores observados neste trabalho para o número de folhas por ramos foram de, 6,6 a 13,2 para Leucena, 8,9 a 15,5 para Mororó e 8,4 a 25,2 para Sabiá, indicando uma grande amplitude. Demonstrando ampla heterogeneidade entre os períodos de avaliação, sendo as espécies Leucena e Mororó, influenciadas pela época mais seca do ano, e as plantas de Sabiá, assim como, as outras leguminosas, diferiu apenas nos meses de agosto e novembro/08. O resultado positivo nesses meses foi reflexo da alta incidência de chuva no mês de agosto/08 e, da precipitação acumulada nos meses anteriores a novembro/08, que condicionaram a uma decorrente umidade do solo, refletindo nas altas produções de folhas neste período seco.

Apesar do número de folhas, ser uma variável que oscila muito em função da época do ano, a folha é de fundamental importância, no aspecto forrageiro, pois, a literatura retrata a mesma (Rodrigues et al., 2005; Vieira et al., 2005; Silva et al., 2007), como a

parte mais nutritiva da planta, ressaltando ainda, sua importância não só em termos qualitativos como também quantitativos.

O diâmetro da copa foi influenciado pela interação época de avaliação x espécie (0,0046). A variação entre as épocas de avaliação foi de 1,06 a 1,49; 0,98 a 1,24 e 1,08 a 1,51m, para as espécies *Leucena*, *Mororó* e *Sabiá*, respectivamente. A média geral obtida foi de 1,26; 1,12 e 1,33m, respectivamente. Os valores observados para amplitude das leguminosas foram baixos, indicando a pouca variabilidade entre os períodos de avaliação. Apesar dos maiores valores serem encontrados nos meses de agosto e novembro/08, quando a planta externava um maior número de folhas, em função do aumento da precipitação pluviométricas.

Assim, como o diâmetro da copa é formado de folhas mais ramos, este último pode ter influenciado na baixa variação entre os períodos de avaliação, por apresentar crescimento mais uniforme que a folha. Essa falta de variação do diâmetro da copa, entre as épocas de avaliação, pode ser positiva, quando se compara época seca e época chuvosa, indicando que essas espécies podem garantir um sombreamento independente da época do ano, o que reflete no bem estar animal.

Decodificando a potencialidade forrageira, através de variáveis morfológicas, alguns autores (Carvalho et al., 2002; Souza Sobrinho et al., 2004; Silva et al., 2008), relatam que a variável altura da planta responde pelo aumento da produção de matéria seca em plantas forrageiras. Observando a associação entre o diâmetro da copa e a altura da planta (responsável pelo aumento da produção de matéria seca), Silva et al. (2007) encontraram correlações positivas entre essas variáveis. Assim, indiretamente, o diâmetro da copa também é responsável pelo aumento da produção, tornando-se uma variável de importância forrageira. Entretanto, essa variável ainda é pouco estudada associada a plantas forrageiras, encontrando apenas alguns trabalhos (Albuquerque et al., 1982; Amorim et al., 2005; Silva et al., 2007; Drumond et al., 2008; Lopes et al., 2009), porém todos os autores concordam ser esta uma variável importante para conhecer o potencial da planta forrageira.

O diâmetro da base do caule foi influenciado pela época de avaliação ( $P = 0,0001$ ), mas não foi influenciado pela interação época de avaliação x espécie ( $P = 0,3392$ ). As leguminosas *Leucena* e *Sabiá* externaram maior diâmetro, na primeira época de avaliação, correspondendo ao mês de novembro/07. O *Mororó* apresentou diminuição gradativa do diâmetro da base do caule, entre as épocas de avaliação, sendo reflexo da falta de

padronização na obtenção desses valores, devido ao número de avaliadores que mensuraram tal característica.

Os valores médios encontrados para o diâmetro da base do caule foram de 34,9; 25,4 e 29,5 cm para Leucena, Mororó e Sabiá, respectivamente. De modo geral, os valores observados nesse trabalho, são inferiores aos apresentados por Dias et al. (2008) que encontraram diâmetros da base de 0,73 cm em *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (aromita) e 0,86 cm em *Mimosa artemisiana* Heringer e Paula (jurema branca) com até dois anos de idade, indicando a grande heterogeneidade das leguminosas forrageiras. Porém, o conhecimento do desenvolvimento do diâmetro da base do caule é importante, pois o mesmo é usado, como um indicativo de crescimento e maturação da planta, conforme descrito na literatura (Maranho et al., 2006).

Para as leguminosas Leucena, Mororó e Sabiá observaram-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre a época de avaliação e a espécie (Tabela 2).

Tabela 2. Características morfológicas e produtivas em função da interação época de corte x espécie, em três leguminosas forrageiras no município de Itambé-PE

Corte	Espécie	Produção (t de MS/ha)	Altura da planta (m)	Número de folhas	Diâmetro da copa (m)
Novembro/07	Leucena	2,07b	2,09a	13,2a	1,06a
	Mororó	2,75b	1,48a	9,0b	0,98a
	Sabiá	3,79a	1,61a	11,7ab	1,08a
Fevereiro/08	Leucena	1,78b	2,11a	6,6b	1,09a
	Mororó	1,40b	1,44b	8,9a	0,95b
	Sabiá	3,03a	1,71b	8,4a	1,14a
Maio/08	Leucena	2,50b	2,76a	10,2a	1,49a
	Mororó	2,95b	1,71b	15,3a	1,15b
	Sabiá	4,40a	1,92b	9,1b	1,20b
Agosto/08	Leucena	1,87b	1,67a	11,8b	1,34a
	Mororó	2,24b	1,53a	15,6b	1,24a
	Sabiá	4,33a	1,88a	25,2a	1,35a
Novembro/08	Leucena	2,68b	2,44a	9,6c	1,34a
	Mororó	1,88b	1,68b	13,8b	1,02b
	Sabiá	3,03a	2,21a	21,5a	1,51a

Médias seguidas de igual letra na coluna não diferem entre si pelo teste SNK ( $P > 0,05$ )

Quanto à produção de matéria seca, as plantas de Sabiá foram superiores as plantas de Leucena e Mororó, em todas as épocas de avaliação. Entretanto, as duas últimas não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), ressaltando o bom desenvolvimento das plantas de Mororó, que não se encontravam no seu habitat natural. Estes resultados podem ser, em parte, explicado pelas características morfológicas dessa espécie. Pois a mesma pode ser considerada como plantas xeromórficas, que são plantas de habitat seco adaptadas a outras regiões.

A Leucena não apresentou alta produção de matéria seca, provavelmente, devido ao tamanho pequeno de suas folhas, que não apresentou uma grande área fotossinteticamente ativa. Segundo Jensen (1986), a produção de leguminosas é afetada pelas características estruturais da planta como, ângulo foliar e a disposição das folhas, além da capacidade da

planta em capturar o CO<sub>2</sub> da atmosfera. Assim, qualquer fator que interfira na área fotossinteticamente ativa afetará, por consequência, a produção.

Em relação às plantas de Sabiá, os resultados obtidos nesse estudo, podem ser explicados, pelas características genéticas da espécie, visto que é uma planta que pode ser encontrada em diversas regiões do país, a mesma mostrou bom desenvolvimento, nas condições da Zona da Mata, indicando que não foram apenas as condições pluviométricas que favoreceu a alta produção de matéria seca. A alta capacidade de renovação dos tecidos, no período de 70 dias resultou nas altas produções observadas para as plantas de Sabiá.

Nos meses de fevereiro, maio e novembro/08 houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), para a variável altura da planta, entre as leguminosas Leucena, Mororó e Sabiá (Tabela 2). Os resultados apresentados nesse estudo indicam que a Leucena destacou-se como a espécie mais alta, em quase todas as épocas de avaliação. O que possivelmente pode ser explicado pelo deslocamento dos nutrientes para o crescimento dessa planta em detrimento de outras características morfológicas. O fato dessas plantas estarem com 70 dias de idade, e que passaram pelo processo de alongamento do caule, ainda assim não foi externada toda sua potencialidade.

Embora tenha sido observada correlação positiva entre a altura da planta e a produção de matéria seca (Tabela 3), o desdobramento dessa correlação (Tabela 4) indica que a altura da planta responde pouco ao aumento da produção. As plantas de Leucena foram as mais altas, porém, não foram as mais produtivas (Tabela 2).

Os resultados observados para altura da planta nas leguminosas nativas Mororó e Sabiá, podem ter sido reflexo da sazonalidade climática que influenciou a expressão dessa característica, conforme relatos da literatura sobre outras plantas forrageiras (Tewari et al., 2004; Araújo et al., 2007; Figueirôa et al., 2008). Porém, vale salientar a importância da altura da planta na produção animal, pois, a mesma reflete no comportamento animal quando em pastejo. Deste modo as plantas mais altas são menos acessíveis aos animais, assim como, as plantas mais baixa facilitam a acessibilidade, como também seu manejo. Do ponto de vista forrageiro, os resultados apresentados pelas plantas de Mororó foram positivos, pois as mesmas não foram tão altas, devido as mesmas serem arbustivas.

Os valores para altura da planta nas plantas de Sabiá, não foram superiores as demais, indicando que a mesma alocou seus nutrientes para produção de matéria seca, diminuindo a expressão da característica altura da planta. Nesse contexto, vale ressaltar que é mais importante ter plantas mais produtivas, em detrimento a plantas mais altas. Os

resultados encontrados para altura da planta, foram coerentes com vários relatos da literatura nacional, como os obtidos por Caldas et al. (2010) que observaram uma amplitude de 1,65 a 2,05 m de altura, em plantas de Sabiá com adubação fosfatada. Estes autores relataram, que as plantas variaram conforme a época de avaliação, assim como nesse estudo, entretanto, vale salientar que as leguminosas também diferiram em função da espécie, indicando a expressão da variabilidade genética.

Houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para o número de folhas por ramos entre as espécies avaliadas (Tabela 2). De modo geral, os valores observados para as plantas de Sabiá, foram superiores as demais espécies nos cinco períodos de avaliação, com exceção para o mês de novembro/07, que foi semelhante às plantas de Leucena, e fevereiro/08, que foi semelhante às plantas de Mororó.

Estes resultados podem ser em parte explicados, pela maior adaptação das plantas de Sabiá, às condições em que estavam inseridas, respondendo através da maior síntese de folhas. O maior aproveitamento dos nutrientes e água do solo, e a maior atividade fotossintética podem ter influenciado o rápido desenvolvimento dessa espécie.

Observou-se que as folhas de Leucena eram grandes, por serem compostas de folíolos, entretanto, em menor número, em relação às demais espécies. Já as plantas de Mororó, além de apresentarem folhas largas, também se mostraram em grande quantidade, porém, é importante ressaltar que as mesmas não apresentam fixação de nitrogênio, conforme relatos da literatura (Freitas et al., 2009), característica essa, importante das leguminosas.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o diâmetro da copa entre as espécies avaliadas (Tabela 2). As plantas de Sabiá foram superiores às plantas de Leucena e Mororó em algumas épocas de avaliação. Entretanto vale ressaltar, que nos meses de novembro/07 e agosto/08, as mesmas foram semelhantes, devido ao baixo desenvolvimento dessa variável, ocasionado pelo curto período de avaliação, não garantindo a planta toda sua potencialidade para externar a expressão dessa característica.

Como os resultados para o diâmetro da copa entre as espécies foram muito próximos, isso indica, que não houve diferenças genéticas para essa variável, sendo as mesmas, influenciadas pelo ambiente. Cronologicamente as leguminosas apresentavam pouca idade, sendo um indicativo do baixo desenvolvimento morfológico, ficando inviável sua comparação a outras espécies.

As grandes variações observadas nesse estudo para algumas variáveis morfológicas ocorreram em função das condições climáticas, pois as espécies perderam suas folhas em épocas secas, condicionando a um número reduzido das mesmas em determinados períodos, que refletiram em baixo diâmetro da copa e produções de matéria seca.

#### *Análise de trilha*

Os resultados observados para as plantas de *Leucena*, indicaram que todas as variáveis morfológicas apresentaram correlação positiva com a produção de matéria seca (Tabela 3), destacando-se as variáveis, diâmetro do caule (0,8143) e diâmetro da copa (0,8986) com valores de alta magnitude e significativos ( $P < 0,05$ ), demonstrando que essas variáveis influenciam a expressão dessa característica. Evidenciando a necessidade do desdobramento dessas correlações, para que se entenda melhor o comportamento dessas variáveis em função da produção de matéria seca.

As correlações entre as variáveis morfológicas foram em sua maioria positivas, com média a baixa magnitude, entretanto, destacam-se as correlações número de folha x número de caule (0,7929) e diâmetro do caule x diâmetro da copa (0,7894), como sendo de alta magnitude. Isso indica que quanto mais caules as plantas de *Leucena* apresentarem, maior será a quantidade de folhas na planta. Já em relação ao diâmetro do caule, este indica que plantas em processo de amadurecimento, tende a aumentar o diâmetro do caule, e este indiretamente influencia o aumento da extensão da copa. Logo, plantas mais maduras podem fornecer um maior número de folhas, devido à presença de números maiores de caule, assim como fornecem copas mais extensas.

Algumas variáveis morfológicas apresentaram correlações de sentido negativo, entre elas destacam-se, as variáveis altura da planta x comprimento do caule (-0,1221), diâmetro do caule x número de caule (-0,1374) e diâmetro da copa x número de caule (-0,2248). Nesse sentido, as plantas de *Leucena* demonstram que, os alongamentos dos caules secundários não influenciam na altura da planta, indicando que plantas mais baixas podem apresentar copas maiores. Outra característica importante é o número de caules, pois quanto maior for esta variável, menor será o diâmetro do caule e o diâmetro da copa, indicando que, em plantas de *Leucena*, é mais importante a presença de poucos caules, que sejam mais grossos e favoreçam o aumento da copa dessas plantas.

Apesar dos resultados obtidos para correlação elucidarem o comportamento das características morfológicas das plantas de *Leucena*, estes se mostraram de baixa magnitude. Segundo Montardo et al. (2003), uma possível razão para baixa correlação entre variáveis seria a ocorrência de pouca variabilidade em uma das variáveis, uma vez que a análise de trilha identifica uma eventual associação na variação das características em estudo.

Tabela 3. Correlação fenotípica entre as características avaliadas para a *Leucena*, Mororó e Sabiá

	AP**	NF	DC	CC	NC	DCOP
<i>Leucena</i>						
AP	-	-	-	-	-	-
NF	0,4145	-	-	-	-	-
DC	0,0822	0,1543	-	-	-	-
CC	-0,1221	0,4330	0,5431	-	-	-
NC	0,3853	0,7929*	-0,1374	0,4181	-	-
DCO	0,2018	-0,1510	0,7894*	0,3621	-0,2448	-
PROD	0,4375	0,2242	0,8143*	0,3712	0,0011	0,8986*
<i>Mororó</i>						
AP	-	-	-	-	-	-
NF	0,0466	-	-	-	-	-
DC	-0,2664	-0,6279*	-	-	-	-
CC	0,5342	0,4556	0,2305	-	-	-
NC	0,2171	0,2922	-0,2250	0,0220	-	-
DCO	-0,1290	0,3852	-0,1489	0,4784	-0,0309	-
PROD	0,3201	0,3173	-0,0088	0,4336	0,6382*	0,5446
<i>Sabiá</i>						
AP	-	-	-	-	-	-
NF	0,1766	-	-	-	-	-
DC	0,3639	0,5391	-	-	-	-
CC	0,4981	0,1413	0,4595	-	-	-
NC	0,3893	0,2452	-0,0300	0,0224	-	-
DCO	0,7798*	0,2389	0,3523	0,6758*	0,1749	-
PROD	0,8528*	0,1018	0,4057	0,7447*	0,0330	0,9334*

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\*AP – Altura da planta; NF – Número de folhas; DC – Diâmetro da base do caule; CC – Comprimento do caule; NC – Número de caule; DCOP – Diâmetro da copa e PROD – Produção de matéria seca.

Em relação às plantas de Mororó, observou-se que a maioria das correlações entre as variáveis foram positivas, mas, de baixa magnitude, sendo a maior correlação observada entre número de caule x produção de matéria seca (0,6382) (Tabela 3). Ressalta-se que esta baixa magnitude se deve a baixa variação existente entre as variáveis, indicando que a população se mostrou mais uniforme em termos morfológicos.

Dentre as variáveis que apresentaram correlação positiva com a produção de matéria seca, apenas o número de caule (0,6382) e o diâmetro da copa (0,5446) mostraram correlações mais altas, entretanto, o número de caule foi uma das variáveis que apresentou alta multicolinearidade, sendo descartada do desdobramento da correlação.

As correlações entre as variáveis morfológicas das plantas de Sabiá foram baixas, provavelmente como reflexo da multicolinearidade forte entre essas, que fez com que reduzisse a magnitude das mesmas (Tabela 4). Verifica-se que todas as variáveis apresentaram efeito direto positivo e de magnitude superior as suas correlações, indicando que houve forte influência dos efeitos indiretos para diminuição dessas correlações (Tabela 4).

Dentre as variáveis morfológicas correlacionadas com a produção de matéria seca, apenas a altura da planta (0,8528), comprimento do caule (0,7447) e diâmetro da copa (0,9334), evidenciaram coeficientes de correlação fenotípica significativos ( $P < 0,05$ ) em Sabiá (Tabela 3). Não houve interações significativas ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis morfológicas para as plantas de Sabiá, reflexo das correlações de baixa magnitude, exceto para as correlações entre as variáveis altura da planta x diâmetro da copa (0,7798) e comprimento do caule e diâmetro da copa (0,6758).

Apesar das baixas correlações entre algumas variáveis independentes explicativas, a correlação é um instrumento importante, pois avalia o quanto uma variável se mostra afinada com outra no mesmo processo de avaliação. Desta forma, o desdobramento destas correlações pode esclarecer a baixa magnitude das mesmas em relação à produção de matéria seca. Assim, é importante o desdobramento desta correlação para observar se esse comportamento é inerente à variável, ou se a mesma sofre efeitos das outras variáveis no processo de auxílio do aumento da produção de matéria seca.

Tabela 4. Desdobramento das correlações fenotípicas de caracteres de Leucena, Mororó e Sabiá em efeito direto e indireto sobre a produção de matéria seca (t/MS/ha) pela análise de trilha

	Leucena	Mororó	Sabiá
<b>Altura da planta (m)</b>			
Efeito direto sobre PMS	0,1530	0,5876	0,2757
Efeito indireto via NF	0,1102	0,0229	-0,0363
Efeito indireto via DC	0,0096	0,1024	0,0606
Efeito indireto via DCOP	0,1646	-0,2958	0,5528
Correlação	0,4374	0,3201	0,8527
<b>Número de folhas</b>			
Efeito direto sobre PMS	0,2659	0,4939	-0,2061
Efeito indireto via AP	0,0634	0,0273	0,0486
Efeito indireto via DC	0,0180	-0,4923	0,0899
Efeito indireto via DCOP	-0,1231	0,2898	0,1693
Correlação	0,2242	0,3173	0,1018
<b>Diâmetro do caule</b>			
Efeito direto sobre PMS	0,1169	0,3845	0,1668
Efeito indireto via AP	0,0125	0,1565	0,1003
Efeito indireto via NF	0,0410	-0,4301	-0,1111
Efeito indireto via DCOP	0,6438	-0,1120	0,2497
Correlação	0,8143	-0,0088	0,4057
<b>Diâmetro da copa</b>			
Efeito direto sobre PMS	0,8155	0,7524	0,7088
Efeito indireto via AP	0,0308	-0,0758	0,2150
Efeito indireto via NF	-0,0401	0,1902	-0,0492
Efeito indireto via DC	0,0923	-0,3150	0,0587
Correlação	0,8961	0,5446	0,9933
R <sup>2</sup> *	0,9546	0,6993	0,9434
VR**	0,2128	0,5010	0,2378
MTC***	64	127	182

\*R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação; \*\*VR – Variável residual; \*\*\*MCT – multicolinearidade.

O desdobramento das correlações para as plantas de *Leucena* indicam que, a altura da planta apresentou efeito direto positivo sobre a produção de matéria seca, entretanto, de baixa magnitude (Tabela 4), o que indica que essa variável isoladamente tem pouca influência sobre a produção de matéria seca. Os efeitos indiretos foram responsáveis pelo aumento da correlação entre essas duas variáveis (Tabela 3). Porém, é importante frisar que uma variável deve responder bem aos efeitos indiretos, pois são eles os responsáveis pelo aumento ou diminuição da magnitude da correlação. Dessa forma, a altura da planta merece destaque por ter se correlacionado positivamente com as variáveis independentes explicativas, obtendo como resposta um aumento da sua correlação com a produção de matéria seca. Assim, pode-se considerar que em plantas de *Leucena*, a altura da planta é um indicativo de aumento da produção em plantas de *Leucena*.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com relatos de Silva et al. (2008) que observaram, em gramíneas, comportamento semelhante pela análise de trilha entre altura da planta e produção de matéria seca. Destaca-se que, independente da espécie, a altura da planta não é o principal indicativo de aumento da produção de matéria seca. Entretanto, embora em leguminosas não seja observado esse tipo de estudo que dê suporte a essas afirmativas, alguns dados da literatura (Carvalho et al., 2002; Silva et al., 2008) indicam que a altura da planta correlaciona-se positivamente com o aumento da biomassa foliar em leguminosas (Silva et al., 2007).

Em relação às plantas de *Mororó*, a altura da planta apresentou efeito direto alto sobre a produção de matéria seca, em comparação a sua correlação com a mesma. Desta forma, isolando-se o efeito da altura da planta, esta responderia de forma positiva sobre a produção de matéria seca, pressupondo que plantas de *Mororó* que atingem maiores alturas são condicionadas a maiores produções. O indicativo da baixa correlação entre a altura da planta e a produção de matéria seca foi o efeito da variável diâmetro da copa. Esta variável apresenta forte efeito sobre a produção, assim como, através de seu efeito indireto, interfere no efeito das demais variáveis.

Os resultados do diagnóstico da multicolinearidade revelaram que para as plantas de *Sabiá*, tanto os caracteres primários, como a produção de matéria seca, quanto os caracteres secundários morfológicos (altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e diâmetro da copa), exibem multicolinearidade média (182), não ocasionando maiores dificuldades à análise de trilha.

A altura da planta de Sabiá apresentou alta correlação fenotípica com a produção de matéria seca, porém, essa correlação se deveu muito pouco ao seu efeito direto e foi promovida, basicamente, pelo efeito indireto do diâmetro da copa. A correlação positiva entre essas duas variáveis está relacionada, indiretamente, ao efeito do diâmetro da copa (Tabela 4), importante no processo de crescimento da planta.

Entretanto, observa-se que houve efeito positivo da altura da planta, indicando que a mesma contribui com uma pequena parcela no aumento da produção de matéria seca, caso esse efeito direto fosse isolado. Já no contexto geral, em que a altura da planta se integra às outras variáveis, está se correlaciona altamente com a produção de matéria seca, podendo ser um indicativo em processos de seleção que visem este aumento.

Como já mencionado, o número de folhas é uma variável importante do ponto de vista qualitativo, pois as folhas apresentam valor nutritivo mais alto que os caules (Vieira et al., 2005; Silva et al., 2007; Goyanna, 2009), porém, diversos autores mencionam que não se pode maximizar simultaneamente a qualidade e a produção (Siewerdt et al., 1995; Euclides e Euclides Filho, 1998; Dias et al., 2008). Esta variável correlacionou-se positivamente com a produção de matéria seca e, isolando-se seu efeito direto, este apresentou praticamente a mesma correlação, indicando de acordo com sua magnitude que o número de folhas contribui em menor grau, em relação às demais variáveis morfológicas, para o aumento da produção de matéria seca em plantas de *Leucena*. Assim, plantas que apresentem uma alta densidade foliar, vêm a obter uma maior produção de matéria seca. Porém, nesse estudo observou-se que a *Leucena* não apresenta um número alto de folhas (Tabela 1), o que reflete na sua baixa correlação com a produção de matéria seca.

O número de folhas, em plantas de *Mororó*, apresentou efeito direto superior à sua correlação com a produção de matéria seca, indicando a influência das variáveis explicativas, que nesse caso, foi consequência da influência do diâmetro do caule. Como em processos de seleção que almejem o aumento da produção de matéria seca, também se desejam que as mesmas apresentem-se com alto valor nutritivo. Como as folhas mostraram-se qualitativamente superiores aos demais órgãos da planta, estas são um indicativo de melhor qualidade nutricional da forragem, que isoladamente, além de contribuírem para qualidade da planta, também são responsáveis pelo aumento da produção de matéria seca, destacando-se como uma variável de extrema importância para estudos de plantas de *Mororó* como forrageira. Silva et al. (2010) mencionam que o número de folhas presente

em um vegetal, está relacionado ao potencial de acúmulo de biomassa da planta, características essa importante para recomendação de espécies.

O número de folhas apresentou baixa correlação com a produção de matéria seca, obtendo efeito direto negativo de magnitude superior a sua correlação, indicando a forte influência das variáveis indiretas sobre esta característica. A correlação positiva entre o número de folhas e a produção de matéria seca se deu, indiretamente, pelo efeito das variáveis independentes explicativas (Tabela 4). Os efeitos sofridos pelo número de folhas podem ser reflexo das oscilações climáticas ocasionadas nos períodos de avaliação, que resultaram em diferentes números de folhas/ramo por período (Tabela 1). Nesse contexto, em função dos resultados obtidos, verifica-se que o caráter número de folha/ramo com baixa correlação e baixo efeito direto, prevê ganho insatisfatório para este estudo, em plantas de Sabiá.

Das variáveis independentes explicativas, o diâmetro do caule foi o que apresentou menor efeito direto sobre a produção de matéria seca em plantas de Leucena (Tabela 4). De fato, a alta correlação com a produção de matéria seca se deve aos efeitos indiretos das outras variáveis, principalmente o diâmetro da copa. Porém, observando apenas a correlação do diâmetro da base do caule e a produção de matéria seca, esta seria responsável pelo aumento da produção. Desta forma, a análise de trilha foi um instrumento importante para esclarecer que esta correlação não se deve ao diâmetro do caule e, sim, às outras variáveis, e que este responderia ao aumento da correlação com uma pequena participação. Estes resultados foram positivos, pois, indicam que plantas que apresentam maiores diâmetros da base do caule, podem ser mais produtivas.

O diâmetro do caule teve efeito direto positivo sobre a produção de matéria seca em plantas de Mororó (Tabela 4). Neste caso, os efeitos indiretos negativos das variáveis, número de folhas e diâmetro da copa, apresentaram forte influência no efeito direto do diâmetro do caule, inferindo na correlação negativa desta variável com a produção de matéria seca. Nesse contexto, o diâmetro do caule isoladamente contribui para o aumento da produção em plantas de Mororó.

O diâmetro do caule apresentou efeito direto positivo de baixa magnitude sobre a produção de matéria seca. Sua correlação foi superior ao seu efeito direto, devido à influência dos efeitos indiretos das variáveis independentes explicativas, altura da planta e diâmetro da copa, que apresentam forte influência na produção de matéria seca e efeito indireto negativo do número de folhas, que para essa espécie não apresentou bons

resultados. Dessa forma, o diâmetro do caule obteve boa interação com as variáveis morfológicas, condicionando ao aumento de sua correlação, em plantas de Sabiá.

Nos estudos dos efeitos diretos sobre a produção de matéria seca, o diâmetro da copa, foi à variável independente explicativa que apresentou a maior magnitude (Tabela 4). Esta variável foi uma das que apresentaram maior correlação com a produção de matéria seca, sendo que, isoladamente, o efeito direto do diâmetro da copa apresentou o mesmo sentido e magnitude que a correlação, indicando que, em processos futuros de seleção, que visem o aumento da produção de matéria seca em *Leucena*, deve-se priorizar o estudo com plantas que apresentem copas maiores. Estes parâmetros são relevantes, pois, o diâmetro da copa é uma avaliação não destrutiva e, ao mesmo tempo pode explicar que plantas com grandes diâmetros da copa apresentam altas produções de matéria seca.

Os resultados desse trabalho, concordam com Silva et al. (2007) ao observarem em plantas de Espinheiro que o diâmetro da copa correlacionou-se positivamente com o peso da biomassa foliar, mostrando a importância dessa variável em plantas forrageiras. Nesse sentido, alguns autores já priorizam o estudo dessa variável com o intuito de conhecer melhor o desenvolvimento de forrageiras (Silva, 2004; Ferreira et al., 2007; Lopes et al., 2009).

O diâmetro da copa foi uma variável independente explicativa que apresentou forte influência sobre as outras variáveis, interferindo em suas correlações com a produção de matéria seca (Tabela 4). Esta variável apresentou efeito direto positivo e de mesma magnitude que sua correlação com a produção de matéria seca, dessa forma, isto reflete na verdadeira associação entre o diâmetro da copa e a produção de matéria seca, indicando que em processos de melhoramento que almejem um aumento da produção de matéria seca em plantas de Mororó devem priorizar a seleção de plantas com maiores copas.

O diâmetro da copa em plantas de Mororó respondeu pelo aumento da produção de matéria seca devido à morfologia de suas folhas, pois apesar do Mororó apresentar um número de folhas semelhantes a outras leguminosas, esta planta tem como característica folhas largas, em forma de pata de vaca, que condicionam a copas mais densas.

O diâmetro da copa apresentou efeito direto alto sobre a produção de matéria seca, indicando sua verdadeira correlação com essa variável dependente, não sofrendo alto efeito indireto das demais variáveis estudadas, exceto da altura da planta (Tabela 4). Vale ressaltar que a correlação entre essas duas características decorreu praticamente apenas do efeito direto do diâmetro da copa sobre a produção de matéria seca. Esta variável, além

dessa forte influência sobre a produção de matéria seca, também influenciou indiretamente em todas as correlações das outras variáveis morfológicas.

Assim, em plantas de Sabiá que priorizem o aumento da produção de matéria seca deve haver uma forte pressão de seleção em plantas mais altas e que apresentem maiores diâmetro da copa.

As variáveis morfológicas responderam positivamente a sua interação com a produção de matéria seca, apresentando entre elas forte influência, que condicionou a multicolinearidade, explicando, desta forma, as baixas correlações. Necessariamente seria interessante que não existisse esse tipo de influência, para que pudesse ser observado o verdadeiro efeito de cada variável.

## **CONCLUSÕES**

Ao longo das estações de crescimento, determinadas pelos cortes a cada 70 dias, as plantas de Sabiá apresentam altas produções de matéria seca.

A variação da produção de matéria seca em *Leucena* é ilustrada pela variável independente explicativa, diâmetro da copa, com resultados positivos entre as demais variáveis.

O aumento da produção de matéria seca foi reflexo do efeito da variável independente explicativa, altura da planta e diâmetro da copa, sofrendo efeito da multicolinearidade que refletiu em baixas correlações nas plantas de *Mororó*.

O aumento da produção de matéria seca está condicionado aos efeitos diretos do diâmetro da copa e correlação com a altura da planta em plantas de Sabiá.

O diâmetro da copa, para todas as espécies avaliadas, corresponde à variável independente explicativa que se destaca pelo aumento da produção de matéria seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, S. G.; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO FILHO, J. A. **Densidade de espécies arbustivas em vegetação de caatinga**. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA. 1982, 9p. (Pesquisa em andamento, 16).
- AMORIM, I.L; SAMPAIO, E.V.S.B; ARAÚJO, E.L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v.19, n.3, p.615-623, 2005.
- ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. A.; CASTRO, C. C. Dynamics of the Brazilian Caatinga – a revision concerning the plants, environments and people. **Functional Ecosystems and communities**, v.1, p.15-29, 2007.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- CALDAS, G.G; SANTOS, M.V.F; LIRA JUNIOR, M.A; FERREIRA, R.L; CUNHA, M.V; LIRA, M.A; BEZERRA NETO, E. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpinifolia* a adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.529-538, 2010.
- CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. et al. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.311-320, 2002.
- CPRH. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. 2003. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 214p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes-versão Windows**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. (CD-ROM).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 390p.
- DIAS, P.F; SOUTO, S.M; AZEVEDO, B.C; VIEIRA, M.S; COLOMBARI, A.A; DIAS, J; FRANCO, A.A. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pasto de capim marandu e Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.43, n.10, p. 1413-1419, 2008.
- DRUMOND, M.A; PIRES, I.E; OLIVEIRA, V.R; OLIVEIRA, A.R; ALVAREZ, I.A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**. v.32, n.4, p.665-669, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B; EUCLIDES FILHO, K. **Uso de animais na avaliação de forrageiras**. Campo grande. EMBRAPA - CNPGC, 1998. 59p. (EMBRAPA – CNPGC. Documento, 74).

- FERREIRA, R.L.C; OLIVEIRA, C.A.M; CUNHA, M.V; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A. Variação anual de nutrientes em *Machaerium aculeatum* Raddi sob pastagem. **Revista Caatinga**. Mossoró. v.20, n.1, p.15-21, 2007.
- FIGUÊIROA, J.M; ARAÚJO, E.L; PAREYN, F.G.C; CUTLER, D.F; GASSON, P; LIMA, K.C; SANTOS, V.F. Variações sazonais na sobrevivência e produção de biomassa de *Caesalpineia pyramidalis* Tul. Após corte raso e implicações para o manejo da espécie. **Revista Arvore**. v.32, n.6, p.1041-1049, 2008.
- FREITAS, A.D.S; SAMPAIO, E.V.S.B; SANTOS, C.E.R.S; SILVA, A.F; LYRA, M.C.C.P. In: IV CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4., 2009, São Lourenço. **Anais eletrônicos...** São Lourenço: SOCIEDADE ECOLOGICA DO BRASILEIRA, 2009. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/1021a.pdf> Acesso em 10/01/2011.
- FURTADO, M.R; CRUZ, C.D; CARDOSO, A.A; COELHO, A.D.F; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.217-220, 2002.
- GOYANNA, G.J.F. **Caracterização nutricional dos fenos de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud) em caprinos**. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- KUREK, A.J; CARVALHO, F.I.F; ASSMANN, I.C; MARCHIORO, V.S; CRUZ, P.J. Análise de trilha como critério para seleção indireta para rendimento de grãos de feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.1, p.29-32, 2001
- LOPES, W.B; SILVA, M.A; ANDRADE, L.A; GUIM, A; SILVA, D.S. Caracterização de uma população de plantas de feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.125-131, 2009.
- MARANHO, L.T; GALVÃO, F; MUNIZ, G.I.B; KUNIYOSHI, Y.O; PREUSSLER, K.H. Variação dimensional das traqueides ao longo do caule de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.3, p.633-640, 2006.
- MARCELINO, K.R.A; NASCIMENTO JR, D; SILVA, S.C; EUCLIDES, V.P.B; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidade e frequências de desfolhação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.
- MONTARDO, D.P.; DALL'AGNOL, M.; CRUSIUS, A.F. et al. Análise de trilha para rendimento de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1076-1082, 2003.

- PRIMAVESI, A.C.P; NOGUEIRA, A.R.A; PRIMAVESI, O; GODOY, R; BATISTA, L.A.R; NOVAES, N.J. Avaliação de genótipos de *Leucena* spp. Nas condições edafoclimáticas de São Carlos, SP: I. Caracterização fenotípica e avaliação agrônômica. **Ciência Agrícola**, v.51, n.1, p.47-52, 1994.
- RAMALHO, M.A.P; SANTOS, J.P; ZIMMERMANN, M.J.O; **Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG. 1993. 271p.
- RODRIGUES, A.L.P; SAMPAIO, I.B.M; CARNEIRO, J.C; TOMICH, T.R; MARTINS, R.G.R. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2005.
- SANTOS, R.C; CARVALHO, L.P; SANTOS, V.P. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção de amendoim. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.1, p.13-16, 2000.
- SHELTON, H.M., FRANZEL, S; PETERS, M. **Adoptions of tropical legume technology around the world: analysis of success**, 149-166. In: *Grassland a Global Resource*. Ed. McGilloyay, Irlanda. 2005.
- SIEWERDT, L; NUNES, A.P; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n.3, p.157-162, 1995.
- SILVA, V.J; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; TEIXEIRA, V.A; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; MELLO, A.C.L. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.97-102, 2010.
- SILVA, M.A; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; DUBEUX JUNIOR, J.C; CUNHA, M.V; FREITAS, E.V. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1185-1191, 2008.
- SILVA, M.A; DUBEUX JUNIOR, J.C.B; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, G.R.A. Caracterização de Espinheiro (*Machaerium aculeatum*, Raddi), Itambé-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.98-106, 2007.
- SOUZA SOBRINHO, F.S; LEDO, F.J.S; PEREIRA, A.V; BOTREL, M.A; EVANGELISTA, A.R; VIANA, M.C.M. Estimativas de repetibilidade para produção de matéria seca em alfafa. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.531-537, 2004.
- TEWARI, S. K. et al. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, v.26, n.3, p.229-234, 2004.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Sociedade Brasileira de Genética. 1992. 496p.

SILVA, M.A. *Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas...*

VIEIRA, E.L; CARVALHO, F.F.R; BATISTA, A.M.V; FERREIRA, R.L.C; SANTOS, M.V.F; LIRA, M.A; SILVA, M.J; SILVA, E.M.B. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) nos períodos chuvosas e secos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1505-1511, 2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas de Sabiá, Espinheiro e Mororó, apresentaram características morfológicas bem heterogêneas dentre as espécies e entre plantas. A composição química das leguminosas avaliadas foi influenciada pelo período de amostragem, apresentando de maneira geral altos valores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* baixa,. As variáveis que explicaram o aumento da digestibilidade *in vitro* nas leguminosas foram a proteína bruta e a fibra em detergente neutro.

As plantas de Sabiá, Mororó e Leucena aos 70 dias, apresentaram altos teores de MS, PB, FDN, FDA e PIDA, e baixos teores de DIVMS, em amostras de folhas e caules de < 4 mm de diâmetro. As características histológicas foram semelhantes para as folhas incubadas e não incubadas, indicando que as mesmas apresentam tecidos de difícil digestão, que favoreceu a baixa degradabilidade nessas plantas.

As leguminosas avaliadas apresentaram alta produção de matéria seca, sendo o diâmetro da copa, a variável que respondeu pelo aumento da produção de matéria seca.