
ECOLOGIA

EVANDRO AFONSO NAKAO

**O PAPEL DO GADO COMO POTENCIAL AGENTE
DISPERSOR DE SEMENTES DE LEGUMINOSAS
FORRAGEIRAS**



Rio Claro
2008

EVANDRO AFONSO NAKAO

**O PAPEL DO GADO COMO POTENCIAL AGENTE DISPERSOR DE
SEMENTES DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS**

Orientador: PROF. DR. VICTOR JOSÉ
MENDES CARDOSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Ecólogo.

Rio Claro
2008

582.0467 Nakao, Evandro Afonso

N163p O papel do gado como potencial agente dispersor de sementes de leguminosas forrageiras / Evandro Afonso Nakao. – Rio Claro: [s.n.], 2008
69 f. : il., fots., tabs.

Trabalho de conclusão (Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Victor José Mendes Cardoso

1. Sementes. 2. Dormência física. 3. Trato digestivo. 4. Bovinos. 5. Germinação. 6. Dispersão de sementes. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

**Dedico à Minha Mãe,
que nunca mediu esforços
para que eu pudesse
cursar uma Universidade.**

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Victor José Mendes Cardoso pela orientação, amizade, paciência e dedicação.

Ao meu Avô Waldemar, pela grande ajuda com o manejo do gado.

A minha namorada Camilla, pelo incentivo, paciência e por me ajudar com a árdua tarefa de contar sementes e separá-las das fezes bovinas.

Ao amigo Daniel (Jaboti) e ao Técnico do Jardim Experimental João Sidnei Covre, pela ajuda com a montagem dos experimentos de germinação.

Aos amigos Eduardo (Pacífico) e André Bianconi, pela ajuda com as análises estatísticas.

Ao meu pai Paulo, pelo grande incentivo, compreensão e companheirismo, motivo de grande orgulho.

Ao meu tio Flávio (Nari), pelas divertidas conversas de boteco e intermináveis caronas Catanduva x Rio Claro.

Ao tio José (Padriinho), pelo lugar sempre disponível na cabine da murissoca.

A minha avó Isabel (Vó Bel) e tia Tizu (Madriiinha), por terem sempre me ajudado nas horas difíceis.

A minha irmã Natália e minha sobrinha Ana Júlia, motivos de muita felicidade.

Aos primos José Henrique e Daniela, sempre dispostos a ajudar e/ou assistir um bom filme.

Aos amigos Rafael (Barba), Eduardo (Dú), Ivo, Hélio, Daniel (Jaboti), Rafael (Cabeça), Rodrigo (Ninão), Maria Alice (Mab), André (Detão), Eduardo (Duzão) e João Márcio, pelos inesquecíveis anos de convivência.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. OBJETIVO.....	16
3. MATERIAL E MÉTODO.....	17
3.1. <i>Material Vegetal</i>	17
3.2. <i>Caracterização das Sementes</i>	18
3.2.1. <i>Cálculo do teor de água em semente “seca”</i>	18
3.2.2. <i>Dimensões Médias</i>	18
3.2.3. <i>Peso Médio</i>	19
3.2.4. <i>Embebição</i>	19
3.2.5. <i>Germinabilidade Inicial</i>	20
3.3. <i>Oferta das Sementes aos Animais</i>	21
3.4. <i>Triagem das Sementes</i>	21
3.5. <i>Ensaio de Germinação com Sementes Recuperadas</i>	22
3.5.1. <i>Ensaio em Condições Controladas</i>	22
3.5.1.1. <i>Substrato: Papel Filtro</i>	22
3.5.1.2. <i>Substrato: Fezes</i>	23
3.5.2. <i>Ensaio em Casa de Vegetação (condições semi-controladas)</i>	23
3.5.2.1. <i>Semeadura Direta</i>	23
3.5.2.2. <i>Crescimento das Plântulas Transplantadas</i>	24
3.6. <i>Análise dos Dados</i>	25

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.	26
4.1. Caracterização das Sementes.	26
4.1.1. <i>Cálculo do teor de água em semente “seca”.</i>	26
4.1.2. <i>Dimensões Médias.</i>	28
4.1.3. <i>Peso Médio.</i>	30
4.1.4. <i>Embebição.</i>	34
4.1.5. <i>Germinabilidade Inicial.</i>	38
4.2. Triagem das Sementes.	40
4.3. Ensaios de Germinação com Sementes Recuperadas.	46
4.3.1. <i>Ensaios em Condições Controladas.</i>	46
4.3.1.1. <i>Substrato: Papel Filtro.</i>	46
4.3.1.2. <i>Substrato: Fezes.</i>	53
4.3.2. <i>Ensaio em Casa de Vegetação (condições semi-controladas).</i>	54
4.3.2.1. <i>Semeadura Direta.</i>	54
4.3.2.2. <i>Crescimento das Plântulas Transplantadas.</i>	57
5. CONCLUSÕES.	62
6. BIBLIOGRAFIA.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01 – Caracterização inicial - Esquema dos parâmetros: comprimento e largura, utilizados na medição das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 19

FIGURA 02. Caracterização inicial – Teor de umidade média unitária das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 26

FIGURA 03 – Caracterização inicial – Fotos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 29

FIGURA 04 – Caracterização inicial – Análise da relação entre as dimensões médias e o peso médio das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 31

FIGURA 05. Caracterização inicial – Distribuição de freqüências de pesos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. A linha representa a distribuição normal das freqüências.pág. 33

FIGURA 06 – Representação esquemática do padrão trifásico de absorção de água durante a embebição de sementes (CASTRO & HILHORST, 2004).pág. 35

FIGURA 07. Caracterização inicial – Velocidade de embebição das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. As barras verticais indicam o erro padrão das médias. As setas indicam o início da germinação visível das sementes. Notar a diferença na escala de horas das sementes de *Leucaena leucocephala* para as demais espécies/variedades.pág. 37

FIGURA 08. Caracterização inicial – Germinação de sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em sala climatizada, sob luz branca contínua à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 39

FIGURA 09. Caracterização inicial – Germinação acumulada de sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em sala climatizada, sob luz branca contínua à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 40

FIGURA 10. Porcentagem de recuperação de sementes sem dano tegumentar aparente de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em fezes após passagem pelo trato digestivo de bovinos, durante 36 horas após ingestão. As barras verticais indicam o intervalo de confiança (ao nível de 95%), segundo Clopper & Pearson (1934) apud Labouriau (1983).pág. 41

FIGURA 11. Gráficos da relação entre variáveis: comprimento (A) / largura (B) / peso (C) das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, quanto à porcentagem de recuperação das sementes em fezes.pág. 43

FIGURA 12. Porcentagem de recuperação de sementes com dano tegumentar aparente de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em fezes após passagem pelo trato digestivo de bovinos, durante 36 horas após ingestão. As barras verticais indicam o intervalo de confiança (ao nível de 95%), segundo Clopper & Pearson (1934) apud Labouriau (1983).pág. 45

FIGURA 13. Germinabilidade média de sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Cajanus cajan* cv. Anão (B), *Calopogonium mucunoides* (C) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (D) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), após 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 48

FIGURA 14. Germinação diária das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Cajanus cajan* cv. Anão (B), *Calopogonium mucunoides* (C) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (D) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), durante 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 49

FIGURA 15. Velocidade média de germinação das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), após 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 50

FIGURA 16. Índice de velocidade de emergência de sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo animal (tratamento), sob condições não controladas de temperatura e luminosidade, utilizando como substrato mistura de areia, vermiculita e plantimax[®]. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.pág. 56

FIGURA 17. Retas de comparação das alturas médias das plantas de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle), utilizando mistura de areia, vermiculita e plantimax[®] como substrato sob condições não controladas de temperatura e luminosidade.pág. 58

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 01. Código do lote e período de colheita das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 17

TABELA 02. Dimensões unitárias médias das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Valores representam as médias \pm erro padrão.pág. 29

TABELA 03. Peso médio, mediana e erro padrão das médias das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 29

TABELA 04. Classificação da distribuição de freqüências de pesos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham quanto à simetria e curtose.pág. 32

TABELA 05. Estimativa da quantidade média de sementes semeadas por bandeja aluminizada, quantidade de bandejas aluminizadas utilizadas e o total de sementes semeadas em fezes para *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.pág. 53

1. INTRODUÇÃO

A implantação de leguminosas como forrageiras

A implantação de sistemas de pastagens eficientes, economicamente competitivos, sustentáveis e ecologicamente corretos depende da escolha da forrageira apropriada às condições climáticas e pedológicas locais, assim como a correta consorciação das mesmas.

Durante as duas últimas décadas, muito esforço tem se dirigido ao melhoramento genético das leguminosas forrageiras através da seleção artificial de genótipos superiores, a fim de se obter uma forragem de melhor qualidade. Normalmente as leguminosas possuem em sua composição substâncias adstringentes como taninos e outros compostos secundários do metabolismo vegetal que limitam o consumo e/ou diminuem o aproveitamento do alimento por parte dos animais. (CARNEIRO, 2007). Segundo Lourenço et al. (1998), as leguminosas tropicais “melhoradas” possuem valor nutritivo superior à de gramíneas forrageiras tropicais, porém são mais sensíveis e menos competitivas que as mesmas, sendo necessário à sua implantação e persistência no local: pastejo pouco prolongado, técnicas de manejo adequadas, compatibilidade fisiológica entre as espécies consorciadas e condições edafoclimáticas apropriadas.

Em algumas regiões do Brasil onde há predominância da criação de gado de corte em grandes extensões de terra, principalmente no Centro-Oeste e Norte, o enfoque do manejo da pastagem tem sido na utilização das leguminosas apenas como fixadoras de nitrogênio no solo (CARNEIRO, 2007). Segundo Mesquita et al. (2002) uma alternativa para corrigir a baixa produção de forrageiras gramíneas, causada pela baixa concentração de nitrogênio no solo, é a consorciação da mesma com espécies leguminosas, que possuem a importante característica biológica.

Dentre as leguminosas mais utilizadas na pecuária do Estado de São Paulo, destacam-se: *Leucaena leucocephala*, *Calopogonium mucunoides* e *Cajanus cajan*, por estarem a mais tempo no mercado e possuírem preço mais acessível ao pequeno produtor (PEREIRA, 2007).

Dormência e tipos de dormência

A dormência de sementes é um recurso presente em muitas espécies vegetais e se caracteriza pela não germinação das sementes mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis, devido a restrições internas ou sistêmicas à germinação (CARDOSO, 2004). A dormência de sementes pode ser classificada, de acordo com sua origem, em primária ou secundária. A dormência é primária quando ocorre durante o processo de maturação da semente; e secundária quando se instala após a sua dispersão, ao encontrar um ambiente desfavorável para a germinação, devido principalmente aos fatores umidade, temperatura e luminosidade (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983). A porcentagem de sementes dormentes em um lote, de uma mesma espécie, pode variar entre safras devido às condições ambientais características durante a maturação das sementes ou após a dispersão das mesmas (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983).

Quanto ao mecanismo envolvido, a dormência pode ser classificada em endógena e exógena. A dormência endógena se caracteriza por algum bloqueio à germinação ligado ao próprio embrião e pode ser dividida em fisiológica, morfológica e morfofisiológica. Quando fisiológica, a dormência se caracteriza por mecanismos inibitórios ligados ao embrião, tegumento e endosperma, envolvendo os processos metabólicos e o controle do desenvolvimento. A dormência morfológica se relaciona com as sementes que são dispersas com o embrião não-diferenciado, onde a maturação do embrião ocorrerá na semente separada da planta-mãe. Já a dormência morfofisiológica é a conjugação da dormência fisiológica e morfológica, ou seja, a semente para germinar necessita de um período para terminar a maturação do embrião e quebrar a dormência fisiológica (CARDOSO, 2004).

A dormência exógena está relacionada com o tegumento, endocarpo, pericarpo e órgãos florais, com nenhuma participação do embrião, e pode ser dividida em física, química e mecânica. A dormência física é causada pela impermeabilidade dos tecidos da semente, restringindo a difusão de água ao embrião. A dormência química se caracteriza por substâncias produzidas dentro ou fora da semente que, translocadas para o embrião, inibem a germinação. Já na dormência mecânica, as sementes possuem o endocarpo e mesocarpo pétreo, cuja rigidez impede a expansão do embrião (CARDOSO, 2004).

Smiderle & Souza (2003) apontam a dormência física em sementes de leguminosas como frequente. Para Rolston (1978) apud Smiderle & Souza (2003), das 260 espécies de leguminosas analisadas, cerca de 85% apresentavam sementes com tegumento total ou parcialmente impermeável à água. Segundo Popinigis (1977) apud Smiderle & Souza (2003), a causa deste fenômeno é atribuída à camada de células paliçádicas que compõe o tegumento da semente. Para Donnelly (1970), a presença de sementes duras em leguminosas é devida tanto a fatores genéticos quanto ambientais.

Segundo Franke & Baseggio (1998), a dormência em semente possui significado ecológico importante, pois permite que a germinação ocorra somente quando as condições ambientais estejam favoráveis e que a semente possa ser dispersa para maior distância da planta-mãe. A dormência exógena física, particularmente, possibilita que uma grande quantidade de sementes permaneçam viáveis no solo, formando um “banco de sementes” que germinam em pequenas proporções, mas continuamente, garantindo a sobrevivência e persistência da espécie. Outra vantagem referente à dormência física é a proteção que o tegumento confere ao embrião caso a semente seja ingerida por algum animal, possibilitando que a semente continue viável após passagem pelo sistema digestivo do mesmo.

Segundo Labouriau (1983), compreende-se como sementes viáveis, as sementes vivas que possuem a capacidade de germinar e como viabilidade, a porcentagem de sementes viáveis em um lote.

Dispersão da Semente

Há muito se sabe da importância da dispersão de sementes na persistência de muitas espécies de plantas e na estrutura da comunidade vegetal e muitos podem ser os agentes que propiciam esta dispersão. Assim, temos as sementes que são dispersas pelo vento (anemocóricas), pela água (hidrocóricas) e por animais (zoocóricas) (FENNER, 1985). Animais, particularmente aves e mamíferos, são importantes agentes dispersores de sementes em florestas tropicais e quando tais sementes passam pelo trato digestivo dos mesmos e são eliminadas viáveis nas fezes, a dispersão é então denominada endozoocórica (FENNER, 1985).

O sucesso de um agente dispersor de sementes depende do seu padrão de dispersão, como a distância percorrida entre o local de ingestão e o local de eliminação das sementes, habitat preferencial de defecação e proporção de sementes eliminadas em cada bolo fecal (SCHUPP, 1993). Além disso, algumas características fisiológicas da semente, como

germinabilidade, longevidade e dormência podem ser afetadas pela passagem da semente pelo trato digestivo do animal (MACHADO et al., 1997). Para Figueroa & Castro (2002), é considerado um agente dispersor legítimo, o animal que eliminar nas fezes sementes que não diminuíram sua capacidade germinativa comparativamente às sementes que não passaram pelo trato digestivo do animal. Compreende-se como a capacidade germinativa, segundo Labouriau (1983), a proporção de sementes que podem germinar, ou seja, as sementes onde a emergência e o desenvolvimento a partir do embrião da semente indicam sua capacidade para produzir plantas normais em condições favoráveis.

Para Cosyns et al. (2005), a estrutura da comunidade vegetal de um local é afetada por herbívoros através de seu impacto nas espécies de plantas dominantes, capacidade de regeneração das espécies submetidas à predação e capacidade de transporte de propágulos.

A influência de animais pastejadores sobre a estrutura da comunidade vegetal nativa em várias partes do mundo é fato conhecido. Na África, onde coexistem cerca de 20 espécies de grandes herbívoros pastejadores, os animais migram em busca do alimento preferencial dispersando as sementes ingeridas ao longo da rota migratória, tornando a segregação entre as diferentes espécies de plantas forrageiras altamente desenvolvida. Já no sul do Texas – EUA, onde o veado de rabo branco (*Odocoileus virginianus*) não possui competidor natural e, portanto, há alimento em abundância, não se verifica segregação entre as espécies de plantas forrageiras, já que os animais não realizam migração, dispersando as sementes de forma bem distribuída pelo território de vida. Na Nova Zelândia, onde não havia registro de grandes animais pastejadores e, portanto, a vegetação não possuía resistência à desfolha, a introdução de grandes animais pastejadores exóticos ocasionou a substituição da vegetação nativa por plantas exóticas antes concentradas em pequenas e raras porções da vegetação. A vegetação exótica possuía resistência à desfolha e suas sementes eram capazes de passar pelo sistema digestivo dos animais mantendo-se viáveis nas fezes (CHACON & STOBS, 1976).

A dispersão de sementes pelo gado é uma oportunidade para a colonização de micro-sítios favoráveis ao estabelecimento da planta e pode ser utilizado por pecuaristas, principalmente em locais de difícil acesso ou em áreas muito extensas (GRUBB, 1977).

Para atingir sucesso na dispersão, as sementes passam por diversas fases desde a ingestão pelo gado até o estabelecimento e sobrevivência das plântulas; fases estas onde as sementes estão sujeitas a um grande número de potenciais processos destrutivos. Durante o processo de ingestão e ruminação, as sementes podem ter seu tegumento danificado ou serem esmagadas pelo efeito triturador dos dentes. Já no trato digestivo em condições anaeróbicas, as enzimas proteolíticas e celulolíticas produzidas por bactérias agem no tegumento das

sementes tanto no rúmen quanto no intestino grosso. Já no intestino delgado, as sementes são “banhadas” por enzimas proteolíticas, amilolíticas e lipolíticas em meio ácido (pH 2-5). Depois de serem eliminadas nas fezes, as sementes ainda encontram um conjunto de microorganismos potencialmente patogênicos que transformam os compostos orgânicos das fezes para forma inorgânica. Caso as sementes consigam germinar, as plântulas ainda têm de enfrentar as condições ambientais que podem ser adversas, como uma seca prolongada, para se estabelecerem (GARDENER et al. 1993).

Segundo Janzen (1985), as sementes de muitas espécies de plantas forrageiras de clima temperado consumidas por ruminantes pastejadores podem sobreviver ao processo digestivo e emergirem como plântula sobre as placas de fezes. Já plântulas de outras espécies de forrageiras de clima temperado, igualmente abundantes na pastagem, podem ser notavelmente ausentes nas fezes animais por não serem ingeridas ou perderem sua viabilidade após passarem pelo trato digestivo. Apesar de menos estudadas, plântulas de várias espécies de leguminosas forrageiras tropicais têm sido observadas crescendo em placas de fezes bovinas. Segundo Gardener et al. (1993b), algumas espécies de leguminosas forrageiras tropicais possuem características que aumentam o consumo das sementes maduras e reduzem a perda das mesmas no trato digestivo e nas fezes.

Ressemeadura

Apesar da reconhecida importância da ressemeadura natural na renovação e persistência de espécies em pastagens, o papel desempenhado pelos animais nesse processo, assim como na dispersão de sementes, é assunto ainda controverso (MACHADO et al., 1997). Segundo Melado (2003), uma forma ainda pouco utilizada de ressemeadura em pastagens já formadas, consiste da utilização do gado como agente dispersor, onde as sementes são adicionadas à ração animal e o gado realiza a escarificação das sementes e a distribuição através das fezes.

Para Simão Neto et al. (1987), a percentagem de sementes viáveis eliminada nas fezes de animais pode variar devido às características próprias de cada espécie forrageira, como a dureza do tegumento, formato, qualidade da dieta e tempo de permanência das sementes no trato digestivo.

Portanto, a ressemeadura realizada através do gado, pode ser eficiente apenas para algumas espécies de forrageiras.

Espécies estudadas

Calopogonium mucunoides pertence à família Fabaceae, com origem na América Central. Possui forma de crescimento rasteiro e trepador, ciclo de vida perene e atinge de 0,35 a 0,7 m de altura. Caracteriza-se por alta tolerância à seca e à baixa fertilidade do solo, apresentando baixa palatibilidade pelo gado. Plantas de *Calopogonium mucunoides* podem produzir mais de 5 toneladas/ha por ano de matéria seca, manter boa quantidade de folhas secas até meados do período seco, produzir grande quantidade de sementes de boa qualidade e fixar até 200 kg. de N/ha/ano (ARONOVICH & ROCHA, 1985).

Em estudo com germinação de sementes realizado por Souza Filho & Dutra (2001), 80% das sementes de *Calopogonium mucunoides* apresentaram germinação. Não houve variação significativa na porcentagem de germinação das sementes em pH entre 3 e 11, notando-se que altas concentrações de Al (2 meq/100 mL) e alta salinidade (75 mM de sal) afetam negativamente a germinação das sementes. Deminicis et al. (2006), trabalhando com superação de dormência em sementes de oito leguminosas tropicais, citam que 20% das sementes de *Calopogonium mucunoides* apresentam dormência e que o método mais apropriado para a quebra de dormência é a escarificação manual com lixa.

Leucaena leucocephala pertence à família Mimosaceae, com origem na América Central, possui forma de crescimento arbustivo alcançando de 5 a 10 metros e pode passar dos 30 anos de idade. Distribui-se por muitas partes do mundo devido a sua versatilidade como forragem, produção de madeira, carvão vegetal e melhoramento do solo, apresentando alta resistência à seca e boa palatibilidade pelo gado. Pode produzir até 20 toneladas/ha de matéria seca por ano e fixar até 400 kg. de N/ha/ano (CASTRO & DUTRA, 1997).

Leucaena leucocephala apresenta dormência natural das sementes causada pela impermeabilidade do tegumento à água, a qual se denomina semente dura. O tegumento das sementes de *Leucaena leucocephala* é formado por várias camadas de células paliçádicas recobertas por substâncias hidrofóbicas que impedem eficientemente a entrada de água na semente (SERRATO-VALENTI, 1994).. O plantio de sementes desta leguminosa sem quebra da dormência física resulta, geralmente, em índice de germinação inferior a 50% (KLUTHCOUSKI, 1980) e ocasiona emergência lenta e irregular, além de favorecer a infestação das ervas daninhas (MARTINS et al., 1996). Verificou-se que a temperatura ótima de germinação das sementes de *Leucaena leucocephala* é 35°C, e que a luz não constitui fator promotor de variações na germinação das sementes, as quais podem germinar satisfatoriamente na presença ou ausência de luz. Já o estresse osmótico (acima de 1,2 MPa) e

salino (acima de 300mM) afetam negativamente a germinação das mesmas (SOUZA FILHO, 2002).

O cultivar Cunningham da espécie *Leucaena leucocephala* foi desenvolvido na Austrália através de cruzamentos entre os tipos Peru e Salvador, sendo a mais utilizada na produção de forragem devido a sua alta capacidade de rebrota e grande produção de folhagem (CASTRO & DUTRA, 1997). Oliveira e Medeiros Filho (2007) verificaram que 83% das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham apresentavam dormência e que a escarificação com ácido sulfúrico por 10 minutos propiciava a germinação de 98% das sementes dormentes.

Cajanus cajan possui sua origem na Índia ou Austrália e pertence à família Fabaceae, com forma de crescimento arbustiva, alcançando de 2 a 3 m de altura. Apresenta ciclo de vida anual ou bianual, alta resistência à seca, à baixa fertilidade e acidez do solo, resultando em centenas de variedades por todo o mundo. As plantas de *Cajanus cajan* podem produzir até 14 toneladas/ha por ano de matéria seca e fixar até 100 kg de N/ha/ano. Com o nome popular guandu, é a 6ª espécie leguminosa mais utilizada na alimentação humana, principalmente na Ásia. No Brasil, *Cajanus cajan* é muito utilizado na pecuária, pois além de produzir grande quantidade de alimento para o gado em solos pouco produtivos, sua folhagem é rica em proteína bruta. Além disso, de 17 a 22 % das folhas se mantêm verdes mesmo durante a estação seca e ainda ajudam na recuperação da fertilidade do solo (MARIN et al., 2004).

O cultivar Fava Larga da espécie *Cajanus cajan* foi desenvolvido pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e se caracteriza pelo ciclo de 280 dias, atingindo 2,7 m de altura. O cultivar Anão foi desenvolvido pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e possui ciclo curto de 140 dias, com as plantas atingindo uma altura máxima de 1,2 m.

Godoy & Dübber de Souza (2004), analisando a dormência de sementes em 17 linhagens e três cultivares de *Cajanus cajan*, verificaram que os cultivares Anão e Fava Larga não apresentavam sementes duras e que o período médio de armazenamento dos mesmos, sem diminuição na porcentagem de sementes germinadas, era de 12 meses. Marin et al. (2004), analisando a germinação de sementes de *Cajanus cajan*, citam uma germinabilidade média de 73% para *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e 79% para *Cajanus cajan* cv. Anão.

2. OBJETIVO

Quantificar a recuperação de sementes de quatro leguminosas forrageiras: *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus Cajan* cv. Anão e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham e testar possíveis variações de alguns parâmetros fisiológicos após a passagem das sementes pelo trato digestivo de gado (*Bos taurus*), determinando-se assim a possibilidade do uso desses animais como elementos de dispersão, permitindo uma semeadura de baixo custo e sem interferência, ou com interferência positiva, sobre a qualidade fisiológica da semente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. *Material Vegetal*

Foram utilizadas no presente trabalho, sementes das espécies/variedades leguminosas: *Calopogonium mucunoides*, *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e *Cajanus cajan* cv. Anão, adquiridas junto à empresa PRÓSEMENTES, Araçatuba (SP), em Novembro de 2007. Tais espécies foram escolhidas devido à variação entre as espécies quanto ao tamanho das sementes e dureza do tegumento, além do fato de serem as leguminosas forrageiras mais utilizadas no Estado de São Paulo. Os lotes correspondentes a cada espécie/variedade, com os respectivos números de ordem e época de coleta, são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1. Código do lote e período de colheita das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

Leguminosa	Lote	Período de Colheita
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	001/07	09/2007
<i>Cajanus cajan</i> cv. Fava Larga	003/07	07/2007
<i>Cajanus cajan</i> cv. Anão	001/07	03/2007
<i>Calopogonium mucunoides</i>	001/07	08/2007

3.2. *Caracterização das Sementes*

A caracterização das sementes compreendeu testes preliminares de germinação, embebição, cálculo do teor de água em semente “seca”, peso de matéria fresca e dimensões médias, que foram realizados no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Unesp de Rio Claro.

3.2.1. *Cálculo do teor de água em semente “seca”*

O cálculo do teor de água foi realizado utilizando-se amostras de 50 sementes de cada espécie/variedade, contidas em recipientes de vidro previamente pesados. Os recipientes contendo as sementes foram pesados e, em seguida, colocados por 24 horas em estufa a 105 °C. Após este período, ficaram em repouso em temperatura ambiente por 30 minutos e então pesados novamente. Foram realizadas três repetições, determinando-se a porcentagem de umidade média de cada repetição. O cálculo da porcentagem da umidade (U%) de cada espécie/variedade leguminosa foi realizado utilizando-se a fórmula (SILVA, 1988):

$$U\% = [(P_i - P_f) / P_i] \cdot 100$$

Onde,

P_i = (Peso do conjunto (recipiente + sementes) inicial) – (Peso do recipiente)

P_f = (Peso do conjunto (recipiente + sementes) após 24h na estufa) – (Peso do recipiente)

3.2.2. *Dimensões Médias*

Para o cálculo das dimensões médias das sementes, tomaram-se, com auxílio de paquímetro, as medidas da largura e comprimento, conforme a FIGURA 1, de uma amostra aleatória de 200 sementes, determinando-se assim as dimensões médias para cada espécie/variedade de leguminosa. O parâmetro comprimento foi a medida do eixo longitudinal da semente, enquanto a largura foi a medida do seu eixo transversal.



FIGURA 01 – Caracterização inicial - Esquema dos parâmetros: comprimento e largura, utilizados na medição das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

3.2.3. *Peso Médio*

Para se determinar a distribuição das massas das sementes de cada lote, foram pesadas individualmente 200 sementes, selecionadas aleatoriamente, de cada leguminosa forrageira. A pesagem ocorreu em balança analítica com precisão de três casas decimais.

3.2.4. *Embebição*

Para o cálculo da embebição, três amostras contendo 50 sementes cada foram pesadas e colocadas em copos plásticos de 100 mL, com o fundo perfurado. Os copos foram colocados em bandejas plásticas contendo um volume de água destilada suficiente para que essa, penetrando através dos orifícios no fundo do copo, cobrisse totalmente as sementes. Após diferentes intervalos de tempo, os copos foram retirados da bandeja, drenando-se a água e enxugando-se superficialmente as sementes com papel de filtro. As amostras de sementes eram então pesadas e retornadas aos respectivos copos, os quais foram novamente colocados na bandeja com água até a próxima pesagem. A porcentagem de embebição (E) foi calculada de acordo com a fórmula:

$$E = [(P_i - P) / P] \cdot 100$$

Onde,

P = Peso inicial das 50 sementes contidas no copo

P_i = Peso das 50 sementes contidas no copo, no intervalo de tempo *i*.

A porcentagem de embebição média de cada leguminosa forrageira foi calculada através da média das porcentagens de embebição das três repetições.

3.2.5. Germinabilidade inicial

Para a aferição da germinabilidade inicial dos lotes, amostras de sementes foram colocadas em caixas de germinação (Gerbox) medindo 115mm x 115mm x 35mm, sobre camada dupla de papel de filtro saturada com água destilada. Foram utilizadas quatro repetições por espécie/variedade, com 50 sementes cada repetição. As caixas de germinação ficaram em sala climatizada, à temperatura de 26 ± 2 °C, sob luz branca contínua fornecida por duas lâmpadas fluorescentes de 40W cada, proporcionando uma irradiância de aproximadamente $27 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ à altura das caixas. O nível de água nas Gerbox foi acompanhado diariamente, cuidando-se para que o substrato permanecesse constantemente saturado com água destilada. Diariamente foram contadas as sementes germinadas (protrusão radicular), as quais foram imediatamente descartadas. As contagens foram realizadas diariamente até cessarem as germinações. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso.

As sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunninham não sofreram qualquer tipo de escarificação ao serem colocadas nas caixas de germinação.

Nesse ensaio preliminar a variável analisada foi a germinabilidade (G), calculada de acordo com a fórmula:

$$G = [(Tg / Ts) . 100]$$

Onde,

Tg = total de sementes germinadas/repetição

Ts = total de sementes/repetição

A germinabilidade média correspondeu à média aritmética das germinabilidades observadas em cada uma das três repetições.

3.3. *Oferta das Sementes aos Animais*

Os trabalhos envolvendo o oferecimento de sementes aos animais, coleta e triagem do material foram realizados no sítio Boa Esperança, localizado no Km 7 da rodovia SP-221, município de Catanduva, Estado de São Paulo, durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2008.

Para cada espécie/variedade de leguminosa, 9000 sementes foram misturadas a 10 kg de capim elefante napier (*Pennisetum purpureum Schumach cv. Napier*) triturado e 3 kg de farelo de arroz. A mistura foi distribuída equitativamente a três indivíduos fêmeas da espécie *Bos taurus*, às 06h00min da manhã. Às 18h00min do mesmo dia, ou seja, 12 horas após a oferta das sementes aos animais, as fezes dos mesmos passaram a ser recolhidas, estendendo-se a coleta até as 18h00min do dia seguinte, ou seja, durante 24 horas. O período de coleta das fezes foi assim estipulado com bases em ensaios anteriormente realizados que demonstraram rápido decréscimo da quantidade de sementes eliminadas nas fezes, após 36 horas de ingestão das mesmas, e no trabalho de Gardener et al. (1993b), que indica porcentagens de germinação baixas em sementes de leguminosas que permaneceram mais de 36 horas no trato digestivo de bovinos.

Anteriormente à oferta das sementes aos animais, os mesmos foram alimentados por 24 horas com capim elefante napier (*Pennisetum purpureum Schumach cv. Napier*) triturado e farelo de arroz, sem restrições quanto à quantidade, a fim de “eliminar” sementes pré-ingeridas do trato digestivo.

3.4. *Triagem das Sementes*

A triagem das sementes iniciou-se com sua separação das fezes. Para tanto, as fezes contendo as sementes foram amolecidas em água, em um balde de 20L, e passadas em peneiras de diferentes crivos (4x4, 2,5x2,5 ou 1x1mm), conforme o tamanho característico da semente de cada leguminosa. Para as sementes de *Cajanus cajan cv. Fava Larga* e *Leucaena leucocephala cv. Cunningham* foi utilizada a peneira de crivo 4x4 mm. Para as sementes de *Cajanus cajan cv. Anão*, foi utilizada a peneira de crivo 2,5x2,5 mm e para as sementes de *Calopogonium mucunoides*, foi utilizada a peneira de crivo 1x1 mm.

As sementes não ingeridas foram contadas e descontadas do valor inicial de 9000 sementes fornecidas aos animais. As sementes recuperadas das fezes foram postas para secar

ao sol por 36 horas. Em seguida foram contadas, avaliadas quanto à integridade morfológica e acondicionadas em envelopes de papel.

Cada uma das espécies/variedade foi fornecida separadamente aos animais, sendo que todas elas passaram pelo mesmo processo de recuperação, secagem, triagem e armazenamento. O cálculo da porcentagem de sementes recuperadas sem dano aparente (R%) foi realizado utilizando-se a fórmula:

$$R\% = (Tr / Ti) \cdot 100$$

Onde,

Tr = Total de sementes inteiras recuperadas de cada espécie/variedade

Ti = Total de sementes ingeridas de cada espécie/variedade

3.5. Ensaios de Germinação com Sementes Recuperadas

3.5.1 Ensaios em Condições Controladas

As sementes inteiras recuperadas foram submetidas a ensaio de germinação no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Unesp de Rio Claro, conforme descrição no item 3.2.5., usando-se dois diferentes substratos.

3.5.1.1. Substrato: Papel Filtro

Para calcular a porcentagem de germinação das sementes tratadas (que passaram pelo trato digestivo do animal), as sementes de cada leguminosa foram distribuídas em cinco Gerbox com 50 sementes cada. Como controle, foram usadas sementes que não passaram pelo trato digestivo dos animais.

As contagens de germinação foram diárias, considerando-se germinadas as sementes que apresentaram protrusão da radícula. Para se evitar casos de falsa germinação, as sementes germinadas foram observadas até a constatação de curvatura geotrópica da radícula. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso.

Além da germinabilidade (descrita no item 3.2.5.), foi considerada a variável velocidade média de germinação (V_m), calculada de acordo com a fórmula (LABOURIAU, 1983):

$$V_m = [\sum n_i / (\sum n_i \cdot t_i)]$$

Onde, N_i = o número de sementes germinadas no intervalo de tempo t_i .

3.5.1.1. *Substrato: Fezes*

Para se testar possível efeito das fezes do animal sobre a germinação, foi realizado outro experimento testando-se a germinabilidade após a passagem das sementes pelo trato digestivo do animal, utilizando como substrato as próprias fezes recolhidas junto com as sementes. O ensaio foi conduzido em sala climatizada, conforme descrito anteriormente. Uma parte das fezes contendo as sementes de cada leguminosa foi recolhida separadamente, conforme descrito no item 3.3., homogeneizada e colocada para secar por 96 h em condições naturais, sobre sacos de estopa. A amostra foi acondicionada em 8 bandejas aluminizadas (tipo *marmitex*) medindo 160 x 105 x 35mm, com capacidade de 500 mL, com fundo perfurado, preenchendo-se 250 mL da parte inferior com areia fina esterilizada e 250 mL da parte superior com a amostra de fezes e sementes. A estimativa da quantidade de sementes presentes em cada bandeja foi feita através da determinação da média de sementes presentes em 5 partes de 250 mL da amostra utilizada para o preenchimento da bandeja.

A contabilização das sementes germinadas ocorreu diariamente usando-se como critério a emergência do primeiro par de folíolos. A germinabilidade foi calculada como descrita no item 3.2.5.

3.5.2. *Ensaio em Casa de Vegetação (condições semi-controladas)*

3.5.2.1. *Semeadura Direta*

Paralelamente aos ensaios em sala climatizada foram realizados experimentos em Casa de Vegetação sob condições não controladas de temperatura e luz, durante os meses de Março, Abril e Junho de 2008. As sementes foram semeadas em bandejas aluminizadas (tipo *marmitex*) com fundo perfurado, preenchidas com substrato formado por uma mistura de areia, vermiculita e *Plantmax*® (1:1:1). As sementes foram distribuídas nas bandejas de

maneira equispaçada e enterradas a 1 cm da superfície. Em cada bandeja foram colocadas seis sementes, sendo oito bandejas com sementes tratadas (recuperadas) e oito com sementes não tratadas (*in natura*) para cada espécie/variedade. O delineamento foi inteiramente ao acaso.

Nesse experimento foi acompanhada a emergência das plântulas a partir do índice da velocidade de emergência (IVE) para se testar possível variação no vigor das sementes após o tratamento. O experimento foi acompanhado por um período de 21 dias desde a semeadura, período utilizado na maioria dos trabalhos consultados.

O IVE foi determinado pela fórmula (MAGUIRE, 1962):

$$IVE = \Sigma (Ni / Di)$$

Onde,

Ni = o número de plântulas emergidas no intervalo Di.

3.5.2.2. Crescimento das Plântulas Transplantadas

A fim de verificar possível modificação no padrão de crescimento das plantas cujas sementes passaram pelo trato digestivo do animal, sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foram colocadas, separadamente, em caixas de germinação (Gerbox) em sala climatizada, conforme descrição no item 3.2.5. Sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foram escarificadas com lixa n.º 100 por aproximadamente 10 segundos para facilitar a embebição das sementes. Verificada a germinação das mesmas através da curvatura geotrópica da radícula, as sementes foram transferidas para bandejas aluminizadas (tipo *marmitex*), com fundo perfurado, preenchidas com substrato formado por uma mistura de areia, vermiculita e *Plantmax*® (1:1:1) e colocadas em casa de vegetação sob irrigação diária, de modo que o substrato ficasse constantemente saturado de umidade. Em cada bandeja foram colocadas seis plântulas distribuídas de maneira equispaçada, sendo oito bandejas com plântulas originadas de sementes tratadas (recuperadas) e oito bandejas com plântulas originadas de sementes não tratadas (*in natura*) para cada espécie/variedade. O delineamento foi inteiramente ao acaso.

O experimento foi acompanhado durante 24 dias desde a semeadura, onde a altura da planta foi medida diariamente com uma régua graduada. Foi considerada como altura, a distância entre o colo da planta (superfície do substrato) e o ápice caulinar.

3.6. *Análise dos Dados*

Os dados obtidos dos ensaios de germinação foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade de variância, seguido por testes de análise de variância (T-student) para comparação de médias, com $\alpha = 0,05$. Valores expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno ($\arcsen\sqrt{\%}$) antes das análises.

A análise de variância entre as alturas das plântulas descritas no item 3.5.2. foi calculada através de teste de comparação das retas ($\alpha = 0,05$), obtidas plotando-se a altura contra o tempo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização das Sementes

4.1.1. Cálculo do Teor de Água em Sementes “Seca”

O cálculo do teor de água (U) das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham retornou os valores expressos na FIGURA 02.

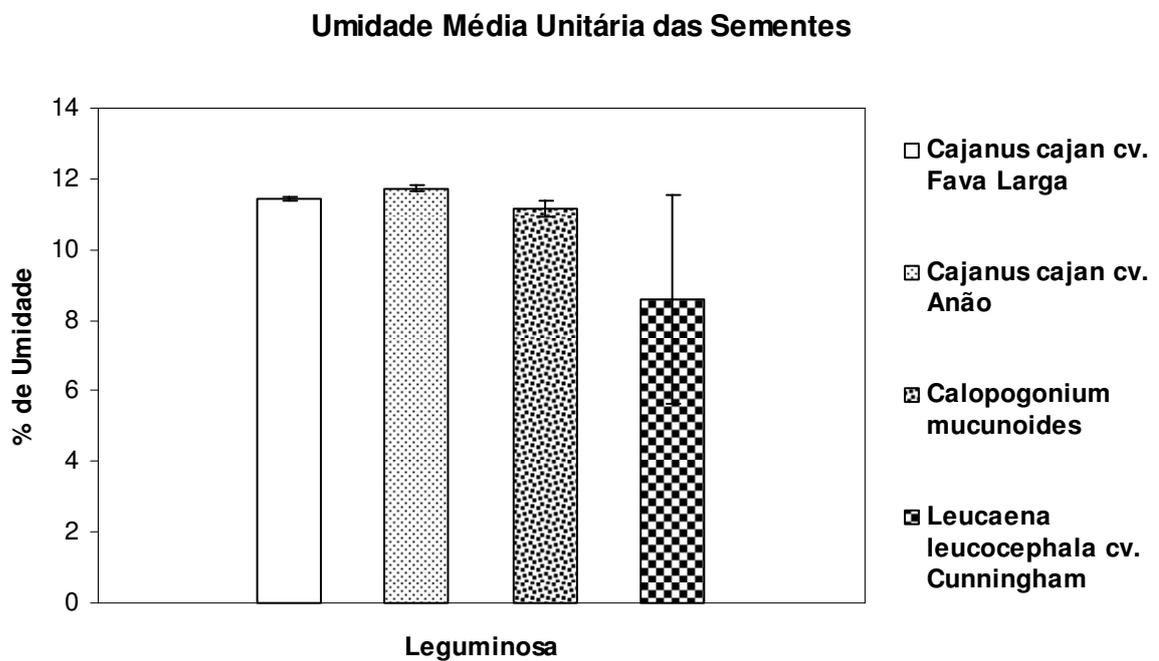


FIGURA 02. Caracterização inicial – Teor de umidade média unitária das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. As barras verticais indicam o erro padrão das médias

Os resultados obtidos indicaram que as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan* cv. Anão e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham podem ser classificadas como ortodoxas ou intermediárias, já que apresentaram teor médio de água inferior a 11,5%. Segundo Vilella e Peres (2004), as sementes podem ser classificadas em recalcitrantes, ortodoxas e intermediárias em relação ao comportamento ao armazenamento. Sementes ortodoxas são aquelas que podem ser secas até baixos teores de água (5% a 7%), sem apresentar danos fisiológicos. Quando armazenadas em ambientes com baixa temperatura, podem ser mantidas por longos períodos sem perderem a viabilidade. As sementes que apresentam comportamento ortodoxo quando armazenadas com teor de água variando entre 9 e 13%, mas que ao serem secas a 7%, perdem a viabilidade, são classificadas como subortodoxas ou intermediárias. Já em sementes recalcitrantes, não se verifica uma etapa característica de dessecação ao final do desenvolvimento e da dispersão da semente, podendo o teor de água ser mantido relativamente elevado, em torno de 60 a 70% de seu peso fresco. A redução do teor de umidade abaixo de um nível crítico ocasiona danos fisiológicos (VILELLA e PERES, 2004).

As sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham apresentaram o menor teor médio de água dentre as leguminosas analisadas, $U = 8,6\%$ com alto erro padrão. Segundo Vilella e Peres (2004), sementes com tegumento duro podem ser armazenadas por mais tempo comparativamente a sementes de tegumento brando, já que a dureza do tegumento dificulta a absorção de água. Já o alto erro padrão das médias ocorreu devido a uma possível variação no grau de resistência do tegumento das “sementes duras”, aproximadamente 62%, valor este determinado através do teste de germinabilidade inicial. Sementes com alto grau de dureza possuem teores médios de água baixos, enquanto sementes com menores graus de dureza possuem teores médios de água maiores já que absorvem umidade do ambiente com mais facilidade. Segundo Labouriau (1983), em muitas leguminosas, durante a maturação da semente, há a formação de uma camada de suberina sobre a o hilo, principal região por onde ocorre absorção de água presente no ambiente, e de substâncias lipídicas sobre a superfície exterior da semente que contribuem para a redução das trocas entre o embrião e o meio externo. O desgaste natural destas substâncias permite a absorção de água, que ocorre de forma gradual na semente, porém em estágios diferentes entre as mesmas.

A umidade é uma característica determinante na manutenção da viabilidade e integridade da semente, pois o embrião, apesar de dormente, mantém o metabolismo baixo a taxas dependentes da temperatura e umidade ambiente (HOLMES & BURZEWICZ, 1958 apud SUITER FILHO & LISBÃO JUNIOR, 1973). Regras empíricas indicam que a

longevidade de sementes armazenadas é duplicada a cada 1% de diminuição no seu teor de água. Flutuações na umidade ambiente durante o armazenamento da semente, assim como a secagem excessiva da cobertura protetora da semente, podem causar fissuras no tegumento, facilitando a penetração de microorganismos e a perda da capacidade de regulação das trocas hídricas e gasosas nas sementes (VILELLA & PERES, 2004).

Segundo Baldwin (1942) apud SUITER FILHO & LISBÃO JUNIOR (1973), dentre as principais alterações envolvidas na deterioração das sementes, destacam-se o esgotamento do material de reservas alimentares, a alteração da composição química, como a oxidação dos lipídeos e a quebra parcial das proteínas, a alteração das membranas celulares, com redução da integridade, aumento da permeabilidade e desorganização, as alterações enzimáticas e as alterações dos nucleotídeos.

4.1.2. *Dimensões Médias*

Os resultados mostraram grande variação de tamanho médio unitário das sementes entre as espécies/variedades analisadas. A semente de *Calopogonium mucunoides* apresentou menor tamanho médio, com 3,3 mm de comprimento e 2,7 mm de largura. Possui forma retangular ou quadrada com tegumento amarelo ou amarelo escuro.

Em seguida, em ordem crescente de dimensões, encontram-se as sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, com 5,7 mm de comprimento e 4,7 mm de largura (valores médios). A semente tem forma arredondada e tegumento marrom. As sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga possuem a mesma forma das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, cor branca ou marrom, diferenciando-se apenas por serem um pouco maiores, apresentando 6,1 mm de comprimento e 5,9 mm de largura.

Já a semente de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foi que apresentou maior tamanho médio com 8,9 mm de comprimento e 5,5 mm de largura. Possuem forma achatada, com tegumento preto ou marrom. As dimensões médias e as fotos das sementes analisadas podem ser observadas na TABELA 02 e FIGURA 03, respectivamente.

TABELA 02. Dimensões unitárias médias das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Valores representam as médias \pm erro padrão.

Espécie/Varietade	Comprimento Médio (mm)	Largura Média (mm)
<i>Calopogonium mucunoides</i>	3,3 \pm 0,02	2,7 \pm 0,01
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	8,9 \pm 0,07	5,5 \pm 0,05
<i>Cajanus cajan</i> cv. Anão	5,7 \pm 0,03	4,7 \pm 0,03
<i>Cajanus cajan</i> cv. Fava Larga	6,1 \pm 0,03	5,9 \pm 0,03

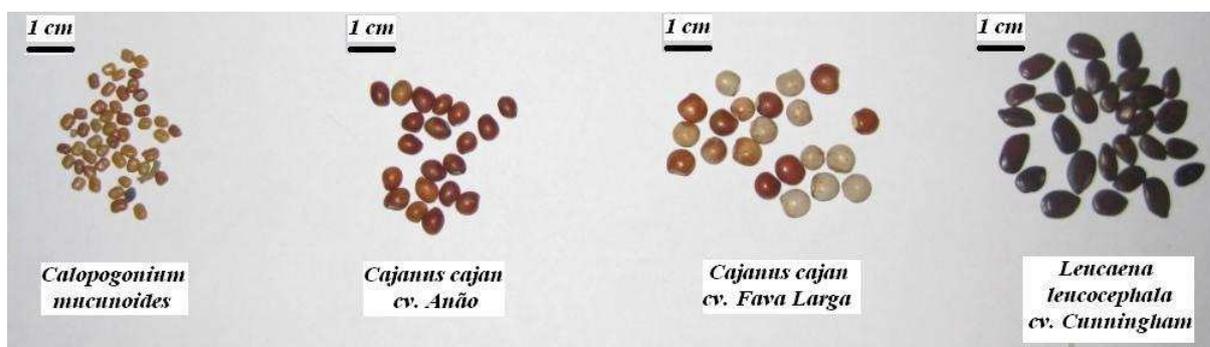


FIGURA 03 – Caracterização inicial – Fotos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

4.1.3. Peso Médio

Os resultados obtidos com a medição do peso médio das sementes são apresentados na TABELA 03.

TABELA 03. Peso médio, mediana e erro padrão das médias das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

Espécie/Varietade	Peso Médio (g)	Mediana (g)	Erro Padrão (g)
<i>Calopogonium mucunoides</i>	0,012	0,013	0,002
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	0,068	0,069	0,016
<i>Cajanus cajan</i> cv. Anão	0,07	0,072	0,012
<i>Cajanus cajan</i> cv. Fava Larga	0,115	0,114	0,022

A análise da TABELA 03 indica que as sementes de *Calopogonium mucunoides* apresentaram o menor peso médio. As sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham apresentaram pesos médios próximos entre si enquanto as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga apresentaram o maior peso médio.

Nota-se que as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, apesar de possuírem as maiores dimensões médias (largura e comprimento) comparativamente às outras espécies/variedades (vide item 4.1.2.), apresentaram peso médio superior apenas às sementes de *Calopogonium mucunoides*, fato ocorrido devido às sementes serem achatadas, possuindo pequeno volume, lembrando que não foi considerada a espessura na análise das dimensões médias das sementes (FIGURA 03). Já as sementes de *Calopogonium mucunoides* e *Cajanus cajan*, mais espessas e com formatos respectivamente retangulares e arredondados, apresentaram aumento quase linear do peso médio com o aumento das dimensões médias (FIGURA 5). Caso fosse realizada uma classificação das sementes de *C. mucunoides*, *Cajanus cajan* e *Leucaena leucocephala* segundo o volume médio, provavelmente a ordem corresponderia à encontrada para o peso médio das mesmas, conforme a TABELA 03.

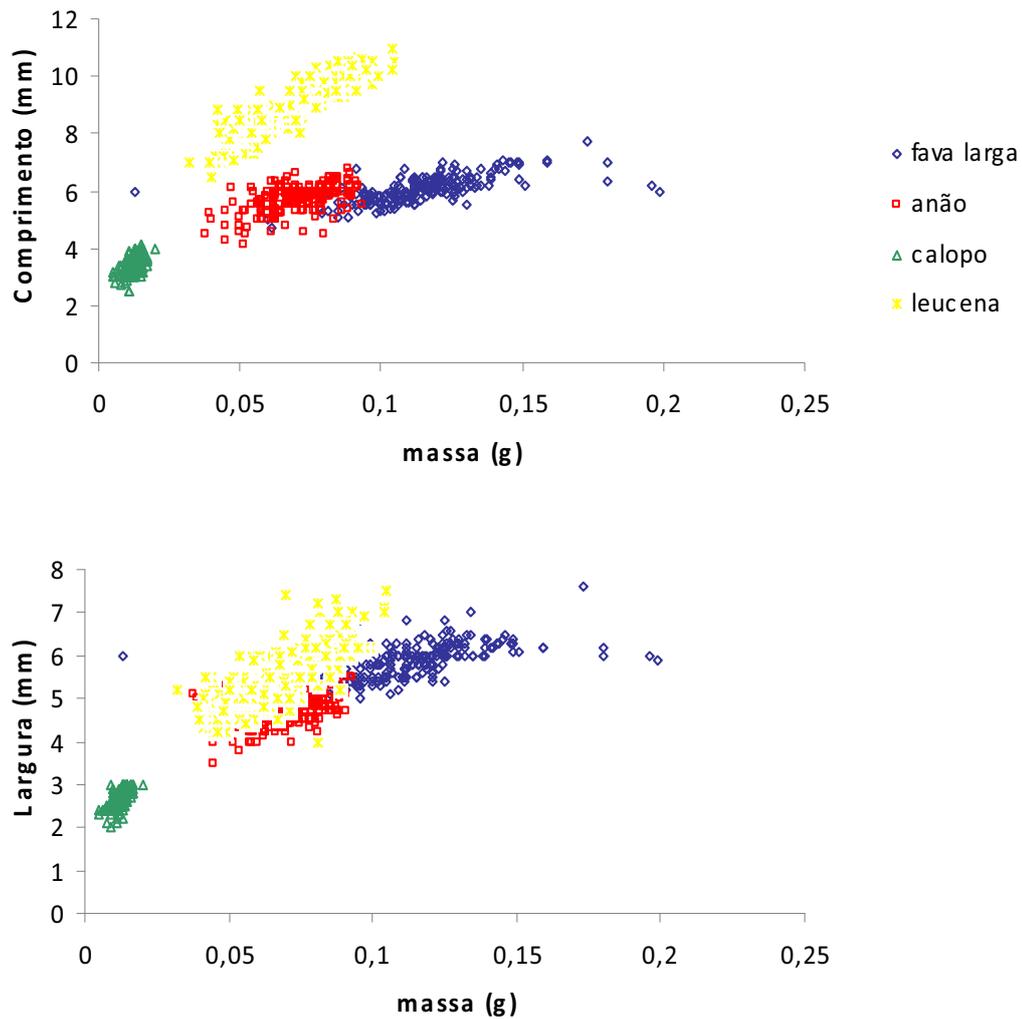


FIGURA 04 – Caracterização inicial – Análise da relação entre as dimensões médias e o peso médio das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

Os resultados obtidos através da distribuição de freqüências de pesos das espécies/variedades analisadas são apresentados na TABELA 04, enquanto a FIGURA 05 apresenta o gráfico da distribuição de freqüências.

A análise dos dados indica que a grande maioria das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga concentra-se em apenas duas classes intermediárias de peso, entre 87 e 131mg, enquanto em *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham as sementes se dividem quase que igualmente entre cinco classes de peso, de 44 a 100mg. Segundo Labouriau (1970), a divisão homogênea da população de sementes em várias classes de pesos (platicúrtica) pode indicar a existência de sub-populações com diferentes respostas fisiológicas a vários parâmetros, como a germinação.

Em *Cajanus cajan* cv. Anão e *Calopogonium mucunoides*, nota-se que as sementes mais leves apresentaram grande variação de peso. Entretanto, enquanto em sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão as quatro classes intermediárias de peso, 60 a 80mg, concentram a maioria das sementes; em *Calopogonium mucunoides*, uma classe central de peso, de 12 a 13mg, concentra uma grande parcela das sementes.

Verifica-se, portanto, que *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foi a espécie/variedade que apresentou a amostra de sementes mais igualmente subdivididas em classes de peso, seguida das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e por último, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, que concentrou a grande maioria da amostra de sementes em apenas duas classes de peso, indicativo de uma população de sementes homogênea.

TABELA 04. Classificação da distribuição de frequências de pesos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham quanto à simetria e curtose.

Espécie/Variedade	Simetria	Curtose
<i>Cajanus cajan</i> cv. Fava Larga	simétrica	leptocúrtica
<i>Cajanus cajan</i> cv. Anão	assimétrica (esquerda)	normal
<i>Calopogonium mucunoides</i>	assimétrica (esquerda)	leptocúrtica
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	simétrica	platicúrtica

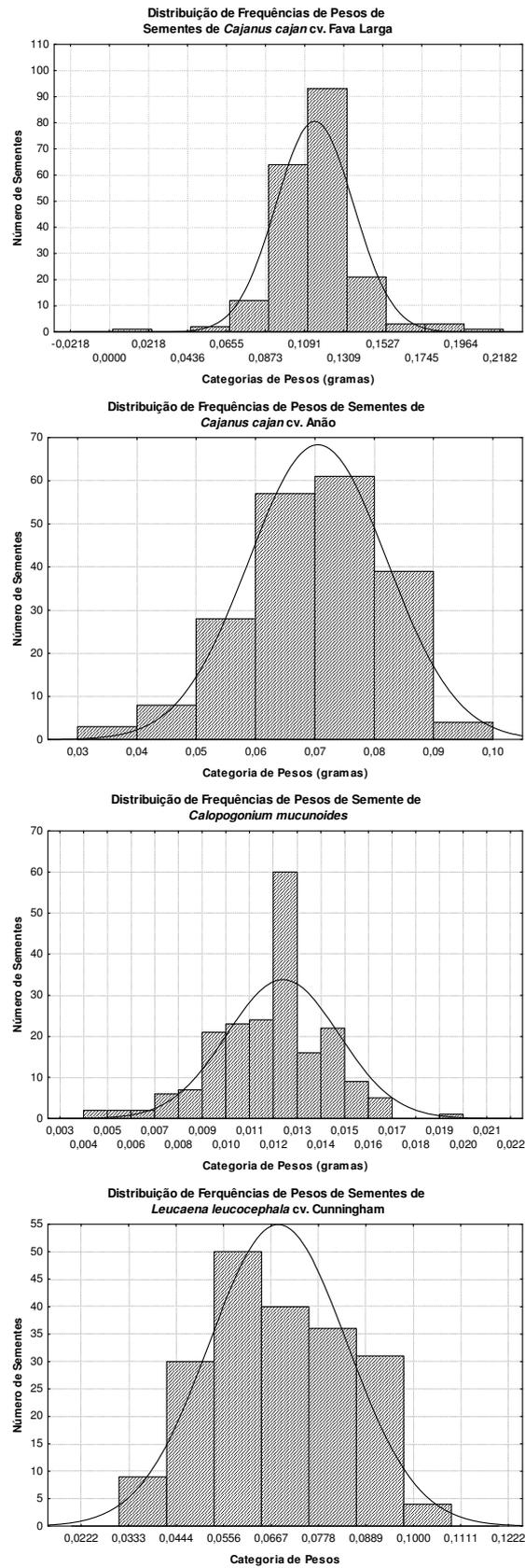


FIGURA 05. Caracterização inicial – Distribuição de frequências de pesos das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. A linha representa a distribuição normal das frequências.

4.1.4. Embebição

Durante o teste de embebição, as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão e *Calopogonium mucunoides* foram observadas por 26 horas, sendo que após este período as sementes começaram a germinar. Já as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foram acompanhadas por 70 horas.

Os testes mostraram padrões muito parecidos de embebição para sementes de *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan* cv. Anão e *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, com porcentagens totais de embebição antes da germinação visível de 147,29%, 135,72% e 118,47% respectivamente (FIGURAS 8A, B e C). Nestas espécies/variedades, a fase I durou 10 horas, enquanto a fase II durou aproximadamente 13 horas. Nota-se que o tegumento (dormência) não foi fator limitante para o processo já que a fase I e II ocorreu em período relativamente curto. Segundo Castro & Hilhorst (2004), o monitoramento do processo de embebição de água pela semente geralmente revela um padrão trifásico de absorção e hidratação. Na fase I, o potencial hídrico entre a semente e seu ambiente faz como que a água penetre na semente, de forma relativamente rápida. É um processo puramente físico que se encerra quando a semente atinge seu teor máximo de turgor. No entanto, algumas espécies de plantas possuem a testa da semente, estrutura protetora externa da semente, como uma barreira à entrada de água. Nestas espécies, nota-se a existência de estruturas “isolantes” sobre o tegumento da mesma como uma cutícula serosa, suberina, tecido paliçádico e/ou camadas de macroesclereídes, geralmente encontradas em espécies das famílias Fabacea, Cannacea, Convolvulacea, Chenopodiacea, Geraniacea, Liliacea, Malvacea e Solanacea. Em sementes de muitas espécies de plantas, existem ainda estruturas hidrofóbicas na camada de célula paliçádica compostas geralmente por lipídios que aumentam a eficiência do tegumento no impedimento na absorção de água. Há, entretanto, estruturas presentes na testa da semente que podem funcionar como pontos de fraqueza em algumas espécies, por onde a água penetra com maior facilidade mesmo o restante do tegumento sendo impermeável, como o hilo, a micrópila, o estrofiolo e a chalaza. Geralmente, tais pontos de fraqueza estão fechados e somente passam a absorver água após períodos de permanência da semente em contato com alta umidade. Já a absorção de água pela parede do tegumento de sementes com dormência física ocorre quando são expostas a pressões da ordem de 50 a 200 MPa e/ou altas flutuações de temperatura e umidade, que ocasionam fissuras nos envoltórios aumentando a permeabilidade à água (PEREZ, 2004).

Na fase II, as células no interior da semente não podem absorver mais água porque não podem mais expandir devido às estruturas que cercam o embrião. Durante esta fase, são ativados os processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião e a conclusão do processo germinativo, e uma possível dessecação ainda é tolerada pela semente. A duração desta fase depende da temperatura e da espécie analisada, podendo ser consideravelmente prolongada em sementes dormentes (CASTRO & HILHORST, 2004).

Na fase III ocorre um aumento no conteúdo de água na semente, que ocorre devido à absorção de água associada com a iniciação do crescimento do embrião (divisão celular e conseqüente protusão radicular). Uma vez iniciado o crescimento, a semente se encontra então comprometida com a germinação e o desenvolvimento da plântula, perdendo rapidamente a tolerância à desidratação (CASTRO & HILHORST, 2004). O processo de embebição de água pela semente pode ser observado na FIGURA 06.

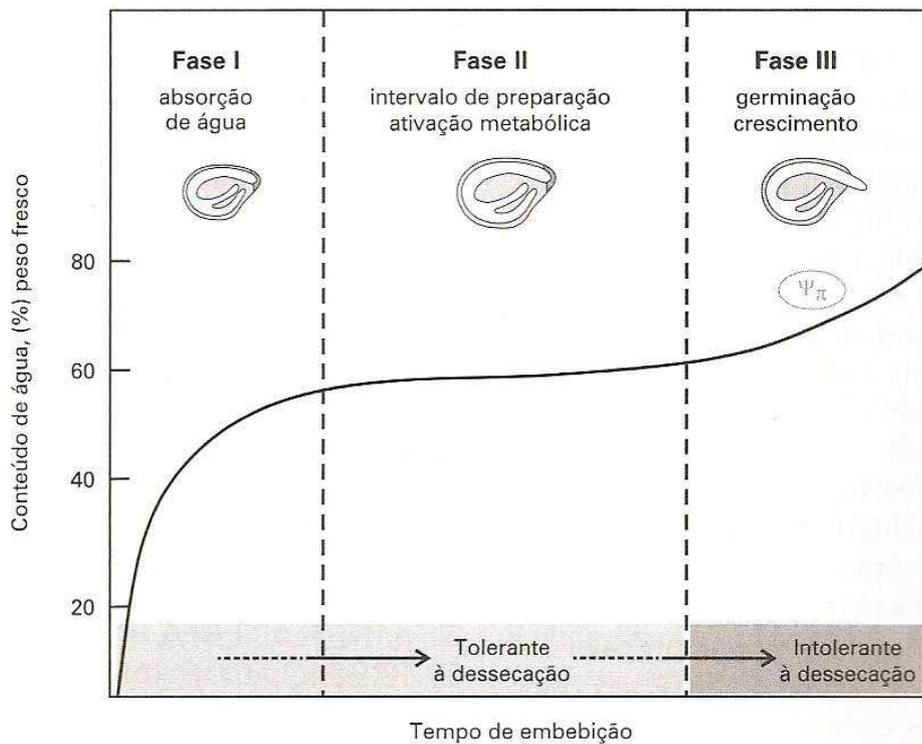


FIGURA 06 – Representação esquemática do padrão trifásico de absorção de água durante a embebição de sementes (CASTRO & HILHORST, 2004).

Já as sementes de *Leucaena leucocephala* cv Cunningham apresentaram curva de embebição (FIGURA 07D) bem diferente da curva de embebição característica trifásica (FIGURA 07). Nela, a fase I durou aproximadamente 20 horas enquanto a fase II durou 35 horas. Tal diferença do padrão de embebição provavelmente ocorreu devido a aproximadamente 62% das sementes apresentarem tegumento duro e impermeável, valor este

determinado pelo teste de germinabilidade inicial. Tais sementes são muito resistentes à embebição, com tegumento composto em sua parte externa por camadas de células paliçádicas e substâncias lipídicas hidrofóbicas e, sobre o hilo, camadas de suberina que não possibilitam a entrada de água em grande parte das sementes (SERRATO-VALENTI, 1994). No entanto, a imersão da semente em água por tempo prolongado pode provocar o amolecimento do tegumento e facilitar a entrada de água, principalmente em sementes que já possuíam algum desgaste tegumentar, o que resultou em uma amostra com sementes em diferentes estágios de embebição. A porcentagem total de embebição das sementes de *Leucaena leucocephala* cv Cunningham, anterior a germinação visível, foi de 51,25%.

A diferença entre as porcentagens totais de embebição de semente para cada espécie de planta ocorre porque a umidade adequada para cada espécie vegetal é muito variável e determinada principalmente pelas condições ecológicas com que tal espécie evoluiu (AGUIAR & PIÑA-RODRIGUES, 1993).

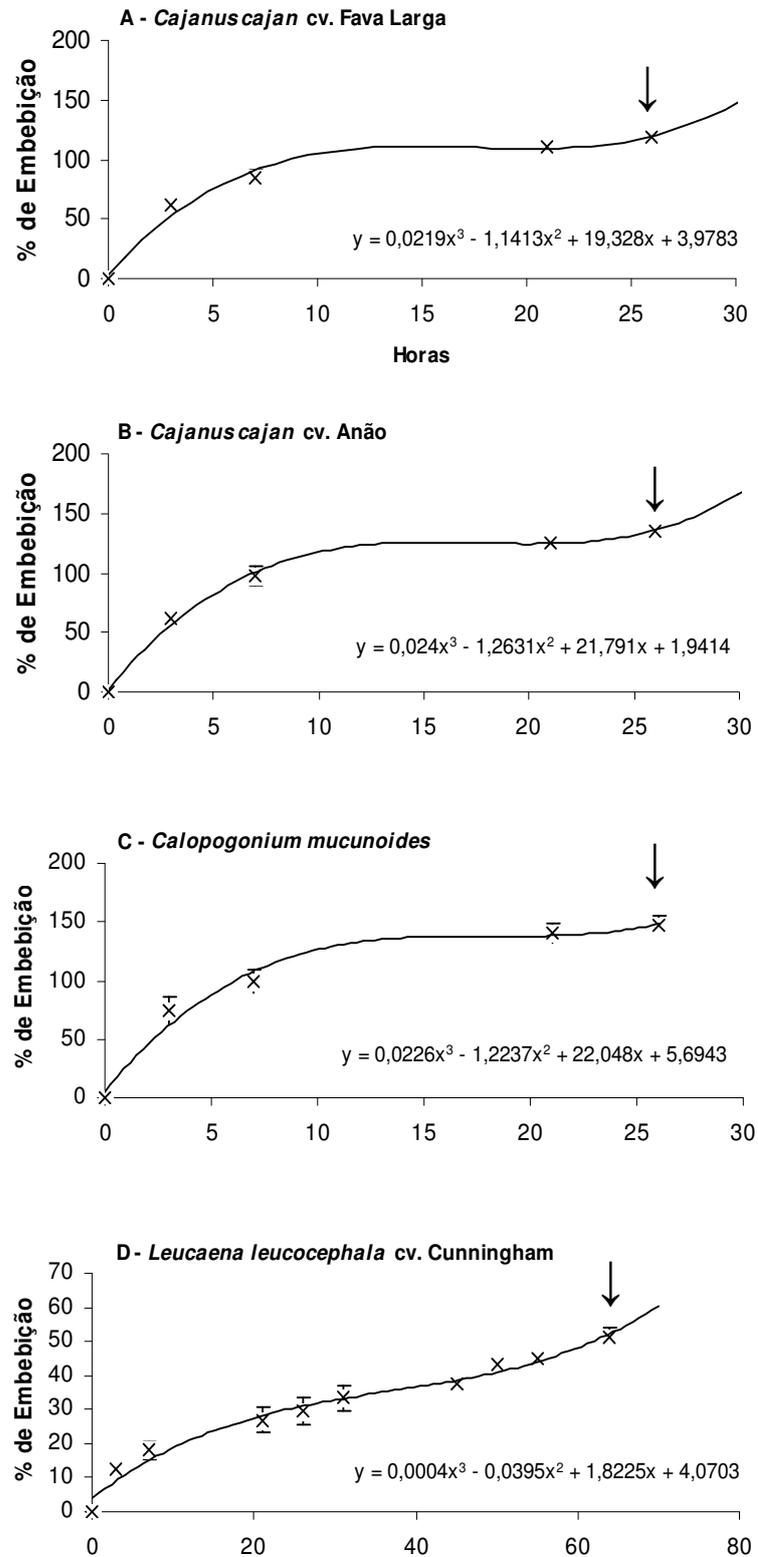


FIGURA 07. Caracterização inicial – Velocidade de embebição das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. As barras verticais indicam o erro padrão das médias. As setas indicam o início da germinação visível das sementes. Notar a diferença na escala de horas das sementes de *Leucaena leucocephala* para as demais espécies/variedades.

4.1.5. Germinabilidade Inicial

Os resultados indicaram grande similaridade no padrão de germinação das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e *Cajanus cajan* cv. Anão, que apresentaram porcentagens médias finais de germinação de 83,5% e 82% respectivamente (FIGURA 09), atingindo valores próximos a estes logo no segundo dia de contagem (FIGURAS 8A e B). As sementes de *Calopogonium mucunoides* também apresentaram germinabilidade relativamente alta ($G = 80,5\%$), alcançada no oitavo dia após o início do experimento (FIGURAS 08C e FIGURA 9).

Já as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, ao contrário das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão e *Calopogonium mucunoides*, nas quais se notou alta porcentagem de germinação nos primeiros dias e rápido declínio, apresentaram distribuição polimodal dos tempos de germinação ao longo dos 15 dias de observação (FIGURA 08D), com porcentagem média final de germinação de 39% (FIGURA 09). Tal variação provavelmente ocorreu devido à existência de dormência física nas sementes que restringe a embebição simultânea das mesmas.

Os resultados obtidos para a germinação das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham permite constatar a insuficiência dos 16 dias utilizados, para a análise da germinabilidade das mesmas, já que a curva de germinação não indica uma estabilização no 16º dia (FIGURA 09).

A análise da germinabilidade das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão e *Calopogonium mucunoides* permite constatar a boa qualidade dos lotes das mesmas, já que a alta germinabilidade média final garantiria alta probabilidade de estabelecimento das plantas no campo. Para a utilização das sementes em plantios do tipo monocultura, a alta germinabilidade inicial é um fator importante, que garante homogeneidade de porte da planta na utilização das mesmas como feno e silagem, bem como homogeneidade de estágio de maturação dos frutos para a colheita. Quanto às sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, nada se pode afirmar sobre a qualidade do lote das mesmas devido à baixa germinabilidade, já que índices de germinabilidade abaixo de 50% são comuns para a espécie (KLUTHCOUSKI, 1980). Seria interessante a aplicação de teste de tetrazólio, que verifica a ausência/presença da atividade metabólica na semente, para uma análise mais confiável do lote de sementes.

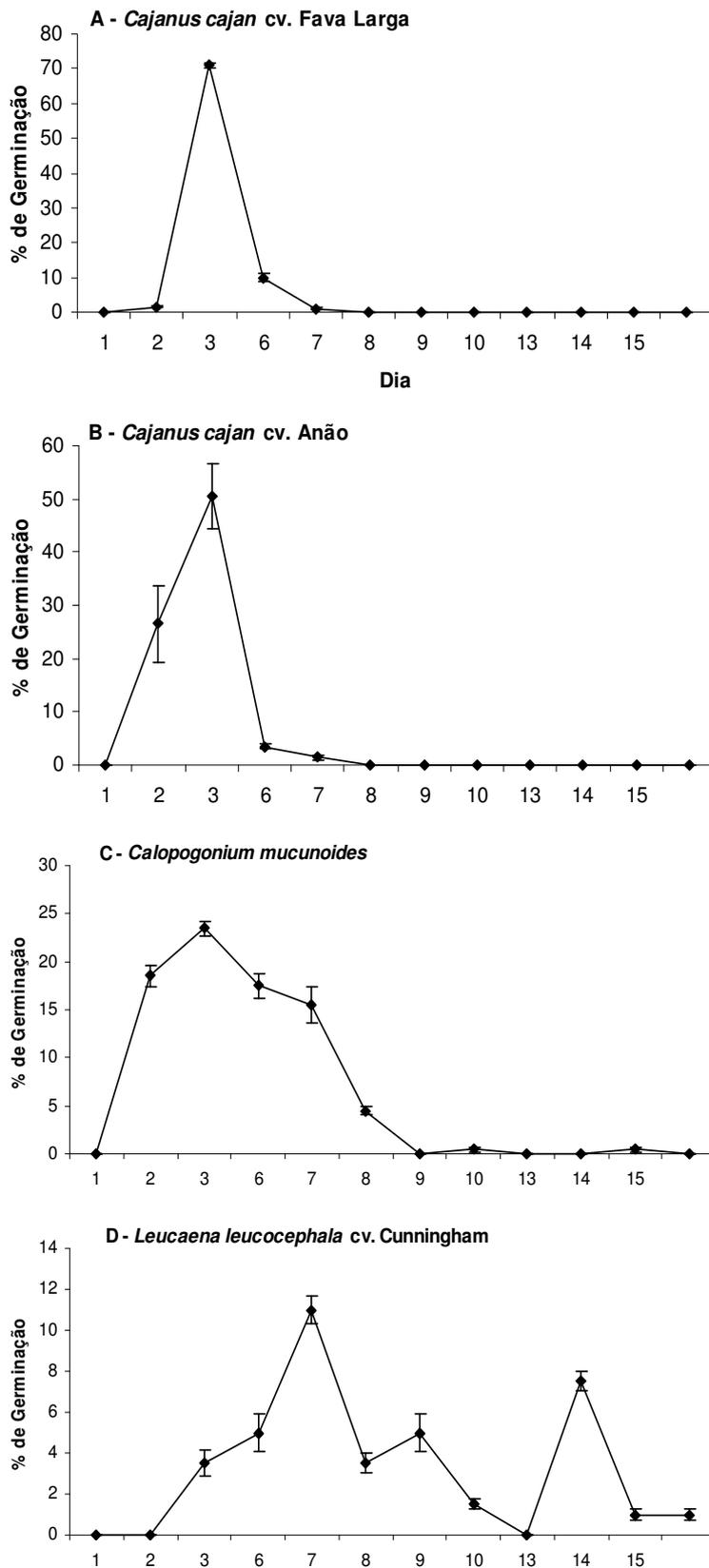


FIGURA 08. Caracterização inicial – Germinação de sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em sala climatizada, sob luz branca contínua à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

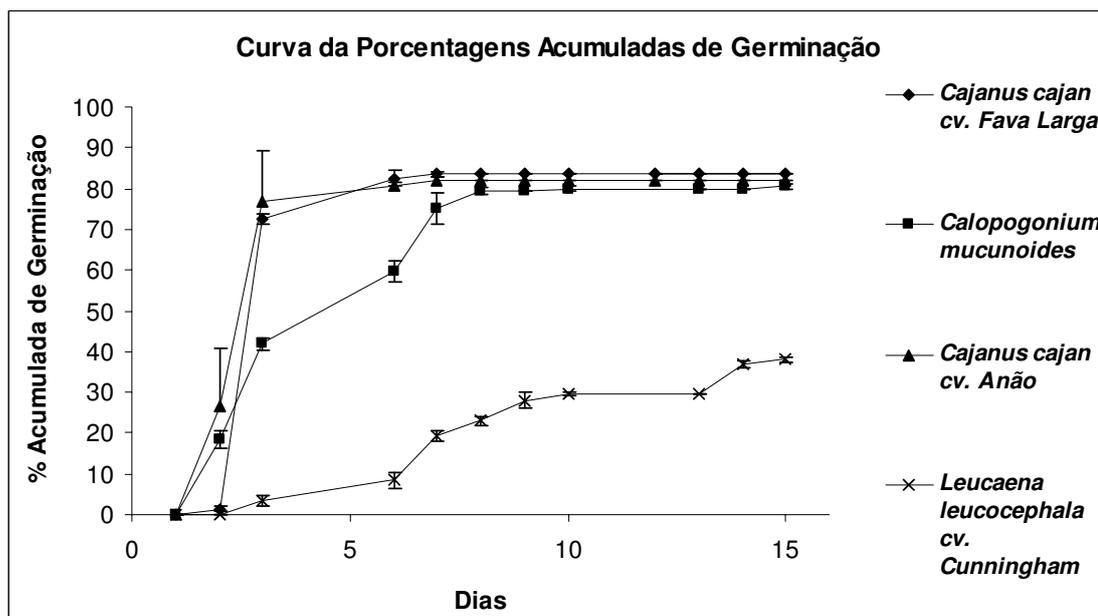


FIGURA 09. Caracterização inicial – Germinação acumulada de sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em sala climatizada, sob luz branca contínua à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

4.2. Triagem das Sementes

A contabilização das sementes recuperadas (R) das fezes animais foi realizada durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2008.

A coleta das sementes nas fezes foi realizada por um período de 36 horas após a ingestão das mesmas pelo gado, baseado em ensaios onde se verificou queda na taxa de eliminação de sementes nas fezes após este período. Gardener et al. (1993) cita acentuada perda da viabilidade de sementes de leguminosas forrageiras recuperadas de fezes bovinas após 36 horas de ingestão das mesmas, causada por ação do suco gástrico e de microorganismos presentes no sistema digestivo.

Os dados da triagem das sementes são apresentados na FIGURA 10 e FIGURA 12.

Porcentagem de Recuperação de Sementes Não-Danificadas

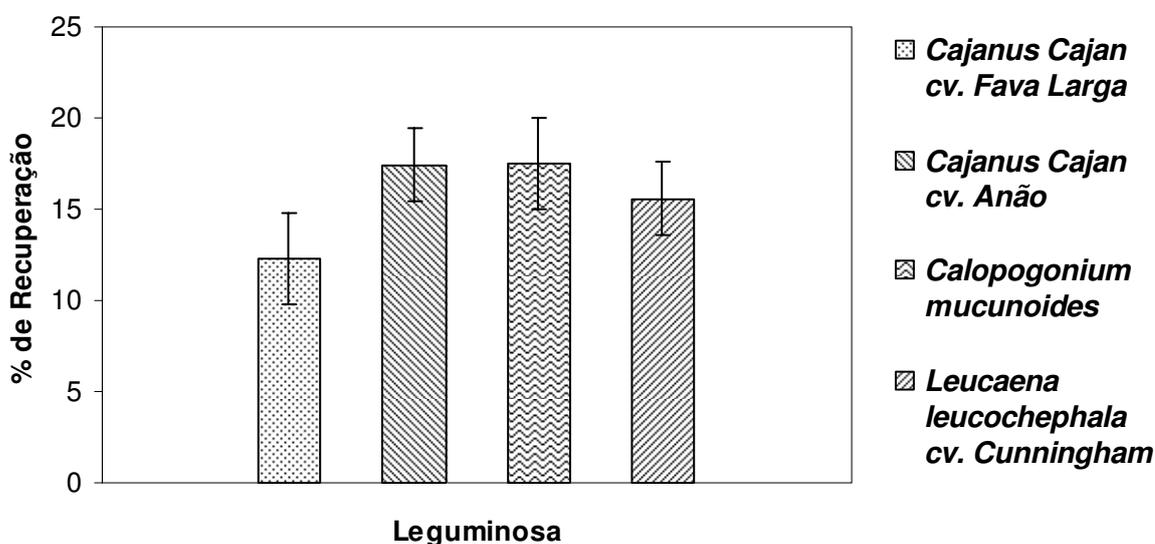


FIGURA 10. Porcentagem de recuperação de sementes sem dano tegumentar aparente de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em fezes após passagem pelo trato digestivo de bovinos, durante 36 horas após ingestão. As barras verticais indicam o intervalo de confiança (ao nível de 95%), segundo Clopper & Pearson (1934) apud Labouriau (1983).

A recuperação das sementes não danificadas nas fezes indicou pequenas variações entre as leguminosas analisadas. Sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham apresentaram as menores porcentagens de recuperação, respectivamente 12,3% e 15,6%, o que pode estar relacionado ao tamanho relativamente grande das sementes (TABELA 02). Segundo Simão Neto & Jones (1987) sementes grandes são mais propensas a danos causados pela mastigação, pois uma pequena fissura aberta no tegumento da semente é o suficiente para que substâncias digestivas e microorganismos presentes no suco gástrico às desintegram durante o processo de digestão. A maior porcentagem de recuperação das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em relação às sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga pode estar relacionada ao fato de possuírem grande quantidade sementes duras (aproximadamente 62%). Segundo Simão Neto & Jones (1987), sementes que apresentam tegumento duro resistem melhor aos danos causados pela pressão dos dentes durante a mastigação, do que sementes com tegumento mole, já que ficam entremeadas no material fibroso ingerido, não sendo afetadas diretamente pelos dentes dos animais.

As sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão e *Calopogonium mucunoides* apresentaram as maiores porcentagens de recuperação, 17,4% e 17,48%, respectivamente. Provavelmente a alta porcentagem de recuperação das sementes de *Calopogonium mucunoides* ocorreu devido ao fato dessas apresentarem as menores sementes dentre as espécies/variedades analisadas. Já a alta taxa de recuperação das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão foi algo inesperado, considerando-se o fato de que as sementes de *Leucaena leucocephala*, que possuem provavelmente volume médio similar e apresentam altas proporções de sementes duras, obtiveram menor taxa de recuperação de sementes em fezes. A forma arredondada das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, que poderia ser considerada fator positivo na obtenção de maiores taxa de recuperação de sementes em relação à forma achatada das sementes de *Leucaena leucocephala*, pode ser desconsiderada já que sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, que também possuem forma arredondada, obtiveram a menor taxa de recuperação, 12,3%.

Na FIGURA 11 são apresentadas relações entre o comprimento, largura e peso das leguminosas testadas neste trabalho e respectivas taxas de recuperação de sementes em fezes. Nota-se que, em relação à largura (FIGURA 11B), provavelmente sementes maiores de 4,5mm tendem a diminuir rapidamente a sua porcentagem de recuperação nas fezes. O peso médio das sementes também se mostrou como possível característica influenciável na taxa de recuperação de sementes (FIGURA 11C), já que seu aumento provocou diminuição na taxa de recuperação de sementes nas fezes. Já o comprimento médio da semente não se mostrou claramente um fator importante na taxa de recuperação de sementes.

Apesar da possibilidade das características físicas das sementes terem influenciado as porcentagens de recuperação das sementes em fezes, pode-se admitir também que tais diferenças nas taxas de recuperação ocorreram devido ao acaso, já que não foi realizado qualquer teste estatístico que comprovasse a associação entre elas.

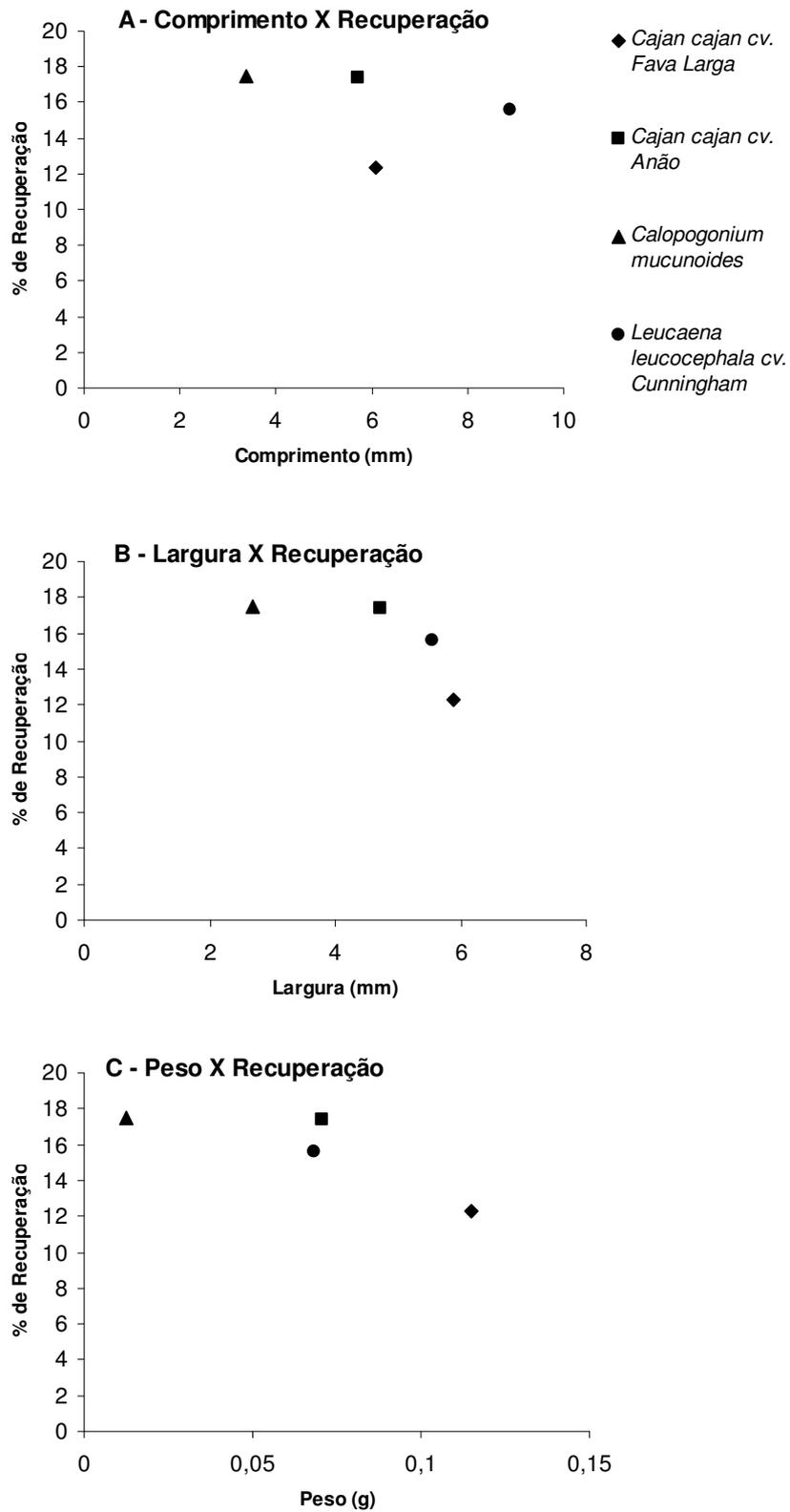


FIGURA 11. Gráficos da relação entre variáveis: comprimento (A) / largura (B) / peso (C) das sementes de *Cajanus cajan cv. Anão*, *Cajanus cajan cv. Fava Larga*, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala cv. Cunningham*, quanto à porcentagem de recuperação das sementes em fezes.

Já Gardener et al. (1993), em trabalho onde quantificaram eliminação de sementes nas fezes bovinas, de oito espécies gramíneas e dez espécies leguminosas forrageiras, encontraram taxa de recuperação de 28% para sementes de *Cajanus cajan* cv. Royes, e 80% para *Leucaena leucocephala* cv. Peru. No trabalho desses autores, o período de coleta das sementes se estendeu até que cessasse a eliminação das mesmas nas fezes, e as sementes recuperadas não passaram pelo processo de mastigação, pois foram introduzidas diretamente no rúmen animal através de fístulas; condições essas que podem ter sido responsáveis por resultados tão diferentes, em comparação com o trabalho aqui apresentado.

Gonçalves et al. (2007), trabalhando com sementes da leguminosa *Prosopis juliflora* Sw. D.C., que possuem forma oblonga, 5mm de comprimento e achatadas, conseguiram recuperar 25% das sementes ingeridas por bovinos, sem danos aparente. No entanto, os autores estenderam o período de coleta de sementes até que cessasse a eliminação das mesmas nas fezes.

Doucette et al, (2001) em trabalho onde ofereceram uma quantidade conhecida de sementes de *Rosa woodsii* Lindl, *Symphoricarpos albus* L., *Petalostemom purpureum* Vent., *Lotus corrtilatus* L., *Pascopyrom smithii* Rydb A. Love, *Nassella viridula* Trin e *Ratibida columnifera* Nutt na alimentação de garrotes (bovinos machos jovens) e quantificaram a recuperação das mesmas nas fezes durante sete dias, notaram a grande variabilidade de resultados apresentados na taxa de recuperação de sementes. As porcentagens de recuperação variaram de 6 a 83% e foram ocasionados, segundo os autores, pelas diferenças de tamanho e características do tegumento das sementes analisadas.

Gökbülak (2002) notou em seu trabalho que a recuperação de 50% das sementes ingeridas por bisão americano (*Bison bison* L.) ocorreu entre 30 e 54 horas após a ingestão, e encontrou padrão de recuperação de sementes com pico após 24 horas da ingestão dessas, com contínuo decréscimo.

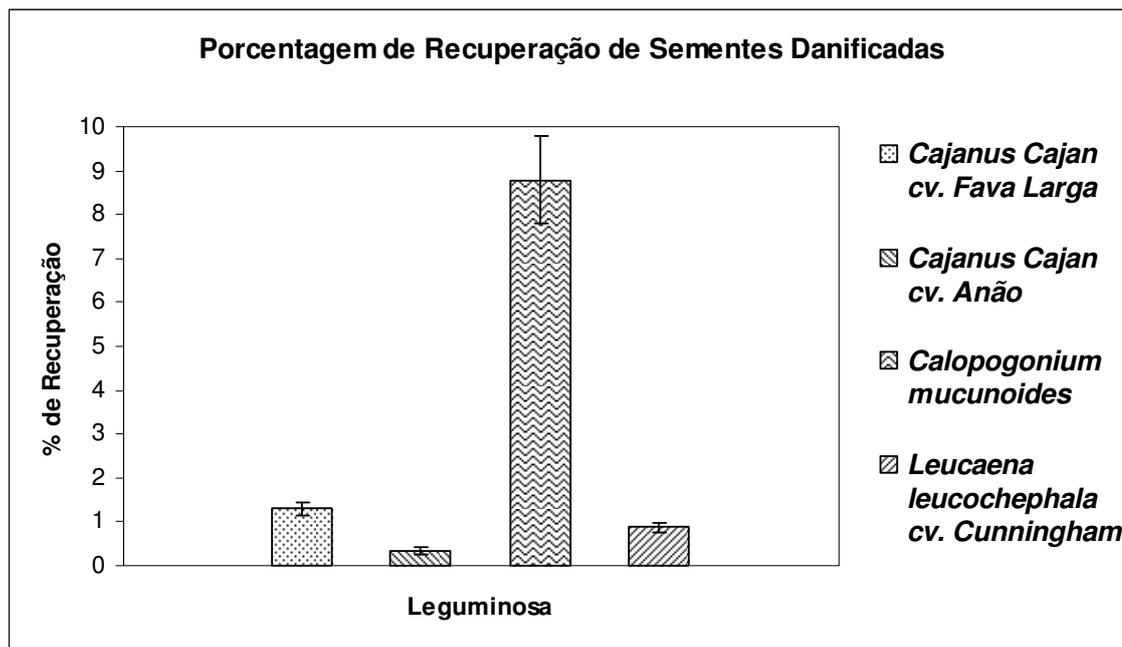


FIGURA 12. Porcentagem de recuperação de sementes com dano tegumentar aparente de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham em fezes após passagem pelo trato digestivo de bovinos, durante 36 horas após ingestão. As barras verticais indicam o intervalo de confiança (ao nível de 95%), segundo Clopper & Pearson (1934) apud Labouriau (1983).

Com exceção das sementes de *Calopogonium mucunoides*, a recuperação de sementes danificadas de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham se apresentou baixa, com $R = 0,34\%$, $R = 1,3\%$ e $R = 0,87\%$ respectivamente. Este fato ocorreu provavelmente devido à coloração escura das sementes e à perda de sua forma original, que as tornam pouco visíveis nas fezes. Já as sementes danificadas de *Calopogonium mucunoides* apresentaram maior taxa de recuperação, $R = 8,79\%$, explicado pela coloração amarela da mesma, que a torna bem distinguível nas fezes.

4.3. *Ensaio de Germinação das Sementes Recuperadas*

4.3.1. *Ensaio em Condições Controladas*

4.3.1.1. *Substrato: Papel Filtro*

O teste de germinação utilizando como substrato, papel filtro, foi conduzido por 16 dias durante o mês de Março de 2008, com todas as leguminosas simultaneamente, em sala climatizada. O período pré-estabelecido de 16 dias foi utilizado baseando-se em vários trabalhos consultados (BLACKSHAW & RODE, 1991; GARDENER et al., 1993; GARDENER et al., 1993b; GÖKBULAK, 2002; MOUISSIE et al., 2005).

O teste de germinação das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga apresentou grande variação no valor da germinabilidade média (G), onde as sementes *in natura* (controle) apresentaram $G = 76,4\%$, enquanto as sementes que passaram pelo trato digestivo dos animais (tratamento) apresentaram germinabilidade média final de 8% ($p < 0,05$). Os resultados da germinabilidade são apresentados na FIGURA 13A. A análise da germinação média diária das sementes controle e tratamento (FIGURA 14A) revelou um alto sincronismo, já que houve apenas um pico de germinação no terceiro dia (gráfico unimodal). Notou-se uma queda na germinabilidade das sementes controle, $G = 76,4\%$, em relação à germinabilidade apresentada na caracterização inicial das mesmas, $G = 83,5\%$, fato que pode estar relacionado à redução na viabilidade durante o armazenamento, já que entre os dois testes houve um intervalo de aproximadamente três meses.

Quanto ao índice de velocidade média de germinação (V_m) das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o tratamento, $V_m = 0,3 \text{ d}^{-1}$, e o controle $V_m = 0,31 \text{ d}^{-1}$ (FIGURA 15A).

Para as sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, os dados obtidos através do teste de germinação indicaram que a passagem das sementes pelo trato digestivo dos bovinos foi responsável por uma redução na germinabilidade média das sementes, de $G = 81,6\%$ no controle, para $G = 4\%$ no tratamento ($p < 0,05$). Os dados de germinabilidade são apresentados na FIGURA 13B. A germinação diária das sementes *in natura* (FIGURA 14B) mostrou-se, assim como nas sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, alta sincronia, com pico de germinação no terceiro dia (gráfico unimodal).

Não foi possível a realização da análise estatística para comparação da velocidade média de germinação entre controle e tratamento das sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, pois

apenas uma réplica das sementes que passaram pelo trato digestivo animal (tratamento) apresentou germinação de sementes.

O teste de germinação das sementes de *Calopogonium mucunoides* apontou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre a germinabilidade média das sementes *in natura*, $G = 80,8\%$, e a germinabilidade média das sementes que passaram pelo trato digestivo do animal, $G = 67,2\%$ (FIGURA 13C). Notou-se sincronia na germinação diária das sementes (FIGURA 15C), observando-se um único pico de germinação das sementes do tratamento no segundo dia, e das sementes do controle no terceiro dia.

Pelo teste de germinação das sementes de *Calopogonium mucunoides*, pode-se inferir que o tratamento, $V_m = 0,34 \text{ d}^{-1}$, causou uma aceleração significativa ($p < 0,05$) na velocidade média de germinação em relação ao controle, $V_m = 0,23 \text{ d}^{-1}$ (FIGURA 15B).

Os dados obtidos no teste de germinação das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham indicaram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na germinabilidade média entre tratamento, $G = 40,08\%$, e controle, $G = 38,02\%$ (FIGURA 13D). A análise da germinação diária (FIGURA 14D) revelou que as sementes recuperadas das fezes apresentaram um pico de germinação no terceiro dia, com alto sincronismo (gráfico unimodal). Já nas sementes *in natura*, verifica-se uma germinação sem sincronismo com picos no terceiro, quarto, oitavo, décimo segundo e décimo quinto dia (gráfico polimodal).

A análise dos dados da velocidade média de germinação das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham indicou que a passagem das mesmas pelo trato digestivo bovino foi responsável por uma aceleração significativa ($p < 0,05$) na velocidade de germinação das sementes tratadas, $V_m = 0,24 \text{ d}^{-1}$, em relação ao controle, $V_m = 0,16 \text{ d}^{-1}$, (FIGURA 15C).

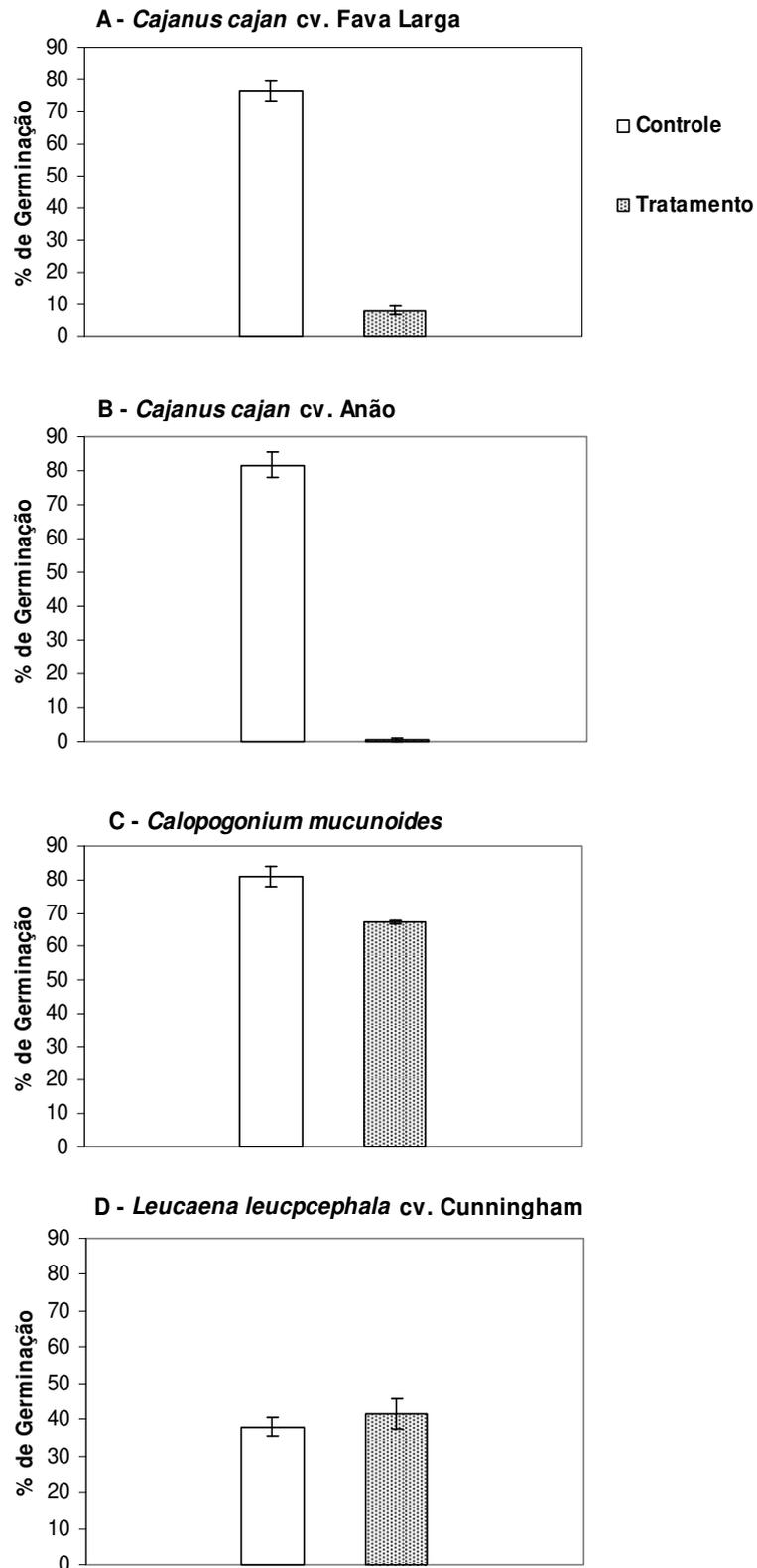


FIGURA 13. Germinabilidade média de sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Cajanus cajan* cv. Anão (B), *Calopogonium mucunoides* (C) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (D) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), após 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

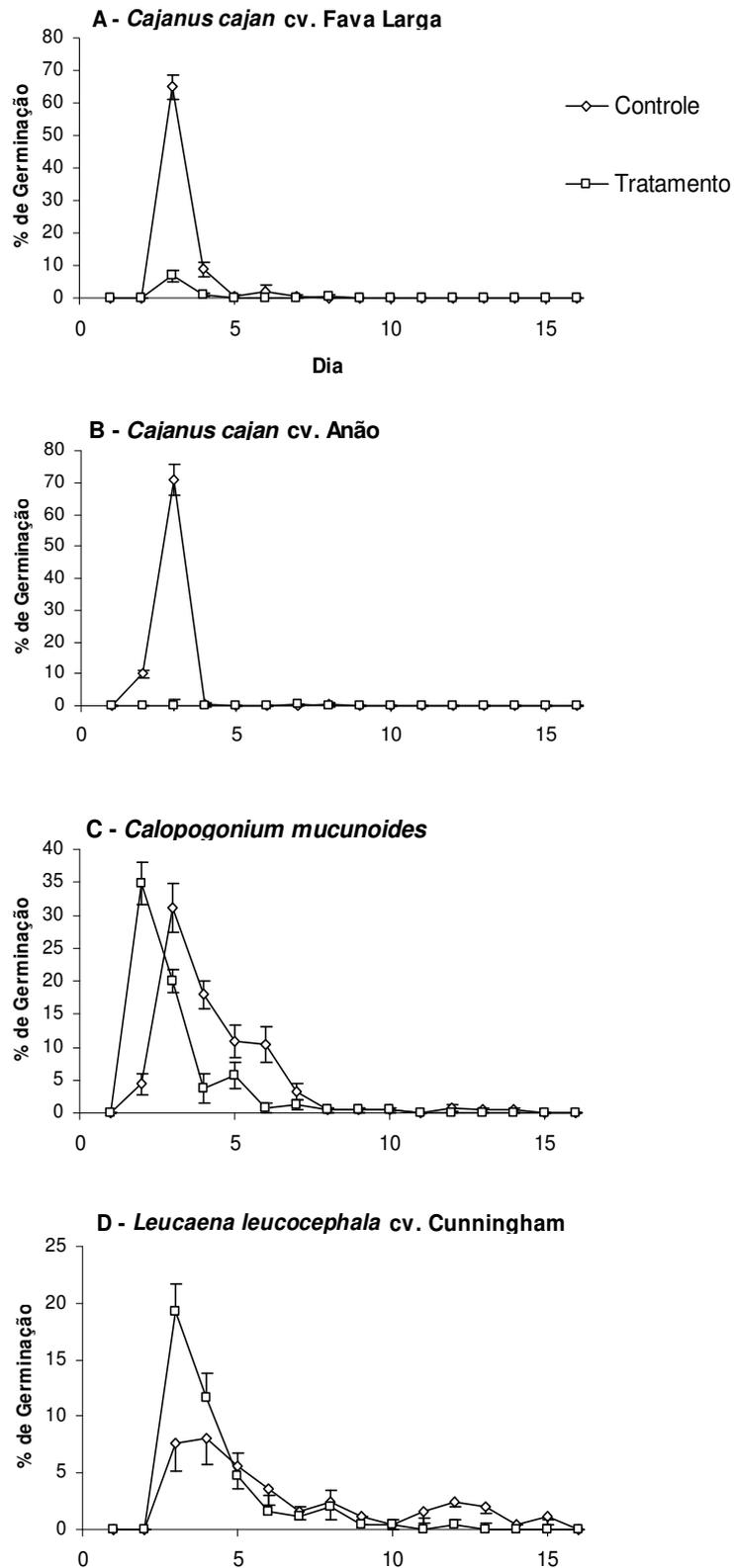


FIGURA 14. Germinação diária das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Cajanus cajan* cv. Anão (B), *Calopogonium mucunoides* (C) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (D) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), durante 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

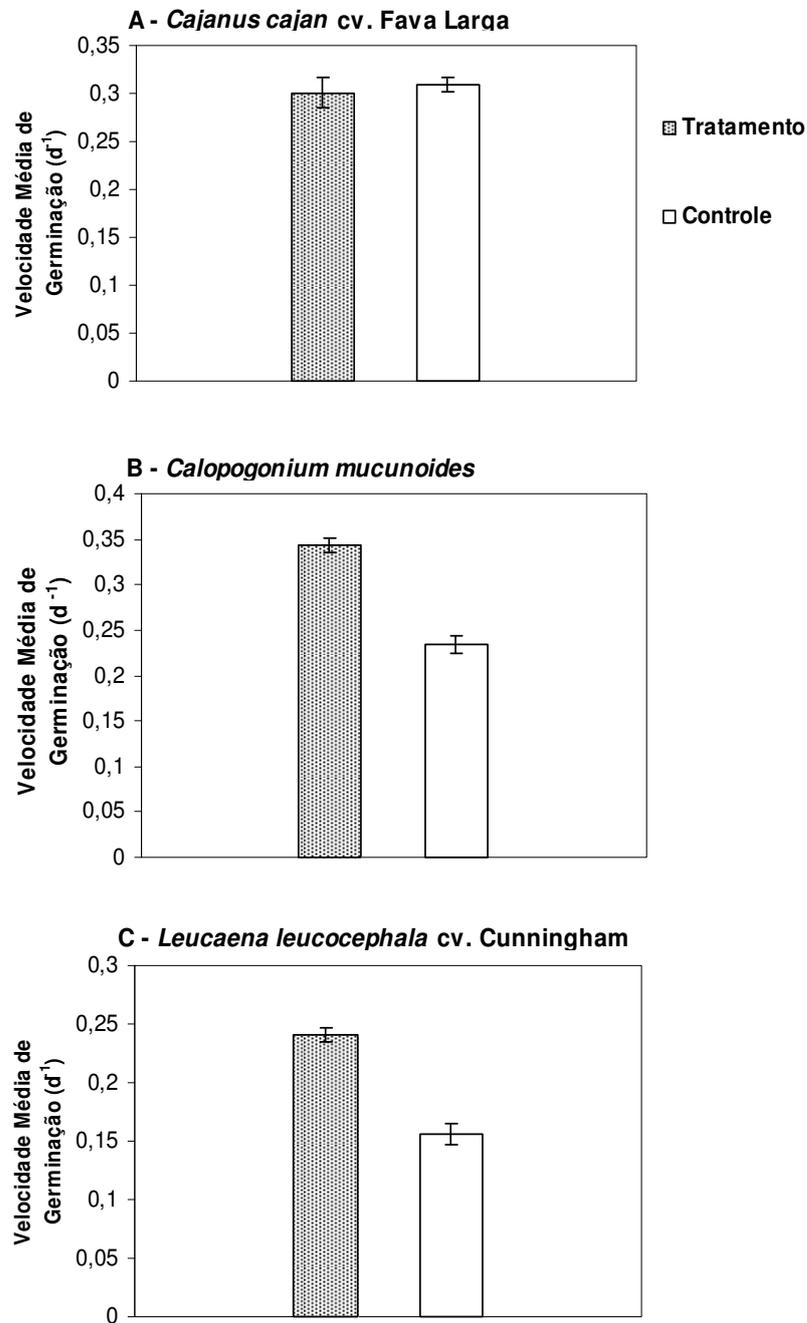


FIGURA 15. Velocidade média de germinação das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo de bovinos (tratamento), após 16 dias em sala climatizada, sob luz branca contínua, à temperatura de 26 ± 2 °C em papel filtro. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

Nota-se, portanto, que a passagem das sementes de *Cajanus cajan* pelo trato digestivo de bovinos reduz drasticamente sua viabilidade. Gardener et al. (1993b) trabalhando com a germinabilidade de 24 espécies de leguminosas forrageiras, onde as sementes eram mantidas por 48 horas no rúmen de bovinos, sendo introduzidas e retiradas através das fístulas, encontraram redução de 100% na germinação de sementes de *Cajanus cajan* cv. Royes e atribuíram este resultado ao fato das sementes de *Cajanus cajan* possuírem tegumento pouco resistente. Assim, durante a passagem das sementes pelo trato digestivo dos animais, há rompimento da testa das sementes devido à embebição, o que torna o tegumento ainda menos resistente aos movimentos digestivos e facilita a entrada de substâncias digestivas e microorganismos presentes no suco gástrico, os quais deterioram facilmente o material embrionário presente no interior da semente. No entanto, as poucas sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga que conseguiram germinar após a passagem pelo trato digestivo do animal não apresentaram modificação na velocidade média de emergência, sugerindo que em tais sementes, a permanência em condições estressantes (suco gástrico, alta temperatura e alta umidade) no sistema digestivo bovino ocorreu por tempo reduzido. Borges et al. (1992) testando o efeito do envelhecimento artificial na germinação e vigor de sementes da leguminosa *Piptadenia communois*, onde as sementes ficaram sob condições de temperatura constante de 35°C e umidade relativa do ar de 100%, perceberam que só ocorreram alterações significativas nos padrões fisiológicos das sementes que permaneceram mais de 16 horas em tais condições. Tal fato aumenta a probabilidade de que as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga que germinaram, permaneceram pouco tempo no trato digestivo do animal. Já as sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão apresentaram germinação praticamente nula, sugerindo que, mesmo que a permanência no sistema digestivo possa ter sido por tempo reduzido, a viabilidade das sementes foi comprometida pelo contato com o suco gástrico. Isso deve ter ocorrido provavelmente pelas sementes possuírem o tegumento ainda menos resistente do que o tegumento de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, já que a duração das fases I e II do processo de embebição é praticamente o mesmo (23 horas) para as duas variedades.

A passagem de sementes de *Calopogonium mucunoides* pelo trato digestivo de bovinos reduziu em 17% sua germinabilidade, que foi de 80,8% nas sementes *in natura* e 67,2% nas sementes eliminadas nas fezes. Gardener et al. (1993b) apontam uma redução de 89% na germinabilidade de sementes de *Calopogonium mucunoides* que permaneceram 48 horas no rúmen de bovinos. A diferença encontrada nas porcentagens de redução de germinabilidade entre os trabalhos pode ter ocorrido por diferenças morfológicas existentes nas sementes entre os lotes analisados, provavelmente devido a condições ambientais específicas durante a

maturação das mesmas (JANZEN, 1985). O teste de germinação também indicou aceleração na velocidade média de germinação das sementes que passaram pelos animais. Borges et al. (1992) verificaram aceleração na velocidade de germinação de sementes de *Piptadenia communois* que permaneceram entre 16 e 20 horas sob condições de envelhecimento artificial (35°C e 100% de umidade relativa do ar), o que, segundo os autores, pode ser atribuído ao fato das sementes já terem sofrido pré-embebição durante o tratamento. Portanto, é possível que as sementes de *Calopogonium mucunoides* possuam tegumento mais resistente que as sementes de *Cajanus cajan*, já que provavelmente sofreram embebição durante a passagem pelo trato digestivo bovino. Tais sementes, apesar de terem sofrido mudanças na velocidade média de germinação, reduziram em poucos pontos percentuais sua germinabilidade (FIGURA 13C). Segundo Ferreira et al. (2004), que testaram o efeito do envelhecimento artificial na germinação e vigor sementes da leguminosa *Copaifera langsdorffii*, a redução na germinabilidade das sementes recuperadas nas fezes é ocasionada pelo esgotamento dos tecidos de reserva e desestruturação do sistema de membranas das organelas nucleares da semente sob condições de estresse prolongado. Desse modo, é possível que as sementes de *Calopogonium mucunoides* que permaneceram mais tempo no trato digestivo dos animais não germinaram devido ao esgotamento do tecido de reserva e/ou desestruturação do sistema de membranas das organelas nucleares, responsáveis pela redução de 17% na germinabilidade média das sementes eliminadas nas fezes em relação às sementes *in natura*.

Os dados obtidos com o teste de germinação para as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham indicaram que não houve diferença significativa na germinabilidade das sementes que passaram pelos animais em comparação com as sementes *in natura*, resultado também encontrado por Gardener et al. (1993b) trabalhando com o mesmo cultivar. Quanto à velocidade média de germinação, notou-se que a passagem das sementes pelos animais resulta em aceleração da mesma, possivelmente devido à pré-embebição das “sementes moles” quando no trato digestivo bovino. Portanto, é provável que devido à maior dureza do tegumento das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, as condições ambientais estressantes durante a passagem da semente pelo interior do gado não foram tão impactantes ao material germinativo como foram para as sementes de *Calopogonium mucunoides*, já que não houve redução na germinabilidade média das sementes, apesar da passagem ter alterado a velocidade média de germinação. Provavelmente não houve significativa quebra de dormência das sementes que passaram pelo trato digestivo animal, fato que aumentaria a proporção de sementes germinadas.

4.3.1.2. Substrato: Fezes

O teste de germinação de sementes utilizando as próprias fezes do gado como substrato, foi conduzido durante 34 dias nos meses de Maio e Junho de 2008, com todas as leguminosas simultaneamente em sala climatizada. O acompanhamento da germinação foi interrompido ao 34º dia, quando todas as sementes não germinadas já haviam se deteriorado.

A estimativa da quantidade média de sementes semeadas por bandeja aluminizada, a quantidade de bandejas aluminizadas utilizadas e o total de sementes semeadas para cada espécie/variedade de leguminosa são apresentadas na TABELA 05.

TABELA 05. Estimativa da quantidade média de sementes semeadas por bandeja aluminizada, quantidade de bandejas aluminizadas utilizadas e o total de sementes semeadas em fezes para *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Cajanus cajan* cv. Anão, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

Espécie/Variedade	Estimativa da média de sementes semeadas / bandeja	Quantidade de bandejas utilizadas	Total de sementes semeadas
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	9	8	72
<i>Cajanus cajan</i> cv. Anão	11	8	88
<i>Cajanus cajan</i> cv. Fava Larga	12	8	96
<i>Calopogonium mucunoides</i>	13	8	104

No acompanhamento do experimento, não foi notada a emergência de plântulas de *Cajanus cajan* cv. Anão, *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e de *Calopogonium mucunoides*. Já para as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, contabilizou-se 9,7% de sementes emergidas.

Durante o experimento, não houve germinação de sementes de *Cajanus cajan* cv Anão em fezes, indicando que a passagem das sementes pelos animais as tornou inviáveis. Já as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, apesar de germinarem, e as plântulas fixarem suas radículas no substrato e emergirem, essas não conseguiram se desenvolver e expandir o primeiro par de folíolos – parâmetro utilizado para definir uma semente emergida – apresentando sinais de murcha e posterior morte. Apesar de algumas plântulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham terem conseguido expandir seus folíolos, G = 9,7%, essas apresentaram, no entanto, sinais de mal desenvolvimento, como folíolos tortuosos e quebradiços com manchas avermelhadas. Segundo Janzen (1985), a morte prematura de plântulas germinadas em fezes

ocorre por ação de microorganismos patogênicos presentes em grande quantidade no substrato. No entanto, outro fator a ser considerado é a possível toxidez do substrato para as plântulas/plantas. Segundo Braz et al. (2002), a matéria orgânica é atacada naturalmente por bactérias e fungos decompositores que a transforma em partículas inorgânicas, sendo observado durante este processo variações de pH, de temperatura e de concentrações das formas de nitrogênio (nitrogênio inorgânico, nitrito, nitrato e amônia) no substrato. A manutenção de condições estáveis de temperatura, luminosidade e umidade do substrato pode ter potencializado a ação destes microorganismos decompositores, o que pode ter ocasionado variações acentuadas de pH, de temperatura e de formas de nitrogênio nas fezes. Tais variações acentuadas podem ter sido responsáveis por tornar o substrato inadequado ao crescimento das plântulas. Em condições de campo, tais variações são menos acentuadas, já que normalmente em dois dias, dependendo das condições ambientais, uma placa de fezes torna-se totalmente seca, diminuindo a densidade e atividade de microorganismos decompositores (BRAZ et al., 2002).

Gardener et al. (1993) analisando a germinação de oito leguminosas e crescimento das plântulas em fezes após passagem das sementes pelo trato digestivo de bovinos, observaram que as sementes de *Cajanus cajan* não apresentaram sinais de germinação. Já para *Leucaena leucocephala*, observaram 49% de sementes germinadas nas fezes após 29 dias de duração do experimento. Possivelmente, a diferença observada entre a germinabilidade de sementes de *Leucaena leucocephala* encontrada por Gardener et al. (1993), $G = 49\%$, e o presente trabalho, $G = 9,7\%$, tenha ocorrido devido ao fato de, em seu trabalho, Gardener et al. (1993) terem analisado a germinação das sementes em campo, na época de seca (sob condições não controladas de temperatura, umidade e luminosidade).

4.3.2. *Ensaio em Casa de Vegetação (condições semi-controladas)*

4.3.2.1. *Semeadura direta*

O experimento para determinação do índice da velocidade de emergência utilizando como substrato mistura de areia, vermiculita e plantmax[®] foi conduzido durante 21 dias, nos meses de Março e Abril de 2008 sob condições semi-controladas de temperatura e luminosidade ambiente.

Os resultados obtidos no teste de índice de velocidade de emergência (IVE) para as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga indicaram que a diferença de valores encontrados

entre as sementes que passaram pelo trato digestivo animal (tratamento), IVE = 0,13, e as sementes *in natura* (controle), IVE = 0,27 (FIGURA 16A), não foi significativa ($p > 0,05$). No entanto, devido apenas 8% das sementes que passaram pelo trato digestivo bovino (tratamento) terem conseguido germinar, o resultado do teste pode ter sido pouco preciso quanto à existência de diferenças significativas no índice de velocidade de emergência.

Em sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão, as sementes *in natura* apresentaram índice de velocidade de emergência igual a 0,51. Já as sementes recuperadas das fezes não germinaram, de modo que não foi possível a realização de análise estatística dos dados.

Para sementes de *Calopogonium mucunoides*, notou-se que a passagem pelo trato digestivo, IVE = 0,39 foi responsável por um retardo significativo na velocidade de emergência (FIGURA 16B) em relação às sementes *in natura*, IVE = 0,63. Já em *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, a passagem das sementes pelo trato digestivo de bovinos, IVE = 0,29, não ocasionou mudança significativa na velocidade de emergência em relação às sementes *in natura*, IVE = 0,2 (FIGURA 16C).

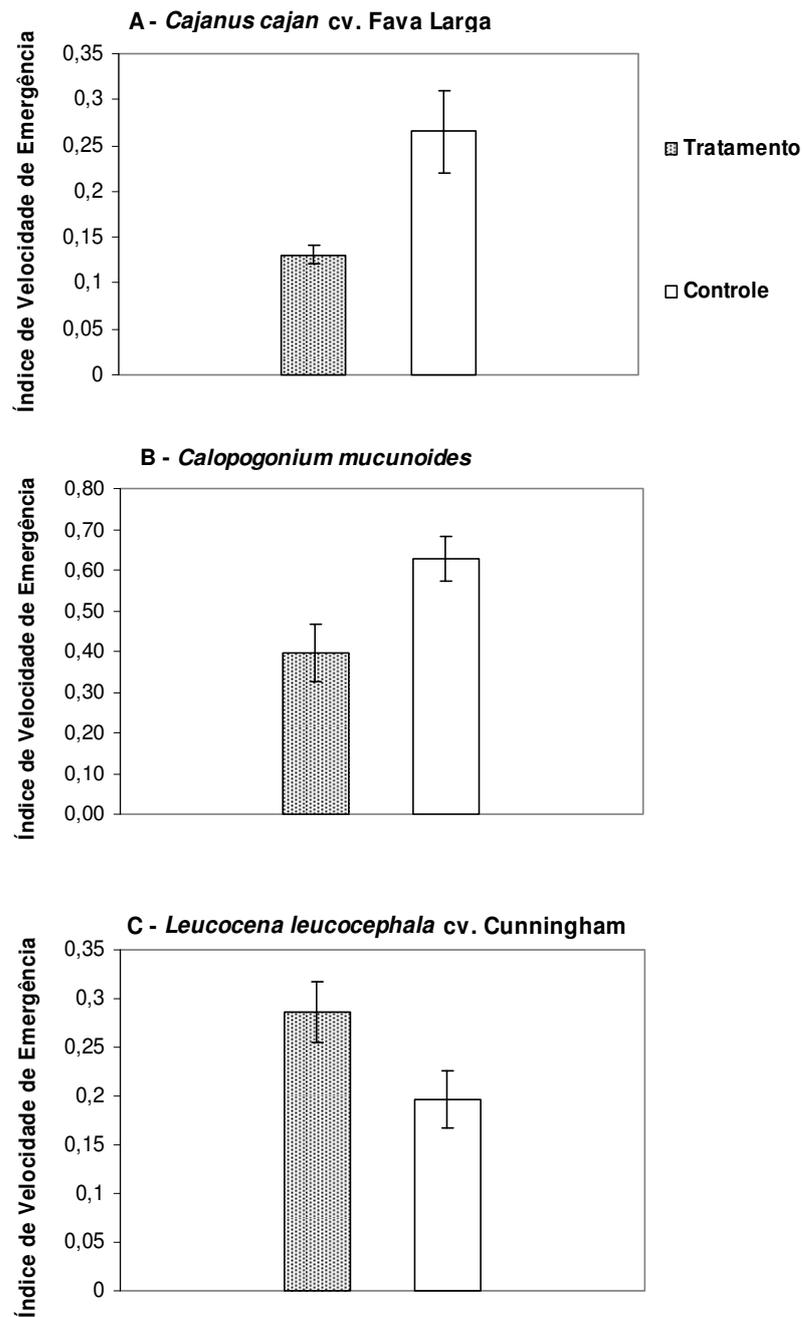


FIGURA 16. Índice de velocidade de emergência de sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle) e após passagem pelo trato digestivo animal (tratamento), sob condições não controladas de temperatura e luminosidade, utilizando como substrato mistura de areia, vermiculita e plantimax®. As barras verticais indicam o erro padrão das médias.

Nota-se, portanto, que somente para as sementes de *Calopogonium mucunoides* a passagem das pelo trato digestivo dos animais alterou o índice de velocidade de emergência, onde se notou um retardo significativo. Borges et al. (1992) analisando o efeito do envelhecimento artificial em sementes de *Piptadenia communois*, notaram que após 20 horas de permanência das sementes em condições constantes de estresse (35°C e 100% de umidade relativa do ar), houve redução no vigor das sementes devido à redução na quantidade de reserva de nutrientes da semente. Segundo Perry (1972) apud Carvalho & Nakagawa (1983), “vigor de sementes é uma propriedade fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa sua capacidade de dar rapidamente origem a uma plântula no solo, bem como melhorar sua capacidade de resistir a uma série de fatores ambientais. A influência do vigor da semente pode persistir durante a vida da planta e afetar a produção”. No entanto, a redução no índice de velocidade de emergência de sementes de *Calopogonium mucunoides* não é fator limitante para dispersão por bovinos já que tais plantas podem perfeitamente se desenvolver até o estágio adulto e deixarem, apesar de em menor quantidade, propágulos férteis.

Já para as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, a passagem das sementes pelo trato digestivo bovino não ocasionou variação significativa no índice de velocidade de emergência. Para as sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, provavelmente a permanência por curto período nas condições estressantes (suco gástrico, temperatura e umidade) do sistema digestivo bovino não afetou o IVE, sendo que a permanência por mais tempo das sementes no sistema digestivo provavelmente ocasiona perda total de viabilidade. Para as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, a dureza do tegumento pode ter protegido as sementes dessas condições estressantes do sistema digestivo, o que não permitiu a ocorrência de alteração no índice de velocidade de emergência.

4.3.2.2. Crescimento das Plântulas Transplantadas

O acompanhamento do desenvolvimento das plântulas/plantas ocorreu durante o mês de Junho de 2008, durante 24 dias, período estabelecido durante o experimento quando as plantas começaram a competir por luz. O experimento foi realizado em condições semi-controladas de temperatura e luminosidade ambiente.

Os resultados obtidos com a medição da altura média das plantas de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga indicou que a passagem das sementes pelo trato digestivo bovino (tratamento)

ocasionou um crescimento significativamente mais lento nas plantas ($p < 0,05$) em comparação com aquelas cujas sementes não passaram pelos animais (FIGURA 17A).

Não foi possível o acompanhamento do crescimento das plantas de *Cajanus cajan* cv. Anão, assim como a análise estatística dos resultados, pois não foi notada germinação sementes que passaram pelo trato digestivo bovino.

As plantas de *Calopogonium mucunoides* cujas sementes passaram pelo trato digestivo dos animais (tratamento) apresentaram crescimento significativamente mais lento ($p < 0,05$) que as plântulas cujas sementes não passaram pelos animais (FIGURA 17B).

O acompanhamento do crescimento das plantas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham não indicou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as plantas cujas sementes passaram pelo trato digestivo bovino, em comparação com as plantas cujas sementes não passaram pelos animais (FIGURA 17C).

Assim como no teste de determinação do índice de velocidade de emergência das plântulas (vide item 4.3.2.1.), nota-se que a passagem de sementes com tegumento pouco resistente, caso das sementes de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga e *Calopogonium mucunoides* (Gardener et al. 1993), pelo trato digestivo de bovinos causa alterações nos padrões fisiológicos da semente, como o crescimento da plântula. Segundo Ferreira et al. (2004), sementes que passam por condições de estresse apresentam menor atividade de enzimas hidrolíticas, as quais são responsáveis pela mobilização das reservas para o crescimento do embrião. Portanto, modificações sutis na estrutura e composição das sementes, que não podem ser detectadas com testes de germinação e emergência da plântula, ficam claras na análise de crescimento. No entanto, apesar do crescimento mais lento das plantas cujas sementes passaram pelos animais em relação às sementes que não passaram pelos mesmos, é importante ressaltar que – assim como mencionado para *Calopogonium mucunoides* – este fato não é fator limitante para que as sementes sejam dispersas por bovinos, já que não impossibilita que as plantas cheguem ao estágio adulto e possam dispersar seus propágulos.

Já as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham não apresentaram modificação no padrão de crescimento das plantas entre as sementes *in natura* e as que passaram pelo sistema digestivo bovino, o que, segundo Janzen (1985), pode ocorrer devido à proteção que o tegumento rígido forneceu ao embrião da semente, funcionando como eficiente isolante do meio externo.

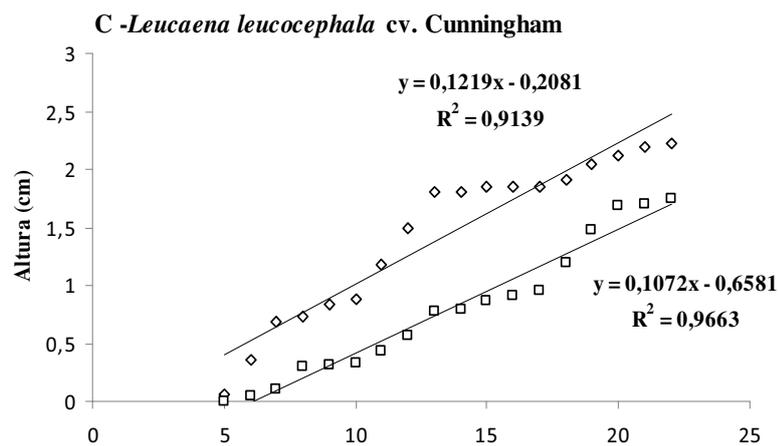
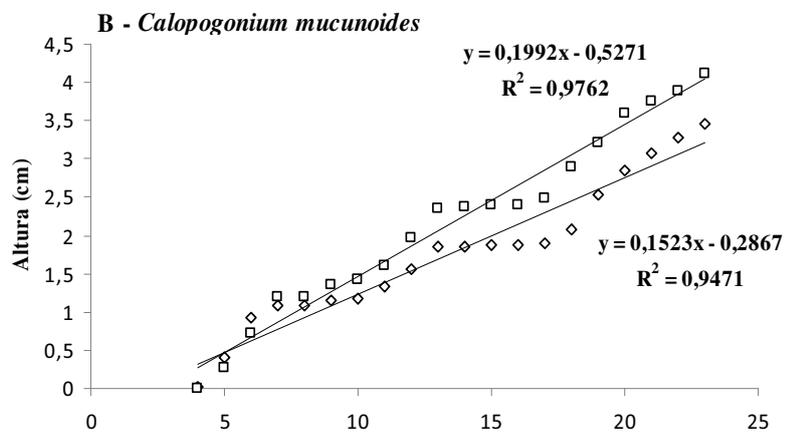
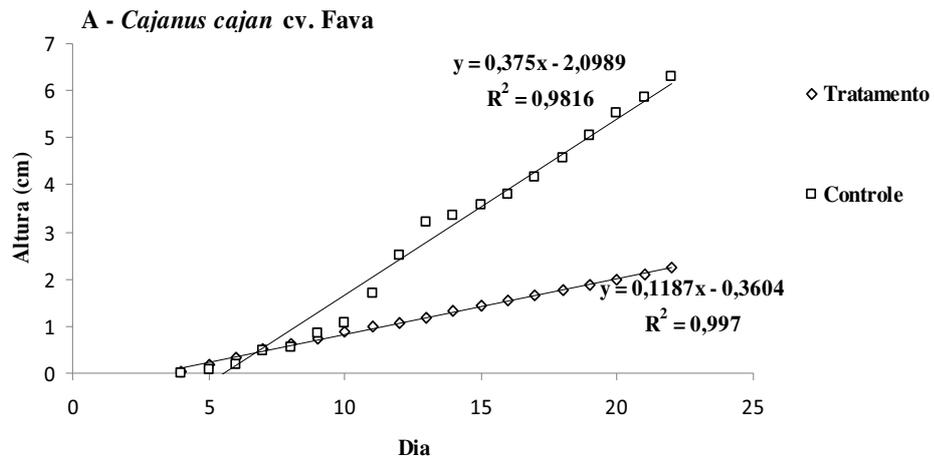


FIGURA 17. Retas de comparação das alturas médias das plantas de *Cajanus cajan* cv. Fava Larga (A), *Calopogonium mucunoides* (B) e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (C) *in natura* (controle), utilizando mistura de areia, vermiculita e plantimax[®] como substrato sob condições não controladas de temperatura e luminosidade.

A análise dos dados referentes à porcentagem de recuperação de sementes e aos testes de vigor das sementes recuperadas (germinabilidade, velocidade média de germinação, índice da velocidade de emergência e altura da plântula) permite inferir que o gado bovino pode ser um bom dispersor de sementes apenas para as espécies *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, devido basicamente à dureza do tegumento. Essa dispersão pode interferir positivamente na distribuição e densidade das plantas no pasto, ainda mais eficientemente se houver um manejo dos animais e da pastagem proposto por Melado (2003), onde piquetes contendo apenas plantas de interesse na dispersão funcionarão como “banco de sementes”, e onde os animais terão acesso somente quando as plantas estiverem com as sementes maduras penduradas nas vagens. Após a ingestão das mesmas, os animais poderão ser levados a piquetes de interesse para posterior dispersão. O manejo dos animais e da pastagem tende a aumentar a área de distribuição da espécie, já que o gado tende utilizar com mais frequência áreas perto de bebedouros e de descanso, o que concentraria os propágulos em áreas localizadas. Malo & Suarez (1995) estudando a ação de bovinos na dispersão de sementes e densidade de indivíduos da leguminosa *Biserrula pelecinus* L. em pastagem, encontraram um aumento de quatro vezes na quantidade de sementes nas fezes e aumento na frequência dos indivíduos de *B. pelecinus* L. na pastagem, que variou de 8% até 20% após quatro anos do início da produção das sementes desta leguminosa ali introduzida, confirmando a eficiência dos animais como responsáveis pela persistência da espécie no campo.

Já a compra de sementes de *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham para fornecimento aos animais, junto à ração, para posterior dispersão, não apresenta custo/benefício compensatório, pois apenas uma baixa porcentagem de sementes íntegras será eliminada nas fezes.

O fato de não ocorrer emergência de plântulas a partir de sementes de *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham depositadas nas fezes animais, não pode ser considerado um fator limitante na dispersão das sementes, já que o pisoteio, o efeito da chuva e, principalmente, a ação de besouros coprófagos que enterram uma placa de fezes em até 48 horas (MACEDO, 1999) podem alterar o substrato da semente, criando um micro-ambiente mais favorável à germinação e crescimento da plântula. Segundo Vulinec (2002), sementes de árvores tropicais ingeridas por primatas e depois defecadas na superfície do solo sofrem alta pressão de predação por roedores, insetos e fungos que destroem as sementes. Como resultado de seu hábito alimentar, os besouros coprófagos enterram as sementes, provendo refúgio a estes ataques (VULINEC, 2002). Provavelmente as fezes bovinas em

condições ambientais de campo não são tóxicas para as sementes, pois devido ao ressecamento das mesmas, a densidade de microorganismos potencialmente patogênicos e modificadores das características físico/químicas do substrato é rapidamente diminuída (BRAZ et al., 2002).

Já para sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão e *Cajanus cajan* cv. Fava Larga, o gado bovino não pode ser considerado um bom dispersor já que a passagem pelo trato digestivo dos mesmos reduz drasticamente sua viabilidade.

De qualquer modo, são necessários mais estudos envolvendo principalmente a eficiência de ingestão de sementes pelos animais e o vigor das mesmas em campo, no sentido de confirmar a hipótese de que os bovinos possam atuar como dispersores de *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham.

5. CONCLUSÕES

A utilização de bovinos como agentes dispersores de sementes de *Cajanus cajan* cv. Anão e *Cajanus cajan* cv. Fava Larga é inviável em termos de custo-benefício para o produtor.

Para as sementes de *Calopogonium mucunoides* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, o gado bovino pode ser utilizado como um agente dispersor de sementes.

6. BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Sementes Florestais Tropicais. Brasília: **ABRATES**, 1993. p.84-86.
- ARONOVICK, S.; ROCHA, G. L. Gramíneas e Leguminosas Forrageiras de Importância do Brasil Central Pecuário. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 132, p. 3-13, 1985.
- BEIGUELMAN, B. Curso prático de bioestatística. 3ª Ed. Ribeirão Preto: **Revista Brasileira de Genética**, 1994.
- BLACKSHAW, R. E.; RODE, L. M. Effect of Ensiling and Rumen Digestion by Cattle on Weed Seed Viability. **Weed Science**, Canadá, v. 39, n. 1, p. 104-108, 1991.
- BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D.S.; BORGES, R. C. G. Alterações Fisiológicas em Sementes de Jacaré (*Piptadenia communis*) Submetidas ao Envelhecimento Precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 1, p. 9-12, 1992.
- BRAZ, S.P., NASCIMENTO J. R. D., CANTARUTTI, R.B. Aspectos Quantitativos de Reciclagem de Nutrientes Pelas Fezes de Bovinos Sob Pastejo em Pastagem de *Brachiária decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 858-865, 2002.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: Estabelecimento do Processo. In: FERREIRA, Alfredo Gui; BORGHETTI, Fabian. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 5, p. 95-108.

- CARNEIRO, S. C. Desafios e Perspectivas para a Pesquisa e Uso de Leguminosas em Pastagens Tropicais: Uma Reflexão. In: Encontro Sobre Leguminosas, 2º., 2008, Nova Odessa. **Encontro**, 2007. p. 163-168.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes ciência, tecnologia e produção. Campinas: **Fundação Cargill**, 1983. p. 274.
- CASTRO, J. R.; DUTRA, A. S. Influência do Tamanho das Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) Cv. Cunningham na Germinação e no Vigor. **Brasileira de Sementes**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 88-90, 1997.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e Reativação do Metabolismo. In: FERREIRA, Alfredo Gui; BORGHETTI, Fabian. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 9, p. 149-162.
- CHACON, E.; STOBS, T.H. Influence of Progressive Defoliation of a Grass on the Eating Behaviour of Cattle. **J. Agric. Res**, Austrália, v. 27, p. 709-727, 1976.
- COPELAND, L. O. Rules for testing seeds. Association of Official Seed Analysts. **Journal of Seed Technology**, v. 3, n. 1, p. 126, 1978.
- COSYNS, E.; CLAERBOUT, S.; LAMOOT, I.; HOFFMANN, M. Endozoochorous Seed Dispersal by Cattle and Horse in a Spatially Heterogeneous Landscape. **Plant Ecology**, n. 178, p. 149-162, 2005.
- DEMINICIS, B. B.; ALMEIDA, J. C. C.; BLUME, M. C.; ARAÚJO, S. A. C.; PÁDUA, F. T.; ZANINE, A. M.; JACCOUD, C. F. Superação da Dormência de Sementes de Oito Leguminosas Forrageiras Tropicais. **Arch. Zootec**, v. 55, n.212, p. 401-404, 2006.
- DONNELLY, E.D. Persistence of Hard Seed in *Vicia* Lines Derived From Interspecific Hybridization. **Crop Science**, Madison, v.10, n.6, p.661-662, 1970.

- DOUCETTE, K. M.; WITTENBERG, K. M.; McCaughey, W. P. Seed Recovery and Germination of Reseeded Species Fed to Cattle. **Journal of Range Management**, Minitoba, Canadá, v. 54, n. 5, p. 575-581, 2001.
- FENNER, M. Seed Ecology. **Chapman and Hall Ltd.** New York. 1985.
- FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A. F.; GEMAQUE, R. C. R. Qualidade Fisiológica de Sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) Envelhecidas Artificialmente. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 35, n.1, p. 82-86, 2004.
- FERNANDES, C. D.; GROF, B., CARVALHO, J. Escarificação Mecânica de Sementes de *Stylosanthes* spp. com Beneficiadora de Arroz. **EMBRAPA – GADO DE CORTE**. n. 60, p. 1-4, 2000.
- FIGUEROA, J.A; CASTRO S.A. Effects of Bird Ingestion on Seed Germination of Four Woody Species of the Temperate Rainforest of Chiloé Island. **Plant Ecology**, Chile, n.160, p. 17-23, 2002.
- SUITER FILHO, W.; LISBÃO JUNIOR, L. Influência da Umidade Relativa nas Características Umidade, Germinação, Vigor e Peso Específico das Sementes de *Eucalyptus saligna* SM. **IPEF**, Piracicaba, n.6, p.39-53, 1973.
- FRANKE, L. B.; BASEGGIO, J. Superação da Dormência de Sementes de *Desmodium incanum* DC. e *Lathyrus nervosus* Lam. **Revista Brasileira de Sementes**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 182-186, 1998.
- GARDENER, C J; MCIVOR, J G; JANSEN, A. Passage of Legume and Grass Seeds Through the Digestive Tract Of Cattleand Their Survival in Faeces. **The Journal Of Applied Ecology**, Townsville, v. 30, n. 1, p. 63-74, 1993.

- GARDENER, C J; MCIVOR, J G; JANSEN A. Survival of Seeds of Tropical Grasslands Species Subjected to Bovine Digestion. **The Journal Of Applied Ecology**, Townsville, v. 30, n. 1, p.75-85, 1993b.
- GODOY, R.; DÜBBERN DE SOUZA, F. H. Dormência em Sementes de Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Revista **Brasileira de Zootecnia**, São Carlos, Brasil, v. 33, n. 6, p. 2201-2205, 2004.
- GÖKBULAK, L. Effect of American Bison (*Bison bison* L.) on the Recovery and Germinability of Seeds of Range Forage Species. **Blackwell Science**, Istambul, Turquia. v. 57, p. 395-400, 2002.
- GONÇALVES, G. S.; Andrade, L. A.; Gonçalves, E.; Oliveira, C. F. T.; Moura, M. A., Ferreira, H. V.; Dias, J. T., Gomes, V. S.; Fernandes, A. A. Influência de Bovinos na Dispersão e na Invasão Biológica da Algaroba (*Prosopis Juliflora* Sw. D.C.) na Caatinga. In Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Brasil, 2007.
- GRUBB, P.J. The Maintenance of Species-Richness in Plant Communities: the Importance of the Regeneration Niche. **Biological Reviews**, n. 52, p. 107- 145, 1977.
- JANZEN, D.H. How Fast and Why do Germinating Guanacaste Seeds (*Enterolobium cyclocarpum*) Die Inside Cows and Horse. **Biotropica**, n. 17, p. 322-325, 1985.
- KLUTHCOUSKI, J. Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura. Brasília: **EMBRAPA-DID**, 1980, 12p.
- LABOURIAU, L. G. **A Germinação das Sementes**. Edições OEA, Washington, 1983.
- LABOURIAU, L. G. On the Physiology of Seed Germination in *Vicia gramínea* SM. **Academia brasileira de Ciências**, São Paulo, Brasil, v. 42, n. 2, p. 235-262, 1970.

- LOURENÇO, A.J.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. Desempenho de Bovinos em Pastagens de Soja Perene Exclusiva e Green Panic Fertilizado com Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.27, n.1, p.16-22, 1998.
- MACEDO, J.D.B. Besouros Coprófagos: Os Insetos Benéficos das Pastagens. **Revista Bahia Agrícola**, vol. 3, n. 3, 1999.
- MACHADO, L. A. Z.; DENARDIN, R. N.; JACQUES, A. V . A Percentagem e Dureza do Tegumento de Sementes de Três Espécies Forrageiras Recuperadas em Bezês Ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 42-45, 1997.
- MAGUIRE, J.D. Speed of Germination: Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. **Crop Scienc**i, v.2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARIN, A.; SANTOS, D.M.M.; BANZATOO, D.A.; FERRAUDO, A.S. Germinação de Sementes de Guandu Sob Efeito da Disponibilidade Hídrica e de Doses Subletais de Alumínio. **Bragantia**, Campinas, Brasil, v. 63. n. 1, 2004.
- MARTINS, C.C.; SILVA, W.R.; CARVALHO, D.D. Efeitos de Tratamentos Térmicos Sobre o Desempenho de Sementes de Panicum maximum Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996, p.277-279.
- MELADO, J. A Prática no Manejo Voisin. In: MELADO, Jurandir. **Pastoreio Racional Voisin: Fundamentos, aplicações e projetos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. p. 65.
- MESQUITA, E.E.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; PEREIRA, O.G.; PINTO, J.C. Efeitos de Métodos de Estabelecimento de Braquiária e Estilosantes de Doses de Calcário, Fósforo e Gesso Sobre Alguns Componentes Nutricionais da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2186-2196, 2002.

- MOUISSIE, A. M.; VEEN, C. E. J. V. D.; VEEN, G. F.; DIGGELEN, R. V. Ecological Correlates of Seed Survival After Ingestion by Fallow Deer. **Functional Ecology**, Groningen, Holanda, n.19, p. 284–290, 2005.
- OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de Tratamentos Pré-Germinativos, Temperatura e Luminosidade na Germinação de Sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, Brasil, v.2, n. 4, p. 268-274, 2007.
- OLIVEIRA, I. B. **Eficiência na Fixação de Nitrogênio por RIZHOBIIUM spp.** 1989. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Unesp, Rio Claro, 1989.
- PAKEMAN, R.J.; DIGNEFFE, G.; SMALL, J.L. Ecological correlates of endozoochory by herbivores. **Functional Ecology**, n. 16, 296–304, 2002.
- PEREIRA, J. M. **Utilização De Leguminosas Forrageiras Na Alimentação De Bovinos.** Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar.htm>>. Acesso em: 05 out. 2007.
- PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, Alfredo Gui; BORGHETTI, Fabian. **Germinação: Do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 7, p. 126-134.
- SCHUPP, E. W. Quantity, Quality and the Effectiveness of Seed Dispersal by Animals. **Vegetatio**, 1993.
- SERRATO-VALENTI, G.; CORNARA, L.; GHISELLINI, P.; FERRANDO M. Testa Structure and Histochemistry Related to Water Uptake in *Leucaena leucocephala* Lam. (De Wit). **Annals of Botany**, Gênova, Itália. n. 73. p. 531-537, 1994.

- SILVA, E.M.N. Determinação de Umidade. In.: PINA-RODRIGUES, F.C.M. (Coord.) Manual de Análise de Sementes Florestais. **Fundação Cargill**, Campinas, 1988.
- SIMAO NETO, M.; R.M. Jones; D. Ratclii. Recovery of Pasture Seed Ingested by Ruminants. 1. Seed of Six Tropical Pasture Species Fed to Cattle, Sheep and Goats. **Aust. J. Exp. Agr**, n.27, p.239-246, 1987.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C. Efeitos Alelopáticos do Calopogônio em Função de sua Idade e da Densidade de Sementes da Planta Receptora. **Planta Daninha**, Viçosa, Brasil, v.21, n.2, p.211-218, 2003.
- SOUZA FILHO, A. P. S. Influência da Temperatura, Luz e Estresses Osmótico e Salino na Germinação de Sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas Tropicales**, Belém, Brasil, v. 22, n.2, p. 47-53, 2002.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUTRA, S. Germinação de Sementes de Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). **Pasturas Tropicales**, Belém, Brasil, v. 20, n.3, p. 26-30, 2001.
- VILELLA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, Beneficiamento e Armazenamento. In: FERREIRA, Alfredo Gui; BORGHETTI, Fabian. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 17, p. 265-281.
- VULINEC, K. Dung Beetle Communities and Seed Dispersal in Primary Forest and Disturbed Land in Amazonia. **Biotropica**, Flórida, U.S.A. v. 34, n. 2, p. 297-309, 2002.

- BRCdigit@I Interativa do Campus de Rio Claro
- C@thedra - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Unesp

AUTORIZAÇÃO

Nome do autor: Evandro Afonso Nakao

RG: 42399648-4

Telefone: (17) 35225924

E-mail do autor: nakaojp@hotmail.com

(**X**) TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

Título: O papel do gado como potencial agente dispersor de sementes de leguminosas forrageiras

Palavras-chave: dormência física, trato digestivo, bovinos, germinação

Campus: Bela Vista

Curso de Graduação: Ecologia

Orientador: Victor José Mendes Cardoso

Co-orientador:

Banca: Victor José Mendes Cardoso, Massanori Takaki e Marco Aurélio Pizo.

(**X**) **AUTORIZO**, nesta data, a Universidade Estadual Paulista – UNESP, a publicar na BRCdigit@I Interativa e, futuramente, na C@thedra – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNESP, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da obra acima citada, em formato PDF, a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Assinatura do autor (aluno)

Data: 11 / 12 / 2008

Obs: Preencher este Termo em duas vias assinadas. Entregar junto com a Versão final do TCC em papel e a cópia digitalizada em formato PDF.