



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CAMPUS PROF. ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA



GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MUCUNA PRETA (*Mucuna aterrima*) EM
DIFERENTES TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA

NILLMAR MOTA DO NASCIMENTO

Biblioteca UESPI PHB
Registro Nº M1043
CDD 633.3
CUTTER N244g
V. _____ EX. 02
Data 11.1.06 13
Visto. _____

PARNAÍBA – PIAUÍ

2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CAMPUS PROF. ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA



**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MUCUNA PRETA (*Mucuna aterrima*) EM
DIFERENTES TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA**

NILLMAR MOTA DO NASCIMENTO

Monografia apresentada à Universidade Estadual Do Piauí – UESPI, Campus de Parnaíba, como parte das exigências para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

Coorientador: Dr. Herony Ulisses Mehl

PARNAÍBA – PIAUÍ

2012

Nascimento, Nillmar Mota do

Germinação de sementes de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) em diferentes tratamentos de quebra de dormência/ Nillmar Mota do Nascimento. Parnaíba, 2012. 48p.

Trabalho de conclusão de curso – TCC (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Estadual do Piauí, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

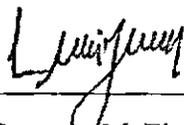
Coorientador: Dr. Herony Ulisses Mehl

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MUCUNA PRETA (*Mucuna aterrima*) EM
DIFERENTES TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA**

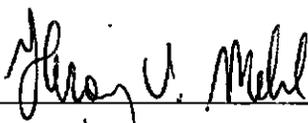
Monografia apresentada à Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus de Parnaíba, como parte das exigências para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Monografia apresentada em: 30/07/2012

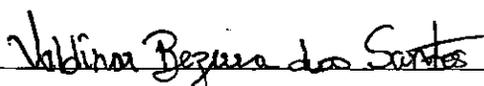
BANCA EXAMINADORA



D.Sc, Prof. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior (Orientador)
Universidade Estadual do Piauí – UESPI/Parnaíba



Eng. Agrônomo, D.Sc Jerony Ulisses Mehl (Coorientador)
Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba



D. Sc. Prof. Valdinar Bezerra dos Santos (Examinador)
Universidade Estadual do Piauí – UESPI/Parnaíba

DEDICATÓRIA

Dedicatória I: “dedico esta vitória a minha mãe que sempre esteve ao meu lado, concordando ou não com minhas decisões, e pronta a me apoiar e socorrer. Te amo mamãe!!! Muito Obrigado!!!!”

Dedicatória II: “dedico também a todos da minha família e amigos, pois ambos me incentivaram e me ajudaram em algum momento dessa minha vida acadêmica e social. Agradeço a todos vocês, muito obrigado e um grande abraço.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento I: “a Deus Todo Poderoso, pois é graças a meu senhor que estou realizando este sonho em minha vida, pois não conseguia sem sua iluminação e proteção”.

Agradecimento II: “a todos os professores que lecionaram na grade curricular que cursei e funcionários da UESPI, *Campus* de Parnaíba, na qual agradeço pela harmonia convivência, respeito e admiração.”

Agradecimento III: “a minha turma de graduação, pois é com eles que convivi desde o início de todo o curso, pelas nossas alegrias e experiências de trabalhos. Valeu galera!!!”

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Recomendação para o cultivo de adubos verdes	2
1.2 - Manejo de adubos verdes	5
1.3 - Manejo da fitomassa	6
1.4 - Formas de cultivo e utilização dos adubos verdes	8
1.5 - Cuidados fundamentais no uso da adubação verde	10
1.6 - Efeitos da adubação verde nas características do solo	11
2 - REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 - Descrições da espécie	16
2.2 - Sementes da espécie	17
2.3 - Dormência	18
2.3.1 - Definição	18
2.3.2 - Vantagens e desvantagens da dormência	18
2.3.3 - Causas de dormência	19
2.3.4 - Sementes duras	20
2.3.5 - Métodos de superação de dormência em sementes duras	21
2.3.6 - Métodos de escarificação com ácido sulfúrico concentrado	22
2.3.7 - Método de escarificação via calor úmido	23
2.4 - Idade e deterioração de sementes	24
3 - MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 - Local	26
3.2 - distribuições do tratamento	26
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 - CONCLUSÃO	30
6 - BIBLIOGRÁFICAS	31

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MUCUNA PRETA (*Mucuna aterrima*) EM DIFERENTES TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA

RESUMO – A mucuna preta (*Mucuna aterrima*), pertencente à família Fabaceae, tem sido utilizada como adubo verde devido ao seu alto potencial de fixação de nitrogênio atmosférico pela associação com bactérias do gênero *Rizobium* e supressão de nematóides por efeitos alopáticos. No entanto, quando cultivada no momento de renovação de culturas perenes ou anuais em rotação de cultura a mucuna preta pode-se transformar em um grande problema, pois, apresenta padrão de germinação escalonado e longevidade de sementes superior a 20 anos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de tratamentos para superação de dormência em 4 tratamentos diferentes: 1) Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, seguido em imediata lavagem em água corrente por 30 minutos; 2) Embebição em água à temperatura de 70°C por 30 segundos; 3) Utilização de sementes novas (sem tratamentos); 4) Utilização de sementes velhas (sem tratamentos). Cada tratamento foi realizado 3 repetições de 50 sementes por repetição. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), utilizando as percentagens médias de germinações. As médias foram submetidas ao teste de tukey a 5% de probabilidade. Os resultados observados foram que os métodos de imersão em ácido e uso de sementes novas (sem tratamentos), tiveram as melhores induções de germinação, sendo estatisticamente igual, enquanto o de embebição em água a 70°C e a de sementes velhas (sem tratamentos), foi estatisticamente inferior.

Palavras-chave: adubação verde; agroecologia; conservação do solo; fixação de nitrogênio.

GERMINATION OF SEEDS OF VELVET BEAN (*Mucuna aterrima*) IN BREACH OF DIFFERENT TREATMENTS DORMANCY

ABSTRACT - The velvet bean (*Mucuna aterrima*) belonging to the Fabaceae family, has been used as green manure due to its high potential for nitrogen fixation by association with bacteria of the genus *Rizobium* and suppression of nematodes per allopathic effects. However, when grown at the time of renewal of perennial or annual crop rotation velvet bean, it can become a big problem, therefore, shows a pattern of staggered germination and seed longevity of more than 20 years. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of treatments for breaking dormancy in four different treatments: 1) immersion in concentrated sulfuric acid for 15 minutes, followed by immediate washing in running water for 30 minutes, 2) Soaking in water at 70 ° C for 30 seconds, 3) the use of new seeds (no treatment), 4) use of older seeds (without treatment). Each treatment was performed three replicates of 50 seeds per replicate. The experimental design was completely randomized (CR), using the average percentages of germination. The means were tested with tukey at 5% probability. Results were the methods of immersion in acid and the use of new seeds (without treatment) had the best induction of germination, statistically similar, while soaking in water at 70 ° C and seed old (no treatment) , was significantly lower.

Key-words: green manure, agroecology, soil conservation, nitrogen fixation.

1 - INTRODUÇÃO

A mucuna preta (*Mucuna aterrima*) ocupa lugar de destaque entre as leguminosas pelo seu uso na recuperação de áreas degradadas, como forrageira na alimentação bovina, na fixação natural do nitrogênio no solo, na rotação de culturas, na descompactação do solo, causando efeitos alelopáticos e no controle de nematóides do solo. Sementes de leguminosas apresentam várias formas (elípticas, oblongas, lineares, ovóides e orbiculares), cores e tamanhos (Evangelista & Rocha, 1998). Os tegumentos das sementes são geralmente espessos, duros e, freqüentemente, impermeáveis à água (Musil, 1997).

A causa de dormência em sementes de mucuna preta, consistentemente, reside na dureza imposta pela impermeabilidade da casca à água, determinada por vários fatores que agem conjuntamente como idade e teor inicial de água da semente (Bewley & Black, 1994; Borges et al., 1980), deposição de substâncias cerosas sobre a camada externa das células paliçádicas, pericarpo e membrana nucelar (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989; Bewley & Black, 1994).

Quanto ao tamanho, diversos trabalhos têm encontrados resultados que relacionam positivamente tamanho da semente com o vigor (Deruba & Bhatt, 1972; Nass, 1973; Minela, 1979; Kalingarayer & Dharmalin, 1980; Façanha e Varela, 1987). Porém, este fato não é via de regra e pode variar entre lotes de procedência e/ou idades diferentes e dentro da mesma espécie (Alvin, 1975; Feldman, 1976; Frazão et al., 1983; Souza et al., 1996). Em outros trabalhos, quando se avaliou a produtividade, o tamanho da semente demonstrou ter pouca interferência. No caso de Souza et al. (1996), conduzindo experimento com *Calopogonium mucunoides*, o autor observou tendência das sementes dos tamanhos extremos apresentarem qualidade fisiológica inferior àquela das sementes de tamanho intermediário.

Associações entre tamanho das sementes e permeabilidade de seus tegumentos também têm sido feitas por alguns autores, principalmente em leguminosas. Nimer et al. (1983) e Souza et al. (1996) relataram em seus trabalhos com leguminosas que sementes menores apresentam maior impermeabilidade no tegumento, mas que suas taxas de absorção de água foram maiores nas primeiras horas de embebição.

Estudos relacionando permeabilidade do tegumento e qualidades fisiológicas das sementes de leguminosas levam a considerar que lotes de pior qualidade fisiológica absorvem água mais rapidamente (Rocha et al., 1984; Vieira, 1980; Souza et al., 1996).

Para Carvalho & Nakagawa (2000), a maior ou menor impermeabilidade do tegumento está relacionada à idade, sendo sua resposta variável com as condições de armazenamento e com a espécie da semente. Este efeito regulador do tegumento à difusão da água tem sido demonstrado por vários pesquisadores entre os quais Vieira (1980), que observou um aumento na absorção de água pela semente de soja com retardamento da colheita, o que indica um aumento na permeabilidade das membranas ocasionado pelo processo de deterioração.

Outros autores comentaram que sementes com teores iniciais de água menores apresentam melhor qualidade fisiológica (Rosseto et al., 1995) e, ainda, que existe relação entre o teor de água inicial das sementes e a qualidade fisiológica (Rosseto et al., 1997; Eira et al., 1993).

A obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica que apresentem uma pronta germinação e rápido estabelecimento de suas plântulas, bem como a manutenção deste vigor através do armazenamento eficaz e a utilização de parâmetros que permitam a classificação fisiológica entre diferentes lotes da mesma espécie, representam as metas prioritárias dentro do processo de produção de sementes.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento das sementes de mucuna preta quanto à dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento e avaliar dentre os métodos de escarificação ácida, calor úmido e idade das sementes, na qual apresenta o método mais eficiente para a germinação da mucuna preta.

1.1 - Recomendações para o cultivo de adubos verdes

Calegari (1987) afirmou ser necessário manter a preocupação quanto ao planejamento do uso dos solos; desenvolver sistema de plantio e rotação de culturas, incluindo a adubação verde; manter a cobertura sobre a superfície do solo e buscar a integração de diferentes práticas conservacionistas na propriedade agrícola.

Ao decidir introduzir cultivos de adubos verdes em seu sistema de produção, o produtor deve atentar para algumas recomendações a fim de aperfeiçoar os benefícios da prática:

➤ A espécie escolhida deve ser apta ao cultivo na época em que o produtor normalmente deixa suas terras em pousio. Assim, o produtor não estará deixando de obter remuneração da propriedade;

➤ O número de linhas dos adubos verdes intercalares depende da idade da cultura principal e da área disponível nas ruas, entre as projeções da copa;

➤ A espécie escolhida não deve ser da mesma família das espécies econômicas que o produtor normalmente cultiva. Isso evita a disseminação de pragas e doenças cujos agentes podem sobreviver no solo;

➤ A espécie escolhida deve ser capaz de se adaptar às condições de fertilidade das terras, a fim de potencializar a produção de massa vegetal;

➤ Espécies de adubos verdes são cultivadas para serem decepadas, incorporadas ou não ao solo, antes de serem capazes de produzir e jogar ao solo sementes viáveis, evitando que se estabeleçam na área e dificultem o seu controle;

➤ A espécie de adubo verde deve concorrer minimamente em luz, água e nutrientes com a espécie comercial cultivada, procurando-se, assim, manter a produtividade da cultura;

➤ Cultivar de preferência nos período de excedente hídrica, para que não haja competição por água com a cultura principal;

➤ Adubos verdes devem ser pouco competitivos por nutrientes: optar por espécies com predominância de fitomassa em relação às partes reprodutivas (mucunas, crotalárias, guandu, lablabe) ou pela não-permanência de espécies competitivas nas entrelinhas ou em ruas da cultura perene após o início do seu período reprodutivo;

➤ Em casos de plantio consorciado, a espécie de adubo verde escolhida não deve ser trepadeira, já que, ao ganhar altura, dificultará os tratos culturais e promoverá redução da área fotossintética da cultura comercial, reduzindo a sua produtividade;

➤ Adotar espécies com arquitetura, porte e hábito de crescimento adequado aos sistemas de consórcio; no caso das trepadoras,

perenes ou semiperenes, deve-se ter um cuidado especial no manejo das plantas, evitando que usem a cultura principal como tutor;

➤ Evitar espécies que ajudam a aumentar as populações de nematóides de galhas, como o feijão-de-porco, o lablabe e o caupi, em áreas onde estão estabelecidos e principalmente nos solos arenosos;

➤ Utilizar espécies que necessitem dos mesmos insetos polinizadores que a cultura principal, como a *crotalária júncea* nas ruas da cultura do maracujá, ambas polinizadas preferencialmente pela mamangava.

➤ A utilização de espécies referente à adubação verde tem que possuir elevada quantidade de fitomassa verde e seca, rápido desenvolvimento e estabelecimento ao longo do período vegetativo, que é usado no consorcio, rotação ou sucessão de cultura;

A resposta da adubação verde depende, no entanto, da interação de fatores como a composição mineral das espécies utilizado, das condições climáticas locais, das características do solo, da cultura principal e dos sistemas de produção empregados (Depolli & Chadas, 1989 e Lal, 1986).

A utilização de algumas das leguminosas, adubos verdes tanto na alimentação humana quanto animal deve ser considerado com muito cuidado devido aos fatores antinutricionais existente nas sementes. Para alimentação animal deve-se priorizar o fornecimento das hastes e folhas.

O guandu (*cajanus cajan*) é exceção e pode ser aproveitada de varias maneiras. Os animais também podem consumir suas vagens e grãos; por cavalos devem ser consumidos apenas torrados para evitar problemas de flatulência, muito comum em não ruminantes. Na dieta humana, pode ser consumidas como grãos verdes (virado de guandu ou andu), secos e farinha.

Assim, tem-se a opção de cultivo de leguminosas de verão com hortaliças cultivadas no outono-inverno (aipo, almeirão, beterraba, brócolos, cebolinha, cenoura, chicória, couve, couve-flor de inverno, rabanete, repolho, rúcula, salsa, morango) e leguminosas de inverno ou aquelas de verão, mas com possibilidade de semeadura em época mais tardia (fevereiro/março), para a rotação com hortaliças cultivadas no período de verão (berinjela, beterraba, brócolos, cenoura, chicória, maxixe, pepino, pimenta-hortícola, repolho, salsa, rúcula, melão e melancia).

1.2 - Manejos dos Adubos verdes

Quanto ao controle de plantas espontâneas:

Dependendo da situação da área em que se estiver trabalhando, do objetivo principal do plantio de adubos verdes (produção de massa verde para a fertilidade dos solos ou para alimentação animal, ou produção de sementes) e da adubação verde estar ou não consorciada com outras espécies de valor econômico, a presença de mato ou plantas espontâneas pode comprometer o desenvolvimento dos adubos verdes, principalmente em sua fase inicial. Nesses casos, deve-se fazer um controle do mato por meio de capina ou roçada (Banco Comunitário de sementes, 2007).

Quanto ao controle de pragas:

Normalmente, as espécies utilizadas como adubos verdes não são muito atacadas por pragas, principalmente quando estão em ambiente onde existe a presença de varias outras espécies como recomendado pela agricultura orgânica. Porém, se por algum desequilíbrio ocorrer e aumentar muito a presença se lagartas (comum em crotalária), principalmente em área onde se pretende colher semente, pode-se utilizar inseticida biológico existente no mercado à base de *Bacillus Thuringiensis* ou utilizar caldas à base de óleo de neem (Banco Comunitário de sementes, 2007).

Quanto ao corte:

Dependendo da espécie com que se está trabalhando, será possível a realização de mais de um corte para aproveitamento da massa verde. É importante conhecer as características de todas as espécies para definir a melhor época de corte e a altura que se deve corta para garantir melhor rebrota.

Em geral, o corte em espécies que permanecem vivas por mais de um ano pode ser feita na época da floração e formação das primeiras vagens, em altura superior a 50 cm, ou seja, um pouco acima da altura do joelho, estimulando que as plantas retomem seu crescimento vegetativo.

Os meios para se efetuar o corte podem ser os mais variados, em função do equipamento disponível na propriedade, das condições da área e da forma como o adubo

verde está sendo utilizado solteiro ou em consorcio com outras culturas (Banco Comunitário de sementes, 2007).

1.3 - Manejo de fitomassa

No contexto agrícola mais amplo e atual, essa prática compreende também o manejo da fitomassa obtida após a colheita das sementes, ao final do ciclo das plantas, e não apenas de leguminosas, mas também de gramíneas (poáceas) e crucíferas. Essa técnica tem como finalidade principal a cobertura do solo, além da preservação e restauração da produtividade das áreas em cultivo e do ambiente, com aproveitamento mais adequado do solo, das máquinas e insumos. Ainda, deve ser avaliada no conjunto do sistema produtivo e pelos resultados esperados e obtidos a médio e em longo prazo, com flexibilidade suficiente para as alterações na escolha das culturas, em decorrência de oscilações climáticas e de mercado (Wutke & Ambrosano, 2005).

A quantidade de fitomassa a ser produzida e o tempo de sua permanência em determinada área de exploração agrícola depende inicialmente do interesse e do objetivo do agricultor, bem como das características próprias de cada espécie e de outros fatores tais como:

- Adaptação ecológica: temperatura, luz e água;
- Duração do ciclo: bianual, semiperene ou perene;
- Porte da planta: rasteira ou ereta (arbustiva ou arbórea);
- Época de semeadura: primavera-verão ou outono-inverno;
- Produto final colhido: fitomassa grãos ou ambos;
- Práticas culturais adotadas na propriedade e na cultura;
- Fertilidade do solo e outros.

Em relação ao manejo da fitomassa produzida, esta pode ser cortada e deixada para decomposição na superfície do solo, incorporada, ou ainda, a planta pode ser conduzida até o fim de seu ciclo para colheita das sementes.

No caso de espécies eretas com aptidão para produção de fitomassa (crotalária, guandu), quando semeadas em outubro (regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste) e, particularmente, quando cultivadas nas ruas de culturas perenes, podem ser realizadas

podas preliminares em dezembros/janeiro, entre 30 cm e 50 cm da superfície do solo, visando a rebrota e redução da altura das plantas. Esse processo facilita bastante o manejo posterior da fitomassa e, sobretudo, a colheita das sementes (manual ou mecânico).

Os meios mecânicos de corte podem ser os mais variados, em função do equipamento disponível na propriedade e nas devidas adaptações e regulagens efetuado no mesmo. Poderão ser utilizado, por exemplo:

- Alfanje, foice ou gadanho: pode-se corta toda a planta ou parte dela, quando se prevê rebrota, ou apenas suas extremidades (no caso de culturas intercaladas a outras perenes);
- Arado: utilizado geralmente na primavera, para plantas de fácil manuseio que são cortados e incorporados ao solo para decomposição;
- Grade e grãde-aradora: mais utilizada quando a quantidade de fitomassa produzida é muito grande, particularmente por espécies trepadoras e agressivas, como a mucuna preta, sendo às vezes necessária mais de uma passagem do implemento. Entretanto, com o uso da grade, pode haver erosão da camada superficial do solo, pulverização e redução no diâmetro dos agregados;
- Picadeira: eficaz para picagem de parte aérea da plantas com diferentes hábitos de crescimento e idade; os restos vegetais picados permanecem sobre o solo para posterior decomposição ou pode ser incorporados;
- Roçadeiras: muito interessantes para culturas intercaladas a outras perenes. Com esse equipamento não ocorre revolvimento do solo, mantendo os agregados inteiros e aumento da capacidade de armazenamento de água e ar (aumento da macroporosidade do solo). Em algumas espécies poderá haver rebrota quando se utiliza esse processo;
- Rolo-faca: promove o acamamento ou até mesmo o corte das restevras e de plantas ela criação de uma situação estressante a ela, facilitando a incorporação da fitomassa de algumas espécies e favorecendo o cultivo mínimo e o plantio direto com outras. Em geral, é utilizado na época de plena floração e início de formação das vagens nas plantas a serem manejadas, exceto na aveia (fase de grão leitoso);

➤ Rolo-disco: desenvolvido em Santa Catarina, principalmente para o acamamento de fitomassa de mucuna preta.

Em situação de produção de grande quantidade de fitomassa, podem ser realizadas operações conjuntas, por exemplo, a passagem de roçadeira ou rolo-faca, seguida de arado ou grade, para obter mais incorporação do material. No caso de plantas perenes, os corte podem ocorrer com mais frequência durante o ao ciclo agrícola.

A época de corte deve ser também definida em função do sistema adotado pelo agricultor. Em geral, a poda em espécies perenes semeados na época tradicional pode ser feita na floração e formação das primeiras vagens, a uma altura suficiente a rebrota destas plantas, que retomam então o seu crescimento vegetativo.

As plantas utilizadas como cobertura do solo também pode ter seu ciclo finalizado até a colheita dos grãos. Mesmo no caso de espécies trepadoras desenvolvidas em cultivo exclusivo (mucuna-cinza e mucuna preta), é possível realizar a colheita mecânica de suas vagens, apesar do rendimento ser menor do que aquele obtido na colheita manual de plantas tutoradas.

Quando também se quiser colheras sementes, particularmente de algumas das leguminosas eretas (crotalária e guandu), cultivadas normalmente na primavera-verão (regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste), podem-se podar as plantas no início de janeiro, a 50 cm do solo e deixar o material podado sobre a superfície.

As hastes rebrotarão e florescerão a uma altura menor, facilitando a colheita de semente. O agricultor poderá, também, adiar a data de semeadura para até fevereiro ou março, fazendo com que as plantas se desenvolvam no outono e inverno, ficando com menor altura e facilitando tanto a colheita manual quanto a mecânica.

1.4 - Formas de cultivos e utilização dos adubos verdes

A vantagem da adubação verde é que ela incrementa a fertilidade do solo naturalmente, economizando assim, fertilizante nitrogenado e fosfatado. Especificamente em relação à adubação verde, a incorporação da leguminosa no solo é o método mais eficiente de transferir o nitrogênio para a cultura.

Num Latossolo vermelho houve uma maior disponibilidade de fósforo com o uso da mucuna preta, o guandu também contribui para liberação de fósforo. Fornece “N”

(nitrogênio) na forma gradual para cultura consorciado ou seqüencial. Protege o solo contra erosão hídrica e eólica mantendo melhor porosidade, permeabilidade e retenção de água, distribuição e estoque de carbono no solo. O uso de adubação verde reduz a perda de nutriente por volatilização e lixiviação, onde o nitrogênio é mais fácil de ocorrer perda por lixiviação (Sousa, Lobato 2004).

Facilita a assimilação de nutrientes, promovendo a mobilização, a reciclagem e a solubilização de mais de 50% dos compostos alcinos, fosfórica de ferro e alumínio, manganês e potássio (Tibau 1986; Amabile et al 1999). Controla temperatura na camada superficial do solo, ocorrendo menos perda de água. Controla plantas daninhas por meio de substância aleloquímica. A mucuna preta e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) tem rápido e agressivo crescimento sobre as plantas daninhas, elas tem efeito supressor sobre a tiririca.

Utilizando-se a adubação verde, o material orgânico produzido, geralmente com elevados teores de macro e micronutrientes, proporciona o aumento da capacidade de troca catiônica, da infiltração e da retenção de água no solo, tornando-se mais favoráveis as condições para o desenvolvimento microbiano no solo. Além desses efeitos, algumas plantas utilizadas como adubo verde são alelopáticas a algumas espécies de nematóides e plantas daninhas (ou infestantes) (Miyasaka, 1984).

Os adubos verdes podem ser utilizados para o estabelecimento de cobertura ou para utilização eventual na alimentação humana e animal. As formas de cultivos são:

- Cultivo exclusivo ou cultura “solteira” em rotação ou sucessão com culturas anuais: arroz, feijão milho, soja e trigo;
- Rotação com hortaliça cultivada tanto na primavera-verão quanto no outono-inverno e com algumas frutíferas rasteiras (melão, melancia, morango);
- Reforma de área de pastagem;
- Reforma de área com cana-de-açúcar (20% da área/ano): seja para obtenção de renda extra com a produção de grãos como soja (cultivares de ciclo precoce ou semiprecoce) e amendoim, seja para produção de fitomassa, com destaque para crotalária júncea, mucuna preta, o guandu e o lablabe;

- Consorcio ou cultivo intercalar com culturas anuais, como mucuna preta na cultura do milho e calopogônio na cultura do arroz;
- Consorcio ou cultivo intercalar com culturas perenes: café, seringueiras, cítricos, frutíferas diversas, em todas as ruas ou em ruas alternadas, com rotação entre as espécies nos anos (leguminosas em um ano e gramínea em outro);
- Cultivos em faixas ou aléias: na mandioca, em pastagem;
- Em misturas ou coquetéis: com diferentes proporções (1:1, 1:2) e diferentes números de espécies componentes. Como exemplos citam-se: milho + crotalária júncea (1:2) para a Região Sudeste e aveia-preta + ervilhaca (*Vicia sativa*) para a Região Sul;
- Como forrageiras, associadas ou não a gramíneas: para fornecimento de feno, constituindo pastagem ou banco de proteínas para suplementação na alimentação animal, como por exemplo, o guandu.

Quando objetivo é ciclagem de nutrientes as espécies escolhidas para rotação deverão ter sistema radicular profundo, grande quantidade de massa de raízes e de produção de palha (guandu, mucunas, crotalárias), além de diferentes exigências nutricionais ou com capacidade distintas de absorção de nutrientes.

As situações específicas de consórcio ou cultivo intercalar com culturas anuais ou perenes, ou na reforma de área com cana-de-açúcar e pastagens, escolher espécies de adubos verdes com critério, observando-se as recomendações citadas no item 1.2.

1.5 - Cuidados fundamentais no uso da adubação verde

As seguintes práticas são recomendadas para se obter maior eficiência no uso de adubos verdes:

- Inocular as espécies, que respondem à inoculação, para incrementar a contribuição da fixação biológica de nitrogênio. Os seguintes adubos verdes, geralmente, respondem bem à inoculação no cultivo em solos virgens: espécies de mucuna (*Mucuna aterrima*), crotalária (*Crotalaria spp*), tremoço (*Lupinus spp*), amendoim comum (*Arachis hypogaea*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*) e desmódio

(*Desmodium spp*). A leucena (*Leucaena spp*), a centrocema (*Centrosema spp*), o guar (*Cyamopsis tetragonoloba*), a alfafa (*Medicago sativa*) e o grão-de-bico (*Cicer arietinum*), são as leguminosas que geralmente não nodulam com as estirpes nativas, sendo necessária sua inoculação;

➤ Efetuar a escarificação das sementes das espécies que apresentam problema de dormência (espécies de mucuna e feijão-bravo-do-ceará), visando a aumentar a uniformidade e a eficiência de germinação. A quebra da dormência pode ser feita mediante imersão em água a 70°C por 30 e 45 segundos, respectivamente para a mucuna e feijão-bravo-do-ceará;

➤ No caso das espécies que podem tornar-se invasoras, como o feijão-bravo-do-ceará e a mucuna preta, deve-se o corte das plantas no início da floração;

➤ Utilizar sementes livres de pragas e doenças;

➤ Não cultivar adubos verdes hospedeiros de pragas e doenças, aos quais a cultura comercial, que será cultivada no sistema, apresente susceptibilidade;

➤ Planejar o uso dos adubos verdes de modo a não utilizar a mesma espécie sucessivamente na mesma área.

1.7 - Efeitos da adubação verde nas características do solo

• Efeitos Químicos

O nitrogênio é o nutriente que mais tem sido estudado com relação ao efeito da adubação verde nas culturas de interesse econômico. As leguminosas herbáceas constituem algumas das plantas mais utilizadas como adubos verdes, embora espécies e outras famílias botânicas também sejam freqüentemente utilizadas.

Devido à capacidade das leguminosas de fixarem nitrogênio atmosférico em associação específica de bactérias que colonizam suas raízes, as bactérias são dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, pois introduz o “N” captado na atmosférica para as culturas econômicas (consórcio ou subsequente) (Smyth et al, 1991). Esta vantagem possibilita a substituição parcial e/ou total dos fertilizantes nitrogenados químicos, como também

fornece matéria orgânica e outros benefícios como, diminuição de amplitude térmica, aumentando a CTC (capacidade de troca de cátions) do solo, e a reciclagem de nutrientes lixiviado em profundidade (Kiehl 1985).

Com a introdução de sua fitomassa no solo, no processo de decomposição dos resíduos, ocorre uma diminuição da acidez tóxica no solo, pois são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar íons Al^{+3} presente na solução do solo, reduzindo desta forma o alumínio tóxico do solo (Liu & Hue, 96), tem também a reciclagem de nutrientes (Costa, 93), pois a adubação orgânica favorece a expansão do sistema radicular da planta na camada subsuperficial, retirando os nutrientes de lá e deixando na camada superficial, após o seu corte através da decomposição dos resíduos, tornando-os disponíveis para a cultura subsequentes.

• **Efeitos Físicos**

Numa revisão de literatura sobre diversos parâmetros para avaliação da adubação verde, De-Polli et al. (1996) afirmam que esta prática agrícola eleva os teores de matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas. Dentre as propriedades físicas do solo afetadas pelo aumento dos teores de matéria orgânica, alguns autores destacam: estabilidade de agregados, densidade do solo, porosidade, taxa de infiltração de água e retenção de umidade.

Os constituintes orgânicos podem influenciar a agregação do solo atuando como agentes ligantes, juntamente com os minerais de argila. Esses agentes ligantes contribuem para a formação de agregados estáveis à ação da água (Kiehl, 1979), evitando a formação de crostas na superfície do solo e o consequente escoamento superficial da água que causa erosão. A proteção mecânica promovida pela cobertura vegetal também atua amenizando o impacto direto das gotas de chuva, que causam a desagregação das partículas do solo (Fleming et al., 1997).

Através da adição de resíduos orgânicos ao solo, observa-se um decréscimo da sua densidade do solo, o que pode ser explicado pelo fato que o material adicionado apresenta uma menor relação massa/volume quando comparado à matriz do solo. O volume de poros apresenta-se de forma semelhante à densidade do solo na medida em que ocorre adição de materiais orgânicos.

Devido a aumentos na porosidade e agregação do solo, a tendência de uma área protegida por cobertura vegetal é possuir uma maior taxa de infiltração de água (Girma & Endale, 1995). Derpsch et al. (1991) apresentam resultados de um estudo no qual um solo submetido à intensidade de precipitação de 60 mm/h ainda ocorria infiltração de água quando a taxa de cobertura era de 100 %, enquanto nesse mesmo solo descoberto houve infiltração de apenas 20 a 25 % da água da chuva.

A ocorrência de camadas compactadas promovidas pelo uso de implementos agrícolas pesados reduz a infiltração de água no solo. Contudo, esse efeito negativo pode ser atenuado através do cultivo de adubos verdes que apresentam um sistema radicular bem desenvolvido, como o guandu, tornando possível um rompimento dessas camadas.

A manutenção da cobertura vegetal promovida pelos adubos verdes permite ainda uma retenção mais eficiente da água na superfície do solo, além de reduzir a oscilação térmica na camada superficial (Sidiras et al., 1984).

• Efeitos Biológicos

Há atividade de organismo no solo pela presença de matéria orgânica (Filser, 1995; Kirchner et al, 1993), já que estes servem como fonte de energia e nutrientes, como a cobertura vegetal reduz as oscilações térmicas e melhora a umidade, devido a este fator, dá condição para o desenvolvimento dos organismos no solo. Por sua vez, a maior atividade biológica do solo aumenta a reciclagem de nutrientes, o que permite inclusive um melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados ao solo (Pankhurst & Lynch, 1994). Como o exemplo de efeito biológico é o que as bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* que ao se associar com as leguminosas num processo simbiótico, elas fixam o N₂ atmosférico e transfere para as leguminosas em forma de aminoácidos, já que esta fornece carboidratos para as bactérias que serve como fonte de energia (Freire, 1992). Esta troca ocorre em nódulos nas raízes das leguminosas, os nódulos primários se desenvolvem em regiões de alongamento e nas zonas de formação de pequenos pêlos radiculares, considerada a região preferencial para a infecção da bactéria fixadora (Bhuvaneshwari et al, 1980).

Além das bactérias o cultivo de leguminosas favorece um aumento na população de fungos micorrízicos nativo do solo, aumentando a absorção de água e nutrientes das

plantas cultivadas. De acordo com Sieverding (1991), estes fungos melhoram o aproveitamento do fertilizante aplicado ao solo, principalmente o fosfato, como benefícios para plantas micorrizadas uma melhor nutrição, dando tolerância as doenças e as secas. Antes só se conhecia que as bactérias se associavam com leguminosas e os fungos não devido a um processo de mutualismo que é a interação entre duas espécies que se beneficiam reciprocamente, mas hoje já se conhece relação de bactérias com gramíneas também. Uma exemplificação é o mutualismo trófico geralmente é composto por parceiros que são especializados em formas complementares de obtenção de energia e de nutrientes.

A utilização do termo trófico é exatamente por essa relação de alimentação que as espécies possuem durante o processo mutualista. Há diversos exemplos de mutualismos tróficos, como o que nos ocorrem líquens, nas micorrizas e nas bactérias do tipo *Rhizobium* que se associam a raízes de plantas que formam nódulos radiculares responsáveis pela captação de nitrogênio (Ricklefs 2009). No mutualismo trófico cada parceiro vai suprir um nutriente que esta em déficit, que o outro parceiro por motivos limitantes não conseguirá obter por si próprio. As bactérias do tipo *Rhizobium*, que podem assimilar o nitrogênio molecular (N₂) atmosférico. Essa característica é extremamente útil em solos pobres de nitrogênio. Em troca, as bactérias recebem carboidratos fornecidos por uma planta, além delas tem também os fungos micorrizicos arbusculares que são capazes de estabelecer simbioses com praticamente todas as plantas cultivadas (Silveira, 1992). Uma forma básica e pratica de se utilizar esses fungos micorrizicos arbusculares na sua área é aplicar pratica de manejo do solo e incrementação de plantas que favorece seu desenvolvimento, um exemplo pratico e barato é a utilização de adubação verde (Espindola et al, 1998).

Outros grupos de organismo do solo favorecido pela manutenção de uma cobertura vegetal são as minhocas (Fraser, 1994), pois elas fazem redistribuição de resíduos orgânicos no perfil do solo, contribuindo na decomposição de matéria orgânica, ela beneficia o solo com uma boa aeração e infiltração de água, através de sua abertura de canais.

A adubação verde mostra-se ainda eficiente no controle de nematóides (Reddy et al., 1986). Costa (1993) apresenta alguns mecanismos responsáveis pela redução do número de nematóides pelo cultivo de adubos verdes: (1) A decomposição de algumas espécies vegetais no solo libera diferentes substâncias aleloquímicas; (2) Os resíduos

vegetais adicionados ao solo incrementam sua atividade biológica, aumentando o número e as espécies de organismos, o que conduz a um equilíbrio natural que reduz a possibilidade de haver predominância de uma espécie fitopatogênica. Pesquisas têm demonstrado que as crotalárias, mucunas e o guandu são algumas das espécies de adubos verdes que apresentam melhores efeitos no controle de nematóides (Santos & Ruano, 1987).

- **Efeito sobre as plantas daninhas**

No controle de plantas daninha, a presença de uma camada de palha sobre a superfície do solo é de fundamental importância devido ao efeito físico que limita a passagem da luz, criando dificuldade para a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas. Além disso, existem os efeitos alopatícos oriundo da decomposição da fitomassa ou exsudação das raízes, que liberam substância que vão exercer algum tipo de efeito inibidor nas sementes, impedindo a germinação ou nas plantas, interferindo em algum processo de seu desenvolvimento, de tal modo que o crescimento é retardado ou paralisado, havendo até a morte da planta (Alvarenga et al, 2001). Além de proteger o solo contra erosão, a manutenção da cobertura vegetal reduz a infestação de gramíneas anuais (Vidal; Bauman 96).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Descrições da espécie

A mucuna preta (*Mucuna aterrima*) pertence à família das Fabaceas, Subfamília Papilionidae. Conforme Garcia & Monteiro (1997), a mucuna preta possui folhas trifoliadas; estípulas setáceas; inflorescências axilares; bractéolas presentes antes da antese; flor papilionácea, cálice campanulado, bilabiado; um lobo superior e três inferiores, sendo um deles maior.

Segundo Pupo (1979) a mucuna preta é originária das Índias Ocidentais e adapta-se bem a climas tropicais e subtropicais. É uma leguminosa anual (ciclo longo) que possui caules finos, longos, flexíveis e volúveis (trepadeira) de ampla adaptação, tem habito de crescimento indeterminado e pode atingir altura de 0,5 a 1,0 m, com potencial de produção de massa vegetal seca de 6 a 8 t ha⁻¹ (Wutke, 1993; Fahl et al, 1998). Alcântara & Bufarah (1992) relataram que a mucuna preta é uma planta resistente à seca, ao sombreamento, altas temperaturas, acidez dos solos e ligeiramente resistente a encharcamento.

Ela se adapta muito bem a associação (rotação, sucessão e consorcio) com a cultura comercial (principal). Em relação ao solo se desenvolve bem desde o argiloso ao arenoso e arejado, tolera acidez e não é exigente em fertilidade do solo, fornecer “N” através da FBN e também fornece fósforo para o solo devido ao seu poder de reciclá-lo (Lemare et al, 1987).

O peso de 1000 sementes varia de 500 a 900g, alguns autores relatam que as sementes podem ser empregadas na alimentação de animal como forragem (solteira ou consorciada com o milho, milheto e sorgo) em pastejo e na forma de silagem ou feno, além dos grãos triturados, no entanto, de acordo com alguns autores citam o caráter tóxicos da semente (Souto et al, 1992).

Uma das principais limitações à produção é a suscetibilidade à cercosporiose e às viroses.

Floresce e frutifica de maneira variável, porém não possui reação fotoperiódica (Amabile et al., 2000). Nessa espécie o crescimento inicial é extremamente rápido e, aos 58 dias após a emergência, tem-se a cobertura de 99% da superfície do solo (Favero et al, 2001). Além disso, exerce forte e persistente ação inibitória sobre a tiririca (*Cyperus*

rotundus) e o picão-preto (*Bidens pilosa*), além de ser má hospedeira/não multiplicadora dos nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*) (Wutke, 1993) e também do nematóide do cisto (*Heterodera* spp.).

Gasto de Sementes: 100 a 135 kg ha⁻¹ e 130 a 175 kg ha⁻¹, para sementeiras em linha e a lanço, respectivamente.

Espaçamento entrelinhas: 50 cm.

Sementes: 7 sementes/m; 14 sementes/m² (Wutke, 1993; Fahl et al., 1998). A época de plantio é de outubro a dezembro e a colheita de junho a julho, tendo um ciclo vegetativo de 180 a 240 dias.

É utilizada como condicionadores do solo, pois eles incorporam altos teores de nitrogênio que são absorvidos pela cultura subsequente. Essa leguminosa tem crescimento bastante rápido, produzindo matéria seca de 4426 kg ha⁻¹ (Carsky, 1989). Há dados na literatura mostrando que a mucuna pode acumular em 23 semanas até 313 kg N.ha⁻¹ e que até 71% do nitrogênio incorporado por meio dessa leguminosa é devido a FBN.

A mucuna preta é bastante eficiente na utilização de fosfato de rocha, acumulando teores de P (fósforo) semelhantes ao tratamento com termo fosfato, na dose de 400 kg ha⁻¹ (Silva et. al, 1985).

2.2 - Sementes da espécie

As sementes de leguminosas apresentam várias formas (elíptica, oblonga, linear, ovóide e orbicular) e cores variadas, desde branco até o preto, encontrando-se também sementes rajadas (Evangelista & Rocha, 1998). Os tegumentos das sementes são geralmente espessos, duros e freqüentemente, impermeáveis à água (Musil, 1997).

Evangelista & Rocha (1998) verificaram ainda que uma característica muito importante em sementes de leguminosas é a rigidez da película ou membrana que envolve as sementes, sendo, em algumas espécies de leguminosas, bem maior que outras. Com relação à semente de mucuna preta Alcântara & Bufarah (1992) descrevem como sendo globosas ou elípticas e comprimidas, exalbuminosas, duras, de cor preta, com hilo branco.

2.3 – Dormência

2.3.1 - Definição

Algumas sementes são capazes de germinar logo após a fertilização da flor e algum tempo antes do período normal de colheita, enquanto outras podem estar dormentes e exigirem um longo período de repouso ou de desenvolvimento adicional antes que a germinação possa ocorrer (Rodrigues, 1988).

Pela definição de Carvalho & Nakagawa (2000), dormência é o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, deixam de germinar.

O mesmo é reafirmado por Popinigis (1977): quando as sementes não germinam; embora colocadas sob condições ambientais favoráveis à sua germinação, elas são denominadas dormentes.

Tem-se ainda o conceito de Bewley & Black (1994) que, não fugindo à regra, citam que dormência é o estado em que sementes aptas a germinar suspendem temporariamente o processo de desenvolvimento até que todas as condições externas ordinariamente consideradas necessárias ao seu crescimento sejam atendidas.

Sementes de certas plantas de valor econômico e de muitas plantas silvestres, tidas como viáveis, nem sempre germinam quando colocadas em condições ambientais consideradas amplamente favoráveis; elas apresentam um período de repouso persistente e são classificadas de dormentes (Toledo & Marcos Filho, 1997).

Ainda, segundo Toledo & Marcos Filho (1997), o período de dormência pode ser temporário ou estender-se durante muito tempo até que certa condição especial seja preenchida.

2.3.2 - Vantagens e desvantagens da dormência

A dormência evoluiu como um mecanismo de sobrevivência da espécie para determinadas condições climáticas (Popinigis, 1977), por exemplo, em regiões de clima temperado a maior ameaça à sobrevivência é o inverno, então as sementes maduram na primavera, no verão e no outono.

Para Carvalho & Nakagawa (2000), o fenômeno da dormência é tido como um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo e no espaço. Seguem relatando que a utilização desses dois fatores garantiu às plantas, que se reproduzem por sementes, uma quase infinidade de combinações ecológicas.

Koller (1972), citado por Carvalho & Nakagawa (2000), afirma ser dormência também, um mecanismo que funciona como uma espécie de “sensor remoto”, o que controlaria a germinação de sorte que esta viesse a ocorrer quando as condições ambientais fossem propícias não só para a própria germinação, mas também para o crescimento da planta resultante.

O fenômeno natural de dormência abriga vantagens para as plantas como o de passarem o inverno na condição de sementes e para o homem o de evitar que embriões continuem a crescer e germinem ainda na planta mãe (viviparidade), por outro lado apresentam determinadas desvantagens como longos períodos sendo necessários para que um lote de sementes supere a dormência, a germinação se distribuindo no tempo, contribuir para a longevidade das plantas invasoras, interferir com o programa de plantio e apresentar problemas de avaliação da qualidade da semente (Toledo & Marcos Filho, 1997).

Conforme Quinlivan (1971), citado por Medeiros & Nabinger (1996), quando diz que embora seja uma estratégia de adaptação que contribui decisivamente para a ressemeadura e perenização das espécies presentes nos ecossistemas naturais, a dormência da semente pode se constituir numa limitação para o rápido estabelecimento de pastagens cultivadas com leguminosas forrageiras.

Persistindo nos exemplos com pastagens, Araújo et al. (2000), observaram que esta característica é comum em sementes de *Stylosanthes*, o que não é desejável por ocasião da formação da pastagem, pois retarda e diminui a eficiência do seu estabelecimento assim como aumenta a quantidade de semente a ser plantada.

2.3.3 - Causas de dormência

Carvalho & Nakagawa (2000) preferem se referir a mecanismos de dormência divididos em sistemas com seus respectivos subsistemas, já Mayer & Poljakoff-Mayber (1978) e Popinigis (1977) aderem à determinação de causas de dormência, mas sem

exceção todos estes pesquisadores são concordantes quanto à origem destas causas, quais sejam: imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento a água e/ou oxigênio, restrições mecânicas que impedem o crescimento do embrião, requisitos especiais de temperatura ou luz, a presença de substâncias inibidoras da germinação, embrião rudimentar e combinação de causas. Existe controle genético dessas causas de dormência e interação com o ambiente.

2.3.4 - Sementes duras

Após montagem de curva de embebição para sementes de mucuna preta (Fabaceae), baseada na relação peso final (PF) /peso inicial (PI), Galindo & Landgraf (2000), concluíram que a absorção de água pelas sementes foi lenta indicando, assim, provável impermeabilidade do tegumento à água.

A impermeabilidade do tegumento a água é comum nas sementes da família das Fabaceae, Cannaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Graminaceae, Malvaceae, Solanaceae, Anarcadiaceae e Rhamnaceae, e, no caso das leguminosas atinge cerca de 85% das espécies examinadas (Rolston, 1978) e tais sementes são chamadas de impermeáveis ou duras.

Grus, Demathê & Graziano (1984), citam Rizzini (1977), como tendo concluído que a dormência de leguminosas é causada por bloqueio físico representado por tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito aquoso e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente e nem a oxigenação do embrião que, por isso, permanece latente.

Diversos autores como Hyde (1954), Villers (1972) e Leopold & Kriedman (1975), estudando a ocorrência desse tipo de dormência (tegumentar exógena) em Fabaceas, verificaram que o hilo funciona como uma válvula higroscópica, auxiliando a perda de água pela semente, sem permitir, no entanto a absorção de umidade.

De acordo com Sahai & Pal (1995), citados por Sampaio et al. (2001), a causa da forte barreira à entrada de água parece estar localizada na parte superior das células paliádicas em função da presença de pectina.

Sendo assim, a impermeabilidade do tegumento de algumas sementes à entrada de água, muito provavelmente, pode ser determinadas pela deposição de substâncias como suberina, lignina, cutina e mucilagens, na testa, pericarpo ou membrana nuclear, sendo este

o mecanismo de dormência mais comum entre as espécies de leguminosas (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1978; Bewley & Black, 1994).

Não obstante a tudo isto, alguns pesquisadores têm sugerido que em sementes de leguminosas existe uma associação da impermeabilidade do tegumento com níveis elevados de fenóis (Werker et al., 1979) e com a presença de íons cálcio (Saio 1976).

É sabido que uma testa de estrutura perfeita constitui-se na melhor proteção contra flutuações de umidade e temperatura que poderiam danificar o embrião ou facilitar a instalação de microrganismos (Mohamed-Yasseen et al., 1994).

Por outro lado, essa estrutura perfeita diz respeito também à impermeabilidade, a qual além de impedir a embebição pela água restringe também o suprimento adequado de oxigênio e as atividades respiratórias no embrião, que fornecem energia para os processos metabólicos da germinação, conforme Maguire (1973), citado por Lopes et al. (1998).

2.3.5 - Métodos de superação de dormência em sementes duras

De acordo com Galindo et al, (2002), na prática foi preciso extrapolar métodos que se aproximassem dos processos naturais com intuito de acelerar, aumentar e uniformizar a germinação destas sementes ditas impermeáveis ou duras.

A aplicabilidade e eficiência desse método dependem do tipo e da intensidade da dormência que varia entre as espécies (Bruno et al., 2001).

Nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), são recomendados diversos tratamentos para promover a germinação em sementes duras, com destaque para embebição, escarificação mecânica e escarificação química com ácido sulfúrico concentrado.

Popinigis (1977) acrescenta a estes, outros como: imersão em solventes (água quente, álcool, acetona e outros), resfriamento rápido, exposição à alta temperatura, aumento da tensão de oxigênio, choques e impactos contra superfície dura, para superar dormência causada por impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento.

A utilização de variados métodos, envolvendo os tratamentos para induzir à pronta germinação de sementes duras e os resultados encontrados são os mais diversificados

possíveis, ora concordantes, ora discordantes, alternando conforme a espécie, idade da semente, tempos de aplicação, métodos utilizados e outras variáveis.

Importante lembrar que, dentro de um mesmo lote, pode haver sementes permeáveis e impermeáveis, de modo que o método deve ser efetivo na superação da dormência, sem prejudicar as sementes não-dormentes (Eira, Freitas & Mello, 1993).

2.3.6 - Métodos de escarificação com ácido sulfúrico concentrado

Períodos de imersão em ácido sulfúrico concentrado por 10, 15 e 20 minutos não promoveram escarificação satisfatória em *Stylosanthes macrocephala* e provocaram aumento no número de sementes mortas em *S. capitata* (Carmona, et al, 1986).

Galindo et al. (2002), em pesquisa realizada com sementes de mucuna preta (*Mucuna aterrima*-Fabacea), utilizaram tratamentos de origens mecânicas e químicas para quebra da dormência. Evidenciaram que a escarificação ácida por 5 minutos favoreceu a absorção de água, acelerando o processo germinativo ao mesmo tempo em que alcançou 95,8% de sementes germinadas.

Porém, Galindo & Landgraf (2002), já haviam relatado que sementes de mucuna preta quando tratadas com ácido sulfúrico concentrado por variados tempos de imersão (5, 10, 15 e 20 minutos), no intuito de superar sua dormência tegumentar, obtiveram a promoção da germinação e da sua velocidade, mas causaram prejuízo na produção de fitomassa, indicando com isso possíveis interferências negativas do ácido sulfúrico no vigor fisiológico das sementes ou danos ao embrião.

Por outro lado, apesar da eficiência comprovada, o método de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado não deve ser usado indiscriminadamente para sementes de quaisquer espécies, haja vista que os resultados obtidos por Maeda & Lago (1986) demonstraram que esse tratamento danifica seriamente as sementes, como ocorrido com sementes de mucuna preta.

Conforme Araújo et al. (2000), a escarificação com ácidos é amplamente usada, mas deve ser aplicada com certo cuidado, uma vez que longos períodos de exposição causam redução na germinação das sementes.

Então, apesar da eficiência dos tratamentos com ácido sulfúrico, sua utilização apresenta uma série de desvantagens, entre as quais o perigo de queimaduras ao técnico ou operário que executa a escarificação, pelo seu alto poder corrosivo e por sua violenta reação com a água, causando elevação na temperatura e respingos ao redor (Popinigis, 1977).

Por isso, segundo Bruno et al. (2001), tratamentos de escarificação ácida com ácido sulfúrico concentrado (95-98% p.a.) dificilmente poderiam ser empregados em larga escala, devido não só aos cuidados necessários à sua aplicação, mas também ao custo e dificuldade de aquisição.

Rolston (1978) afirmou que o uso de ácido sulfúrico tem sido bastante empregado para superar a dormência tegumentar exógena, mas, no entanto, deve-se determinar o melhor período de exposição das sementes ao ácido, pois poderá ocorrer ruptura de células-essenciais no tegumento favorecendo a invasão de fungos, injúrias mecânicas e provocando efeitos danosos ao embrião.

Na verdade, o que existe é uma necessidade de mais estudos para a definição das condições ideais para os tratamentos com ácido sulfúrico quanto ao tempo e concentração a serem utilizados (Araújo et al., 1996).

2.3.7 - Métodos de escarificação via calor úmido

A utilização de água aquecida visa promover o amolecimento dos tecidos e acelerar as reações fisiológicas do tegumento das sementes, favorecendo a absorção de água, trocas gasosas e a germinação (Martins et al., 1997).

O tratamento com água fervendo tem muitas vantagens, podendo ser utilizado em quantidades pequenas e grandes, é simples, prático, fácil de reproduzir e não requer equipamento especial, conforme McIvor & Gardener (1987), citados por Araújo et al. (2000).

Mesmo assim, apesar de ser um método vantajoso, de baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes de leguminosas, a água fervente tem apresentado resultados inferiores aos de outros tratamentos (Rodrigues et al., 1990).

Como foi o caso de McIvor & Gardener (1987), como já dito, citados por Araújo et al. (2000), que obtiveram resultados com morte da maioria das sementes quando utilizaram o tratamento de escarificação um minuto de imersão em água fervente, apesar de romper a dureza, trabalhando com *Stylosanthes guianensis*, *S. scabra* e *S. humilis*, enquanto, em *S. hamata* o mesmo tratamento provocou razoável germinação das sementes.

Resultados também desfavoráveis foram observados por Alves et al. (2000) ao trabalharem para superar a dormência em sementes de *Bauhinia monandra* e *B. unguolata*, ambas Caesalpinoideae, relativos ao tratamento com água quente, pois ocorreu redução drástica no percentual de germinação e índice de velocidade de germinação (morte embrionária).

Em contrapartida, Reis & Salomão (1999) comprovaram a eficiência dos tratamentos com água quente, porque conseguiram 80 e 95 % de germinação em sementes de *Helicteres cf. sacarrolha* St. Hill. tratadas com água a 100°C por um tempo de imersão de 4 e 8 minutos, respectivamente.

Porém, para Lopes et al. (1998) tal sucesso não foi alcançado, pois estes pesquisadores verificaram que calor úmido via água aquecida até 100°C por 30 segundos, 60 segundos e até esfriar foi prejudicial à germinação de sementes de *Caesalpineia férrea*, *Cassia grandis* e *Samanea saman*, todas as espécies pertencentes à família das Fabaceae.

2.4 - Idade e deterioração de sementes

As sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturação fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer inevitavelmente mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000).

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000) o período de vida que uma semente efetivamente vive dentro de seu período de longevidade é uma função dos seguintes fatores: características genéticas da planta progenitora, vigor das plantas mãe, condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes, grau de injúria mecânica, condições de armazenamento e outros.

O processo de envelhecimento, cuja causa básica ainda não é bem conhecido, teria como consequência inicial a desestruturação dos sistemas de membranas das células (Vieira & Carvalho, 1994).

Segundo Bewley (1986), a desestruturação dos sistemas das membranas seria consequência do ataque aos constituintes químicos das membranas pelos radicais livres.

Para Vieira & Carvalho (1994), o processo de envelhecimento consistiria, principalmente, de mudanças nos ácidos graxos insaturados pela ação dos radicais livres, do que resultaria uma desestruturação da membrana com reflexos, sobretudo sobre sua capacidade de regular o fluxo de água e de solutos tanto de dentro para fora como no sentido oposto, considerando-se uma célula ou uma organela, conforme afirmaram Toledo & Marcos Filho (1997).

A deterioração das sementes é um processo progressivo e irreversível que não pode ser evitado, somente retardado (Toledo & Marcos Filho, 1997).

Este autor segue afirmando que, quando o poder germinativo decresce, muitas plântulas são anormais e não capazes de sobreviver até a maturidade. As sobreviventes podem apresentar sistema radicular e parte aérea reduzidas, crescer e dar origem a plantas com pólen estéril. As danificações mecânicas também podem originar anormalidades em sementes e plântulas e que as sementes grandes de leguminosas são as mais sensíveis a este fenômeno.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local

O experimento foi realizado na Embrapa Meio-Norte, situado no km 35, exatamente a 20 km da cidade de Parnaíba, PI (02°54' S; 41°47' W e 46 m de altitude), que apresenta clima do tipo AW', tropical chuvoso segundo classificação de Koppen, com umidade relativa do ar em torno de 75% e precipitação média de aproximadamente 725 mm a temperatura média de 27,8°C.

3.2 - Distribuições dos tratamentos

O material utilizado foi de um lote de sementes de mucuna preta (*Mucuna aterrima*), fornecido por dois pesquisadores da própria Embrapa, o Dr. Herony Ulisses Mehl, forneceu as sementes mais velha (2010), e o Dr. Mauro Sergio Teodoro, forneceu as sementes mais novas (2011). Dos referidos lotes, foram retiradas 450 sementes novas e 150 sementes velhas, sendo selecionadas por uniformidade de tamanho. A cada 150 sementes foram submetidas a um determinado tratamento para superar a dormência.

Os tratamentos foram os seguintes:

1) Imersão em ácido sulfúrico concentrado (densidade de 1,84)*, a cada 50 sementes por 15 minutos, seguida em imediata lavagem em água corrente, por 30 minutos, e foi realizado 3 repetições deste tratamento, dando um total de 150 sementes. Para as demais repetições foi reutilizado o mesmo ácido sulfúrico.

2) Embebição em água à temperatura de 70°C de 50 sementes, por 30 segundos, e foi realizada 3 repetições**, dando um total de 150 sementes neste tratamento.

3) Testemunhas novas (sem tratamento) de 150 sementes.

4) Utilização de sementes velhas (sem tratamento) de 150 sementes.

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 3 repetições, com análise estatística em percentagem, e a comparação de média foi feita pelo

* Toda a etapa foi realizada por orientação profissional, já que esta sendo utilizado reagente perigoso a saúde humana.

** A cada repetição foi-se renovada à água.

teste de tukey a 5%. Os tratamentos foram compostos por 50 sementes por repetição. Após os tratamentos, num intervalo de aproximadamente 5 horas, as sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor com composto de caranguejo (disponível no local), no próprio viveiro da Embrapa Meio-Norte, sendo que a primeira contagem foi realizada 2 dias, após a semeadura e a última, aos 20 dias.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As percentagens médias de germinação obtidas, bem como a comparação estatística entre as mesmas, encontram-se na tabela 1.

TABELA.1 Quadro de análise de variância e resultado de comparação de média pelo teste de Tukey, referente a germinação de mucuna preta.Parnaíba - 2012

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
T4 - Sementes velhas(armazenada por 1 ano)	64.66	b
T2 – Via calor Úmido	65.33	b
T3 – Testemunha	67.33	ab
T1 - Via ácido Sulfúrico	82.00	a

Médias seguidas pela mesma letra e número, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Os métodos mais efetivos na superação da dormência das sementes de mucuna preta foram os de imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos, seguida em imediata lavagens em água corrente por 30 minutos, induzindo germinação de 82%.

O método de embebição em água à temperatura de 70°C, por 30 segundo, teve em média de germinação de 65,3%.

A utilização de sementes novas (sem tratamento), com germinação de 67,3% que foi estatisticamente igual a do método com ácido sulfúrico.

O método de utilização de sementes velhas foi de 64,6% em média de germinação.

De acordo com Josely & Antonio (1986) a percentagem de germinação realizada com ácido sulfúrico, por 5, 10, 15 e 20 minutos, variou de 88,1% a 95,8%, sendo que, por 15 minutos foi de 88,1%, havendo dizer que as sementes foram colocadas para germinar em substrato de papel especial, dentro de germinador a 20-30°C (20°C por 16 horas e 30°C por 8 horas). Já o encontrado nesse trabalho foi em média de 82%, sendo a semeadura foi feita em bandeja de isopor tendo como substrato o composto de resíduos de caranguejo, dentro da estufa de produção de mudas da própria Embrapa.

A escarificação via calor úmido é recomendado pelo Banco Comunitário de sementes (2007), que diz para quebrar a dormência de mucuna preta deve-se mergulhá-la

em água aquecida a mais ou menos 70°C (quando começam a subir as primeiras bolhas na água), por cerca de 30 segundos. Escorrer a água e colocar as sementes para secar em local ventilado e á sombra. A exposição da semente à água em ebulição, por qualquer tempo causa morte de 100% das sementes (Josely & Antonio, 1986). A percentagem de germinação de mucuna preta nesse trabalho, onde se utilizou água a 70°C por 30 segundo foi em média 65,3%.

De acordo com o Banco Comunitário de sementes (2007), deve-se utilizar sementes armazenada por mais de um ano para que haja diminuição da dureza de seu tegumento, levando em consideração esta citação, este trabalho foi realizado com sementes colhida em 2010 e 2011, sendo que a de 2011 é a testemunha deste trabalho.

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que esse trabalho foi conduzindo, conclui-se que:

- ✓ Os tratamentos mais efetivos na superação de dormência das sementes, com máxima indução de germinação, foram em imersão com ácido sulfúrico e utilização de sementes novas (sem tratamento), que foi estatisticamente igual entre si.
- ✓ O método de embebição em água à temperatura de 70°C e a de sementes velhas, foi estatisticamente baixo em relação às outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas Forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Prol Editora Gráfica Ltda., 1992. ed.4., 162p.
- ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W.A.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura do solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, jan./fev. 2001
- ALVES, M.C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M. & TEÓFILO, E.M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L.-Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.22., n.2., 2000, p.139-1444.
- ALVIM, A.L. **Relation of seed size on specific gravity germination and emergence in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.)** S.1. Mississippi State University, 1975, 51p. Tese Mestrado.
- AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de época de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos Cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2/3, p. 296-303, 1996.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes em diferentes época de semeadura e espaçamento num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciencia do solo**, Viçosa, v.23, p.837-845, 1999.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- ARAÚJO, E.F.; ARAÚJO. C.F.; ARAÚJO, R.F.; GALVÃO, J.C. e SILVA, R.F. DA. Efeito da escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.18., n.1., 1996, p.73-76.
- ARAÚJO, E.F.; ARAÚJO, R.F.; SILVA, R.F. da & GOMES, J.M. Avaliação de diferentes métodos de escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes viscosa* SW. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.22, n.1., 2000., p.18-22.
- BANCOS COMUNITÁRIOS DE SEMENTES DE ADUBOS VERDES: cartilhas para agricultores / equipe técnica: Elaine Bahia Wutke; Edmilson José Ambrosano; et al. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 1997. 20p (B213; CDD. 631.874).

BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de. **Dados agrometeorológicos para o município de Parnaíba, PI (1990-1999)**. Embrapa Meio-Norte, Documentos, 46. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 27p

BEWLEY, J.D.; BLACK, J.M. **Seeds: Physiology of development and Germination**. 2.ed. New York: Plenum Press. 1994. 445p.

BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B.; NELSON, C.J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society American, 1986. p.1-25.

BORGES, E.E.L., BORGES, R.S.G. & TELES. F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelho-de-negro. **Revista Brasileira de sementes**. Brasília: ABRATES, v.2., 1980, p.29-32.

BOWEN, W. T. **Estimating the nitrogen contribution of legumes to succeeding maize on na oxisol in Brazil**. 1987. 178 p. Thesis (Ph.D.) – Cornell University, Ithaca.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P. & PAULA, R.C. Tratamentos prégerminativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinioefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.23., n.2., 2001., p.136-143.

CALEGARI, A. **A pratica da adubação verde**. Curitiba: IAPAR, 1987. 21p.

CARSKY, R.J. **Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crops using a buried bag technique**. 1989. 257p. Thesis (Ph.D.) – Cornell University, Ithaca.

CARMONA, R.; FERGUNSON, J.E. & MAIA, M.S. Germinação de sementes em *Stylosanthes macrocephala* M.B. Ferr et Souza Costa e *S.capitata* Vog. In Jannaea. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.8., n.3., 1986., p.19-27.

CARVALHO, A.M. de; CORREIA, J.R; BLANCANEUX, P.; FREIRE, L.R.S. da; MENEZES, H.A.; PERREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sobre cerrado. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e Produção sustentável de alimento e fibras do cerrados: anais / Biodeversity and sustainable production of food and fibers in the tropical savannas: proceedings**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. P. 38/4-388.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COSTA, M.B.B. da, coord. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.

DE-POLLI, H.; CHADAS, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, n.3, p.287-93, 1989.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Adubação Verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O., eds. **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p.225-242.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ, 1991. 268p.

DERURA, N.F. & BHATT, G.M. **Effective of mechanical mass selection in wheat**. Australian Journal of Agricultural Research., v.23, 761-768p., 1972.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A. & MELLO, M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortosiliquum* (Vell.) Morong-Legumisae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.15., n.2., 1993., p.177-181.

ESPINDOLA, J.A.A. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.339-347, 1998.

EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Forrageicultura**. Lavras: UFLA, 246p. 1998.

FAÇANHA, J.G.V. & VARELA, V.P. Influência do tamanho da semente e tipo de sombreamento na produção de mudas de Muirapiranga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, EMBRAPA, Brasília. V.22, n.11/12, 1185-1188p. 1987.

FAHL, J.I.; CAMAERGO, M. B. P. De; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; De Maria, I. C.; FURLANI, A. M. C. et al. (Eds.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 6.ed. rev. atual. 1998. 396p. (Boletim 200).

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1355-1362, 2001.

FELDMANN, R.O. **Influência do peso e do tamanho da semente sobre a germinação, o vigor e a produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.)**. Piracicaba ESALQ, 66P. 1976.

FLEMING, K.L.; POWERS, W.L.; JONES, A.J.; HELMERS, G.A. Alternative production systems' effects on the K-factor of the Revised Universal Soil Loss Equation. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v.12, n.2, p.55-58, 1997.

FRASER, P.M. The impact of soil and crop management practices on the dynamics of soil macrofauna. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. **Soil Biota: Management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p.125-132.

FRAZÃO, D.A.C.; FIGUEREDO, T.J.C.; CORRÊA, M.P.F.; OLIVEIRA, R.P. de & POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília., v.5, n.1., 81-91p., 1983.

FREIRE, J.R.J. Fixação do nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P., eds. **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992. p.121-140.

GALINDO, C.A.M. & LANDGRAF, P.R.C. Estudo da embebição de sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). V encontro de Iniciação Científica da UNITAU. **RESUMOS**. Taubaté, São Paulo. 232p. 2000.

GALINDO, C.A.M.; LANDGRAF, P.R.C. & PÓLO, M. Avaliação da eficiência de tratamentos para superação de dormência sobre a velocidade de absorção de água e seus efeitos na germinação de sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). In: XI Reunião Latino Americana de Fisiologia Vegetal/XXIV Reunião Argentina de Fisiologia Vegetal/ I Congresso Uruguaio de Fisiologia Vegetal. **ACTAS**. Punta Del Lesta, Uruguay. 262p. 2002.

GARCIA, F.C.P.; MONTEIRO, R. Leguminosae-Papilionidae de uma floresta pluvial de planície costeira NATURALIA. São Paulo: em Picinguaba município de Ubatuba, SP, Brasil. **UNESP**, v.22., 1997. p.17-60.

GIRMA, T.; ENDALE, B. Influence of manuring on certain soil physical properties in the Middle Awash area of Ethiopia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Monticello, v.26, n.9/10, p.1565-1570, 1995.

FILSER, J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19, n.4, p.303-308, 1995.

GRUS, V.M.; DEMATHÊ, M.E.S.P.; GRAZIANO, T.T. Germinação de sementes de pau-ferro e cássia-javanesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.6, n.2, 1984. p.29-35.

HYDE, E.D.C. The function of the some Leguminosae, in relation to ripenings of the seed and the permeability of the test. **Annals of Botany**. London, v.18, n70, 1954, p.241-250.

JESUS, E.L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, v.27, p.34-40, 1985.

JOSELY A.A.M.; ANTONIO A.do LAGO. Germinação de sementes de mucuna preta após tratamentos para superação da impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. Campinas-SP:vol.8, n.1, 1986. p.70-84.

KALINGARAYER, A.S. & DHARMALIN, C. **Influence of seeds size on quality of sorghum**. Madras Agrícola Journal. V.67, n.7, 453-461p., 1980.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 264p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p.

KIRCHNER, M.J.; WOLLUM, A.G.; KING, L.D. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.57, n.5, p.1289-1295, 1993.

LAL, R. No-tillage and surface-tillage systems to alleviate soil related constraints in the tropics. In: SPRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G.B. **No-tillage and surface-tillage agriculture**. New York: J. Willey, 1986a. p.261-317.

LE MARE, P.H.; PEREIRA, J.; GOEDERT, W.J. Effects of green manure in isotopically exchangeable phosphate in a dark-red latosol in Brazil. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 38, p. 199-209, 1987.

LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. **Plant growth and development**,. 2.ed., New York, McGraw-Hill Book, 1975, 545p.

LIU, J.; HUE, N.V. Ameliorating subsoil acidity by surface application of calcium fulvates derived from common organic materials. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.21, n.4, p.264-270, 1996.

LOPES, J.C. Sementes de espécies florestais de *Caesalpineia ferrea* Mart. Ex. Tul. Var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merril, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.20., n.1., 1998., p.80-86.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A. do. Germinação de sementes de mucuna preta após tratamentos para superação de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, n.1., ano.8., 1986.

MARTINS, C.C.; MENDONÇA, C.G.; MARTINS, D. & VELINI, E.D. Superação de dormência de sementes de carrapicho-beiço-de-boi. **Planta Daninha**. Brasília, v.15., n.22., 1997, p.104-113.

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 ed., New York, Pergamon Press. 1989. 270p.

MEDEIROS, R.B. DE & NABINGER, C. Superação de dormência em sementes de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.18., n.2., 1996., p.193-199.

MINELLA, E. **Evaluation of tem generation of mechanical mass selection for seeds size in wheat composite cross I**. Davis, University of Califórnia, 1979. 53p. Tese de Mestrado.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.64-123

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. & CONSTANZA, S. The role of seeds coat in seeds viability. **The Botanical Review**. Illinois, v.60., n.4., 1994., p.426-439.

MUSIL, A.F. **Identificação de plantas Cultivadas e Silvestres**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1997. P.299.

NASS, H.G. Determination of caracteres for yield selection in spring wheat. Canadá **Journal Plant Science**, v.53, 755-762p., 1973.

NIMER, R.; CARVALHO, N.M.; LOUREIRO, N. & PERECINI, D. Influência de alguns fatores da planta sobre o grau de dormência em sementes de mucuna preta. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília, v.5, n.2, 111-119p., 1983.

NOGEIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. S.; FERRAZ, S.; PETERNELLI, L. A. Avaliação da atividade in vitro de extratos obtidos da parte aérea de mucuna aterrima em relação a *Meloidogyne incógnita* raça a. **Revista Ceres**, Leiden, v. 6, p. 506-510, 1994.

PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. **Soil Biota: Management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p.3-9.

PEREIRA, J. Efeito de adubos verde, restos culturais e associação de cultivos em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) de Cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.1982/1985**. Planaltina, 1987. p. 191-194.

PEREIRA, J.; PERES, J.R.R. Manejo da matéria orgânica. In: GOEDERT, J.W. Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo. Brasília: EMBRAPA, CPAC, 1986. P. 581-91.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Goiânia, 1992. Anais, coord. Por C.V. Costa e L.C.V. Borges. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.140-154.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- PUPO, N.I.H. DE **Manual de Pastagens e Forrageiras**. Campinas: IAC, 1979. p.167-168.
- REDDY, K.K.; SOFFES, A.R.; PRINE, G.M.; DUNN, R.A. Tropical legumes for green manuring. II. Nematode populations and their effects on succeeding crop yields. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.1, p.5-10, 1986.
- REIS, R.B. & SALOMÃO, A.N. tratamentos para superar a dormência de sementes de saca-rolha (*Helicteres* cf. *sacarrolha* St. Hill-*sterculiaceae*). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 11, Foz do Iguaçu, 1999. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9., n.1/2., p.71., 1999. (Resumos).
- ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S. & THIÉBAUT, J.T.L. **Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, ABRATES, Brasília, v.6, n.2, 51-66p., 1984.
- RODRIGUES, F.C.M.P. **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100p.
- RODRÍGUEZ, E.H.A.; AGUIAR, J.B. & SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.12., n.1/2., 1990, p.17-25.
- ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, New York, v.44., n.3., p.365-396, 1978.
- ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M. & MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, ABRATES, Brasília, v.17, n.2, 171-178p., 1995.
- ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ E.M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia de ajuste do grau de umidade e comportamentos das sementes de soja no teste de germinação **Scientia Agrícola**, v.54, n.1/2, p.106-115, 1997.
- SABADIN, H.C. Adubação verde. **Lavoura Arrozeira**. v.37, n.354, p.19-26, 1984
- SAMPAIO, L.S. de V.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M. de F. da S.; COSTA, J.A.; GARRIDO, M. da S. & MENDES, L.N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. FABACEA). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES. V.23, n.1, 2001., p.184-190.
- SAIO, J. Soybeans resistant to water absorption. **Creal Food World**. v.21., 1976.p.168-173.

SANTOS, M.A.; RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita*; Raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, s.l., v.11, p.184-197, 1987.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; HEINZMANN, F.X. Influência da adubação verde de inverno e seu efeito residual sobre o rendimento nas culturas de verão, em latossolo roxo distrófico. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v.2, n.9, p.4-5, 1984.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, 1991. 371p.

SILVA, E.M.R. da; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A.; DOBEREINER, J. Adubação verde no aproveitamento de fosfato em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, p.85-88, 1985.

SHARMA R. D.; PEREIRA, J.; RESCK, D. V. S. **Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados**. Planaltina. DF: EMBRAPA – CPAC, 1982. 30p. (EMBRAPA – CPAC. Boletim de pesquisa, 13).

SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P., eds. **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992. p.257-282.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. ; MELGAR, R.J. Nitrogen supplied to corn by legumes in a Central Amazon Oxisol. **Tropical Agriculture**, London, v.68, n.4, p.366-372, 1991.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. IN SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. P. 129-145.

SOUTO, S. M.; DE-PPOLLI, H.; ALMEIDA, D.L. de; DUQUE, F.F.; ASSIS, R.L. de; EIRA, P.A. da. **Outros usos de leguminosas convencionalmente utilizadas para adubo verde**. Itaguaí: Embrapa-CNPBS, 1992. 39 p. (Embrapa-CNPBS. Documentos, 11).

SOUZA, F.H. D.de; MARCOS FILHO, J. & NOGUEIRA, M.C.S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água e tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**. ABRATES, Brasília, v.18, n.1, p.33-40., 1996.

SUHET, A. R.; RITCHEY, K.D. Níveis, fontes e época de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho. In: EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985**. Planaltina, 1987. P.107-109.

TIBAU, A.O. Matéria orgânica do solo. In: TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 3. Ed. São Paulo: Nobel, 1986. P. 46-184.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: Tecnologia e Produção**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997. p.224.

WERKER, E.; MARBACH, I. & MAYER, A. M. Relation between the anatomy of the test, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. **Annals of Botany**. London, v.23., 1979., p.765-771.

WUTKE, E. B.; AMBROSANO, E. J. Adubação verde. In: **CURSO DE CAPACITAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**, 4., 2005, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: Pólo Centro-Sul (APTA-SAA), 2005. 1 CD.

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. (Coords.) **CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRONÔMICO**, 1. 1993, Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p.17-29. (Documentos IAC, 35).

VIDAL, R.A.; BAUMAN, .T.T. Surface wheat (*triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberil*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.4, p.939-943, Oct./Dec. 1996

VIEIRA, R.D. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980. 76p. (Tese Mestrado).

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. DE **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VILLIERS, T.A. **Dormancy and survival of plants**. Londres, Edward Arnold, 1972, 65p.