

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA –
PPG-ASA

**MANEJO DO SOLO COM FLEMINGIA (*Flemingia macrophylla*
(Willd.) Merr.) E TEFRÓSIA (*Tephrosia candida* (Roxb.) DC.)
EM LATOSSOLO AMARELO NA AMAZÔNIA CENTRAL**

PATRÍCIA DA SILVA GOMES ARAÚJO

MANAUS
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA –
PPG-ASA

PATRÍCIA DA SILVA GOMES ARAÚJO

**MANEJO DO SOLO COM FLEMINGIA (*Flemingia macrophylla*
(Willd.) Merr.) E TEFRÓSIA (*Tephrosia candida* (Roxb.) DC.)
EM LATOSSOLO AMARELO NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre na área de concentração em Agroecologia.

Orientadora: Dr^a Maria do Rosário Lobato Rodrigues.

MANAUS
2007

Ficha catalográfica, elaborada pelo Bibliotecário Flaviano Lima de Queiroz
Diretor da Biblioteca Central/UFAM- CRB 11^o/255

A663m

Araújo, Patrícia da Silva Gomes.

Manejo do solo com flemíngia (*Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.) e tefrósia (*Tephrosia candida* (Roxb) DC.) em Latossolo Amarelo na Amazônia Central/ Patrícia da Silva Gomes Araújo. Manaus: UFAM/Faculdade de Ciências Agrárias, 2007.
88f. : il.; 30 cm

Orientadora: Maria do Rosário Lobato Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) – UFAM/Faculdade de Ciências Agrárias/PPG-ASA,
2007estre na área de Agroecologia.

1. Adubação 2. Solos - fertilidade 3. Solos – manejo 4. Leguminosas 5. Adubação verde I. Rodrigues, Maria do Rosário Lobato II. Título

CDU 631.45(043.3)
CDD 631.8

PATRÍCIA DA SILVA GOMES ARAÚJO

**MANEJO DO SOLO COM FLEMINGIA (*Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.) E TEFRÓSIA (*Tephrosia candida* (Roxb.) DC.)
EM LATOSSOLO AMARELO NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre na área de concentração em Agroecologia.

Aprovada em 27 de Agosto de 2007.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Presidente
Embrapa Amazônia Ocidental - CPAA

Dr^o. Luís Augusto Gomes de Souza, Membro
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA

Dr^o. Wenceslau Geraldes Teixeira, Membro
Embrapa Amazônia Ocidental - CPAA

As minhas filhas Vitória e Rebecca.

Ao meu esposo Getúlio Araújo.

Aos meus pais Francisco e Iraci.

Aos meus irmãos e irmãs e sobrinhos.

Dedico.

AGRADECIMENTO

Em Primeiro lugar agradeço a Deus por ter me possibilitado existir e me dar disposição, força de vontade e saúde para realizar este trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Convênio Embrapa Amazônia Ocidental/Museu de Ciências Naturais de Karlsruhe/CNPq - Projeto SHIFT ENV 52-2 que financiou a realização desta pesquisa.

A minha orientadora, Dr^a Maria do Rosário Lobato Rodrigues, por todo apoio, incentivo e ensinamentos dispensados para a realização deste trabalho.

À pesquisadora Terezinha Garcia, pela amizade e auxílio dispensados durante a realização deste estudo, principalmente na ocasião da sua instalação.

A bolsista do Projeto SHIFT ENV 52-2, Rosângela Seixas, pelo apoio indispensável nos trabalhos iniciais de instalação e condução do experimento.

A todos da EMBRAPA que me auxiliaram nas coletas de campo e nas análises de solo e planta, em especial ao Taveira, Lucivaldo, Hélio, Dona Edilza, e demais técnicos do LASP. Quero agradecer também ao pesquisador Jefferson Luis V. de Macêdo por todo o apoio e amizade dispensados e, também às companheiras de trabalho Maria Mendonça e Andréa Leite.

Ao Dr^o. Luís Augusto da Silva por todo apoio e sugestões.

Ao Dr^o. Wenceslau Geraldes Teixeira por todo apoio e colaboração.

A todos os professores da UFAM, EMBRAPA e INPA pelos ensinamentos que foram da maior relevância para melhorar meus conhecimentos e desenvolver melhor este trabalho.

A todos àqueles que me auxiliaram e me apoiaram na Ufam, em especial às minhas amigas Juliana Sena, Cira, Márcia, Marta e Tudinha.

À minha família pelo apoio, incentivo, amizade e compreensão pela grande ausência.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

AGRADEÇO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea do plantio de cupuaçu e coco, antes do plantio de flemíngia e tefrósia, no Campo Experimental do Centro de Pesquisas Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA) - Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM.....	22
Figura 2. Temperatura média mensal (T) e precipitação pluviométrica (P), durante os anos de 2000 a 2004, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA.....	23
Figura 3. Modelo esquemático das parcelas experimentais de um plantio de frutíferas (coco – C e cupuaçu – Cup), cultivado com as leguminosas flemíngia e tefrósia nas entrelinhas, com e sem cobertura morta.....	25
Figura 4. Efeito da cobertura do solo na produção de biomassa seca (t/ha) das leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>), podadas na altura de 50 e 100 cm, aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.....	40
Figura 5. Efeito da poda a 20 cm nos tratamentos com e sem cobertura morta (figuras a, c, e, g e i) e nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) (figuras b, d, f, h e j) sobre os conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas de um Latossolo Amarelo distrófico álico, em uma área experimental da Embrapa/CPAA, no município de Manaus, AM.....	22
Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de campo conduzido com as espécies flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>), para três alturas de corte, com e sem cobertura morta.....	25
Tabela 3. Calendário de realização das podas nas parcelas com flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>), para as alturas de poda de 50 e 100 cm.....	29
Tabela 4. Comparações de produção de biomassa seca (t/ha) da parte aérea das leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio.....	34
Tabela 5. Efeito da poda a 20 cm de altura nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) na produção de biomassa seca (t/ha) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.....	36
Tabela 6. Efeito da poda a 50 e 100 cm de altura nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) na produção de biomassa seca (t/ha), aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.....	38
Tabela 7. Atributos químicos de um solo Latossolo Amarelo textura argilosa, nas entrelinhas do plantio e na projeção da copa do cupuaçu e do coco, antes da implantação das leguminosas.....	41
Tabela 8. Atributos químicos do solo na área cultivada com as leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sete meses após o plantio.....	44
Tabela 9. Atributos químicos do solo na área cultivada pelas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) para a altura de poda de 20 cm, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas, com e sem cobertura morta.....	46
Tabela 10. Efeito das alturas de poda de 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.....	50
Tabela 11. Efeito da cobertura morta do solo na área cultivada com as leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.....	52
Tabela 12. Efeito da altura de poda de 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.....	53
Tabela 13. Teores de macronutrientes (g/kg) na matéria seca da biomassa da parte aérea das leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio.....	55

Tabela 14. Conteúdos de macronutrientes (kg/ha) na matéria seca da biomassa da parte aérea das leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio.....	56
Tabela 15. Efeito da poda a 20 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nos teores de macronutrientes (g/kg) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.....	60
Tabela 16. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nos teores de macronutrientes (g/kg) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.....	64
Tabela 17. Efeito dos sistemas de manejo (com e sem cobertura morta) nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) sobre os teores de macronutrientes (g/kg) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.....	66
Tabela 18. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nos conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.....	70
Tabela 19. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (<i>Flemingia macrophylla</i>) e tefrósia (<i>Tephrosia candida</i>) nos conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.....	74

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1. Geral.....	3
1.2. Específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Manejo da Matéria Orgânica do Solo.....	4
2.2. O uso de leguminosas e a manutenção da fertilidade do solo.....	9
2.3. Características das leguminosas utilizadas.....	14
2.3.1. <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Merr.....	14
2.3.2. <i>Tephrosia candida</i> (Roxb.) D.C.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Caracterização da área de estudo.....	21
3.2. Histórico da área e delineamento experimental.....	23
3.3. Instalação e condução do ensaio.....	26
3.4. Preparação das mudas e plantio das leguminosas.....	27
3.5. Determinação da biomassa das leguminosas.....	31
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Produção de biomassa seca.....	34
4.1.1. Avaliação da biomassa seca inicial produzida pelas leguminosas flemíngia e tefrósia aos sete meses após o plantio para três alturas de poda.....	34
4.1.2. Efeito da altura de 20 cm sobre a produção de biomassa seca.....	35
4.1.3. Efeito das alturas de 50 e 100 cm sobre a produção de biomassa seca	37
4.2. Fertilidade do solo.....	40
4.2.1. Caracterização da fertilidade do solo antes do plantio das leguminosas	40
4.2.2. Efeito inicial do uso das leguminosas flemíngia e tefrósia sobre a fertilidade do solo.....	43
4.2.3. Efeito da altura de 20 cm sobre a fertilidade do solo.....	45
4.2.4. Efeito das alturas de 50 e 100 cm sobre a fertilidade do solo.....	47
4.3. Efeito das alturas de poda e sistemas de manejo sobre a absorção de nutrientes pelas leguminosas.....	54

4.3.1. Efeito das alturas de poda de 20, 50 e 100 cm sobre a absorção de nutrientes pelas plantas.....	54
4.3.2. Efeito da altura de 20 cm sobre a absorção de nutrientes.....	58
4.3.3. Efeito das alturas de 50 e 100 cm sobre a absorção de nutrientes.....	62
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	77

RESUMO

Os solos amazônicos de terra firme na sua maioria se caracterizam por serem ácidos e apresentarem baixa fertilidade natural. Além disso, devido ao intenso regime pluviométrico existente na região, muitos nutrientes são perdidos por lixiviação. Portanto, o uso de práticas que visem a utilização de espécies que sejam capazes de produzir elevadas quantidades de biomassa e imobilizar grandes quantidades de nutrientes em sua parte aérea são consideradas alternativas viáveis para o manejo dos solos amazônicos. Com o objetivo de selecionar espécies de leguminosas para uso em sistemas de alley cropping, foram testadas as espécies *Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida*, quanto a sua produção de biomassa, acúmulo de nutrientes e em relação aos seus efeitos sobre a fertilidade do solo. O ensaio foi conduzido em Latossolo Amarelo, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental. O delineamento utilizado no primeiro corte foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial. Os fatores estudados foram duas espécies de leguminosas (*Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida*), três alturas de corte (20, 50 e 100 cm) e dois sistemas de manejo dos resíduos vegetais (com e sem cobertura morta). Porém, devido a problemas de rebrota das plantas na altura de poda de 20 cm, resultando em períodos de corte diferentes das alturas de 50 e 100 cm, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados disposto em esquema fatorial 2x2x2, que correspondem a duas espécies de leguminosas (*Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida*), duas alturas de poda (50 e 100 cm) e dois sistemas de manejo (com e sem cobertura morta). Os resultados mostram que a espécie *F. macrophylla* apresentou um maior potencial na produção de biomassa seca, acumulando uma grande quantidade de nutrientes em sua biomassa. Com relação às alturas testadas, observou-se que a altura de 100 cm se destacou com a maior produção de biomassa seca e com o maior acúmulo de nutrientes na tefrósia, enquanto a altura de 50 cm resultou no maior acúmulo na flemíngia. A altura de 20 cm propiciou um maior acúmulo de nutrientes na espécie *T. candida*, porém mostrou-se inviável devido aos problemas de rebrota que ocasionou. O uso da cobertura morta resultou na maior concentração de nutrientes do solo, apresentando efeito significativo na absorção de P, que foi maior na tefrósia. A concentração de P foi influenciada significativamente pela altura e sistemas de manejo, observando-se uma maior concentração na altura de 50 cm nos tratamentos com cobertura morta, indicando o grande potencial desta prática na absorção deste nutriente.

Palavras chaves: cobertura morta, adubação verde, leguminosas, manejo do solo, *F. macrophylla*, *T. candida*, Amazônia Ocidental.

ABSTRACT

The amazonian soils are mostly acid and have low natural fertility. Moreover, the intense existing pluviometric regime in the region causes loss of the nutrients by leaching. Therefore, the use of soil management practices that aim at the use of species that are capable to produce large amount of biomass and to immobilize large amounts of nutrients in its aerial part are considered feasible alternatives for the Amazonia soil management. With the objective to select species of leguminous for use in alley cropping systems, *F. macrophylla* and *T. candida* had been evaluated for its production of biomass, accumulation of nutrients and their effects in the soil fertility. The assay was lead in a Yellow Latossolo, in the Experimental station of Embrapa Amazonia Occidental. It was used in the first cut a statistical design with randomised blocks with three replications, in factorial scheme. The factors studied were two species of leguminous (*F. macrophylla* e *T. candida*), three height cut (20, 50 and 100 cm) and two management systems of plant residues (with and without mulch). However, due to regeneration plant problems in the height of 20 cm, resulting in cycle of different cuttings of the height of 50 e 100 cm, it was used a statistical design with randomised blocks in factorial scheme 2x2x2, with two species of leguminous (*F. macrophylla* e *T. candida*), two height cut (50 and 100 cm) and two management systems of plant residues (with and without mulch). The results show that *F. macrophylla* presented a great potential in the production of dry biomass, accumulating the biggest amount of nutrients in their biomass. Regarding to the cut height, it was observed that the height of 100 cm showed the biggest production dry biomass and accumulation of nutrients in the tefrósia, while the height of 50 cm resulted in the biggest accumulation in the flemíngia. The height of 20 cm resulted a great accumulation of nutrients in the *T. candida* species, but it was impracticable due to a regeneration problem. The use of mulching resulted in the biggest concentration of nutrients of soil, presenting this way a significant effect in the absorption of P, which was bigger in the *T. candida* species. The concentration of P was influenced significantly by height of cut and management systems, observing like this a bigger concentration in the height of 50 cm in mulching treatments, indicating the great potential of this practice in the absorption of this nutrient.

Keywords: mulching, green manure, leguminous, soil management, *F. macrophylla*, *T. candida*, Occidental Amazonia.

INTRODUÇÃO

A implantação de culturas agrícolas provoca alterações no solo, com referência às mudanças adversas nas características físicas, químicas e na diversidade de espécies e complexidade da fauna e flora do mesmo. A potencialidade para a produção agrícola na maioria dos solos da Amazônia está diretamente relacionada com as práticas de manejo empregadas. Assim, tem-se observado um declínio na produtividade de muitas culturas, decorrente do mau uso dos solos e/ou do uso inadequado e muitas vezes abusivo das tecnologias (insumos e maquinarias).

Todas estas interferências modificam e, eventualmente, interrompem os ciclos de elementos importantes para o crescimento das plantas, perturbando ou destruindo a estrutura do solo; provocando a diminuição mais ou menos drástica do teor de matéria orgânica e afetando a capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas plantas. Nas áreas cultivadas das regiões temperadas, estas perdas são sempre contrabalanceadas através da adubação, com técnicas que não podem ser adaptadas de maneira simples às regiões tropicais (RODRIGUES et al., 2003).

O manejo correto do solo cultivado é um passo importante que objetiva a manutenção ou mesmo o aumento de sua fertilidade. A matéria orgânica é parte integrante deste contexto, sem a qual é difícil a concepção do solo como um sistema vivo e dinâmico. Nos solos altamente intemperizados de terra firme da Amazônia, a fertilidade do solo depende mais fortemente da quantidade e qualidade da matéria orgânica do que em solos menos intemperizados, já que nos solos tropicais, a qualidade e a quantidade de serrapilheira e de húmus exercem papéis decisivos na manutenção da estrutura do solo e no fornecimento de um estoque suficiente de nutrientes, pois ambos constituem-se nos fatores essenciais para a produção

agrícola, já que a fração mineral do solo tem uma capacidade de retenção limitada para nutrientes (LUIZÃO & LUIZÃO, 1991; CADISCH & GILLER, 1997; TIAN et al., 1993, 1997).

Portanto, torna-se importante o uso de práticas que visem a manutenção ou o aumento do teor de matéria orgânica do solo. Entre as várias práticas conservacionistas destaca-se o uso de plantas de cobertura entre as linhas dos cultivos agrícolas (sistema alley cropping) e a manutenção de seus resíduos sobre o solo como cobertura morta, com a finalidade de se incorporar matéria orgânica ao solo, o proteger contra o processo erosivo e de reciclar nutrientes.

Dentro desse enfoque, ressalta-se o papel das leguminosas que, por suas características, constituem-se numa das alternativas mais eficientes na recuperação de solos degradados, melhorando sua estrutura pela quantidade e tipo de aporte da matéria orgânica e pela ação de seu sistema radicular. Assim, a escolha das leguminosas para adubação orgânica é determinada, principalmente, pela sua capacidade de fornecer nitrogênio do ar por meio de sua fixação biológica; pela sua produção de biomassa; pela precocidade no desenvolvimento e, pela concorrência com plantas invasoras. Entretanto, estes fatores variam de espécie para espécie e de acordo com o tipo de solo e manejo dispensado à cultura (MONEGAT, 1991; REINERT, 1998).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso e manejo das leguminosas arbustivas *Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida*, como fonte de matéria orgânica e nutrientes e, no processo de recuperação e manutenção da qualidade do solo em um sistema de cultivo de cupuaçu e coco implantado em Latossolo Amarelo na Amazônia Central, visando fornecer opções para um manejo adequado dos solos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das culturas comerciais.

1. OBJETIVOS

1.1. Geral

Avaliar o uso e manejo das leguminosas *Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida* como fonte de matéria orgânica e nutrientes e, no processo de recuperação e manutenção da fertilidade do solo em um sistema de cultivo composto por cupuaçu e coco, implantado em Latossolo Amarelo na Amazônia Central.

2.2. Específicos

Os objetivos específicos são três:

- Avaliar a produção de biomassa seca das duas leguminosas;
- Avaliar a altura de corte ideal para as leguminosas, levando-se em consideração o maior conteúdo de nutrientes imobilizados em sua biomassa;
- Comparar os efeitos obtidos pela utilização ou remoção da cobertura morta das duas espécies de leguminosas sobre a fertilidade do solo e acúmulo de nutrientes na biomassa das leguminosas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Manejo da Matéria Orgânica do Solo

A matéria orgânica do solo (MOS) é toda fração orgânica, que consiste de matéria morta (98% do total de C orgânico do solo) e viva (raramente ultrapassa 4% do total de C orgânico do solo), proveniente de plantas, microrganismos, da meso e macro fauna mortas, além de resíduos de animais e microrganismos do solo. Ela engloba os resíduos vegetais em estágios variados de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração mais estável, denominada de húmus, representando a principal fonte (1600×10^{15} g C) do total da reserva terrestre de carbono (em torno de 2200×10^{15} g C), excedendo, drasticamente, a quantidade de carbono estocada pela vegetação viva (em torno de 600×10^{15} g C) (BAYER & MIELNICZUK, 1999; CAMARGO et al., 1999; ZECH et al., 1997). Atualmente a MOS têm despertado grande interesse devido ao fenômeno de aquecimento global (efeito estufa) e à perspectiva de se utilizar o solo como reservatório do carbono liberado à atmosfera (CO_2) pela atividade antrópica (MEURER, 2004).

Sob o ponto de vista químico, a matéria orgânica consiste de toda substância que apresenta em sua composição o carbono tetravalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre ou outros elementos (KIEHL, 1985). Durante a decomposição química do substrato ocorrem os processos de mineralização e imobilização dos nutrientes: o primeiro é a transformação bioquímica dos nutrientes da forma orgânica (indispensáveis para a biota) para a forma inorgânica (disponíveis para as plantas); enquanto o segundo é a assimilação dos nutrientes em forma inorgânica pelos organismos do solo (ALEXANDER, 1961).

A matéria orgânica do solo é a chave para a fertilidade e produtividade dos solos cultivados, desempenhando papel preponderante nos seus aspectos químicos, físicos e biológicos, pois se constitui no principal receptor de nutrientes para as plantas, particularmente N, P e S (CHENG, 1977). É considerada fator determinante da qualidade do solo devido a duas razões principais: (1) o teor de matéria orgânica no solo é muito sensível em relação às práticas de manejo empregadas, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da matéria orgânica é perdida por diversos processos, entre esses, a decomposição microbiana e a erosão; (2) a maior parte dos atributos do solo relacionados às suas funções básicas tem estreita relação com a matéria orgânica, destacando-se dentre esses: a estabilidade dos agregados, a infiltração e retenção de água, a resistência à erosão, a atividade biológica, a capacidade de troca de cátions (CTC), a disponibilidade de nutrientes para as plantas, a lixiviação de nutrientes, a liberação de CO₂ e outros gases para a atmosfera (SANCHES, 1976; DALAL & MAYER, 1986; GREELAND et al., 1992; ANDREUX, 1996; PICCOLO, 1996; DORAN, 1997).

A matéria orgânica melhora a estrutura do solo e estimula o agrupamento de suas partículas, aumentando conseqüentemente, a capacidade do solo em reter água para as plantas e o arejamento do terreno. Os materiais orgânicos, cuja humificação tenha sido completa, aumentam a coesão dos solos arenosos, cimentando-os, isto é, promovendo a agregação de suas partículas, e tornando mais leves os solos pesados (argilosos ou barrentos) (MALAVOLTA, 1989).

Em condições de vegetação natural, o conteúdo de matéria orgânica é considerado estável. No entanto, a retirada da vegetação associada ao uso inadequado do solo, expondo-o a intempéries, ocasiona a sua degradação,

modificando-o e, eventualmente, interrompendo os ciclos dos elementos importantes para o crescimento das plantas; perturbando ou destruindo a estrutura do solo; reduzindo drasticamente o teor de matéria orgânica, além de ocasionar a diminuição de sua capacidade de absorção dos nutrientes. Nessas condições, segundo Bayer & Mielniczuk (1999), a recuperação ou manutenção dos teores de MOS e da capacidade produtiva do solo pode ser alcançada pela utilização de métodos com pouco ou nenhum revolvimento do mesmo e, por sistemas de manejo com alta adição de resíduos vegetais.

Em explorações agrícolas permanentes do tipo arbóreo se têm condições muito similares às de floresta primária, com um ciclo interno dos elementos nutritivos que é de longo prazo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1987). Entretanto, Larcher (2000) enfatiza que a subtração de nutrientes ocasionada pela colheita em áreas cultivadas ou a remoção da serrapilheira deve ser compensada por adição de fertilizantes em quantidades que correspondam à mesma ordem de magnitude. Segundo Alcarde et al., (1998), a matéria orgânica possibilita um desempenho muito melhor dos fertilizantes minerais adicionados, aumentando a disponibilidade dos nutrientes para as plantas.

Em solos tropicais altamente intemperizados como os da Amazônia, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, na retenção de cátions, na complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, na estabilidade da estrutura, na infiltração e retenção de água, na aeração e na atividade da biomassa microbiana, constituindo-se assim um componente fundamental de sua capacidade produtiva (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

As práticas culturais e o manejo do solo adotado tanto nos cultivos anuais como nos perenes não são apenas determinantes da fertilidade do solo, mas

também da manutenção e da restauração de sua qualidade física e biológica. Junto com as raízes, que se renovam continuamente dentro do solo, a serrapilheira representa a maior contribuição para a reciclagem dos nutrientes nesses ecossistemas (ANDERSON & SPENCER, 1991).

Em termos de disponibilidade de nutrientes para as plantas, os resíduos orgânicos da serrapilheira e das raízes, os produtos de sua decomposição parcial e a biomassa microbiana do solo representam os componentes mais ativos da matéria orgânica e exercem importante função na ciclagem de nutrientes (LUIZÃO & LUIZÃO, 1991).

Os resíduos orgânicos, especialmente os restos vegetais, são componentes importantes dos ecossistemas e agroecossistemas. Eles representam uma grande quantidade de carbono reduzido, imobilizado da atmosfera através da fotossíntese; um imenso reservatório de nutrientes minerais, que constituem importante fonte de energia para microrganismos e nutrientes minerais para as plantas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Um fato importante a ser considerado, quando se fala em serrapilheira, diz respeito à capacidade de produção de resíduos de cada ecossistema, pois vários fatores afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a serrapilheira. Entre eles destacam-se o clima, o solo, as características genéticas, a idade e a densidade das plantas (CORREIA & ANDRADE, 1999). Em trabalhos desenvolvidos pelos autores, as florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade apresentaram, em média, cerca de $7,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca em forma de resíduos orgânicos que formam a serrapilheira. Já em solos de fertilidade média, essa produção alcançou cerca de $10,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

O material nutritivo para o vegetal está presente no solo na forma ligada e na forma solúvel. Apenas uma pequena fração do material nutritivo (menor que 0,2%) está dissolvida na solução do solo. Aproximadamente 98% dos bioelementos no solo estão na forma de serrapilheira, húmus, ligados ao material inorgânico de difícil solubilização ou ainda incorporados aos minerais. Essa grande porção atua como uma reserva, a qual, por meio da decomposição e mineralização, colocam lentamente os nutrientes em disponibilidade para o vegetal. Os 2% restantes estão adsorvidos nos colóides do solo. Entre a solução do solo, os colóides do solo e a reserva mineral há um equilíbrio dinâmico que disponibiliza continuamente um suprimento de nutrientes para as plantas (LARCHER, 2000).

Segundo Dalzell et al., (1987), é difícil manter normalmente altos níveis de matéria orgânica nos solos de clima tropical e subtropical, devido às altas temperaturas que induzem às altas taxas de decomposição. Parton et al., (1987), acreditam que a temperatura do solo, regime de umidade do solo, textura e mineralogia de argila são os principais determinantes da MOS nos trópicos.

Na região amazônica, torna-se muito importante não se movimentar constantemente o solo (arações e gradagens) ou movimentá-lo o menos possível, dada a elevada susceptibilidade destes solos à erosão devido à grande pluviosidade, relevo e tipos de solo. Lopes et al., (1999), testaram em Latossolo Amarelo, no Pará, o uso ou não de aração e gradagem com pimenta-do-reino, além de culturas anuais em rotação ou consorciadas com aração (milho, caupi, mandioca e leguminosas), pastagem e solo descoberto com aração e gradagem. Observaram que, de modo geral, para os tratamentos com pimenta do reino e culturas anuais, as perdas médias anuais de solo, água, matéria orgânica e, nutrientes foram semelhantes entre si, variando de 840 a 590 kg/ha para a matéria orgânica, muito

inferior às observadas para o solo descoberto. O solo descoberto apresentou as maiores perdas para todos os parâmetros avaliados (145 t/ha de solo e 1.800 kg/ha de M.O.), enquanto que o solo que permaneceu coberto por gramíneas apresentou as menores perdas (2,5 t/ha de solo e 0 kg/ha de M.O.). Plantas que possuem sistema radicular denso/extenso e profundo e que cubram a maior parte da superfície constituem-se em uma opção viável para a conservação do solo. Mesmo que a permanência de algumas culturas na superfície do solo não consiga preservá-lo adequadamente, a inexistência de plantas, sejam adubos verdes e/ou a cultura principal, constitui-se na pior opção para a agricultura tropical.

2.2 O uso de leguminosas e a manutenção da fertilidade do solo

Os solos da Amazônia são representados predominantemente por Latossolos Amarelos de diferentes classes texturais, cujos teores de matéria orgânica apresentam-se normalmente baixos, variando entre 1,0 e 1,5% (CRUZ, 1984). Estes perdem sua capacidade produtiva, principalmente, devido à lixiviação e erosão produzidas pela chuva, que levam a matéria orgânica e os poucos nutrientes que possuem. Somados a isso, tem-se os altos custos dos adubos químicos, que dificultam o desenvolvimento agrícola da região.

O uso de uma cobertura vegetal com leguminosas, que cubram bem estes solos, pode evitar estes fenômenos destrutivos, além de fornecer conseqüentemente nutrientes aos mesmos (CANTO, 1989). Na Amazônia, o uso de leguminosas torna-se ainda mais importante quando se observa a pobreza de seus solos (MOREIRA & MALAVOLTA, 2002) e o uso indiscriminado de queimadas, que podem, a médio e longo prazo, ocasionar a diminuição dos teores de matéria orgânica do solo, que constitui-se no grande reservatório de nitrogênio (e também do enxofre) para

aquelas plantas que não o fixam do ar. Mesmo em solo pobres, a maior parte de sua fertilidade, incluindo matéria orgânica, atividade biológica e nutrientes, se concentram nos 10 primeiros centímetros de profundidade.

Qualquer prática que provoque perdas de solo, por menores que sejam, causam prejuízos, tanto ao ambiente (como erosão e assoreamento de rios) quanto ao produtor (perdas econômicas com a degradação do solo e a necessidade de sua recuperação). Portanto, é necessário adotar práticas culturais e de manejo do solo nos cultivos anuais e perenes que assegurem a restauração e manutenção do potencial produtivo do solo e das culturas. Grimaldi et al., (1993), estudando o efeito do desmatamento e de culturas, como o dendê associado a plantas leguminosas sobre a estrutura de solos argilosos da Amazônia, concluíram que o uso de espécies arbóreas ou forrageiras de cobertura, com abundante produção de serrapilheira e de raízes, pode acelerar o restabelecimento dos processos biológicos de reciclagem e também de reestruturação do solo. O dendê, quando associado com leguminosas, se beneficia não só da fixação de nitrogênio, mas também do melhoramento da estrutura do solo pelas raízes e serrapilheira e da diminuição da concorrência de ervas daninhas agressivas, principalmente gramíneas.

A família das leguminosas compõe-se de inúmeras espécies que apresentam variações quanto ao seu ciclo vegetativo, produção de biomassa, porte e ainda ampla diversidade de exigências em relação a clima e solo. As espécies de leguminosas, quando cultivadas com a finalidade de produção de biomassa variam muito com relação às suas exigências edafoclimáticas e, conseqüentemente, em relação à quantidade e qualidade da biomassa produzida. A indicação da espécie mais adequada dependerá do diagnóstico de cada situação específica, ou seja, da sua adequação aos sistemas de produção em uso na região (MULLER et al., 1992).

Canto (1992), avaliando as leguminosas *Desmodium ovalifolium*, *Flemingia macrophylla*, *Indigofera tinctoria* e *Mucuna cochinchinensis* como plantas de cobertura em Latossolo Amarelo, obteve em dois ciclos de corte na altura de 50 cm, produções de biomassa seca iguais a 10.8, 11.6, 7.9 e 5.3 t/ha, respectivamente.

Brasil (1992) avaliando o potencial das leguminosas feijão guandu (*Cajanus Cajan*), crotolária (*Crotolaria paulina*), cássia (*Cássia rotundifolia*), leucena (*Leucaena leucocephala*), ingá (*Inga edulis*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) em cultivo em faixas em Latossolo Amarelo no município de Igarapé Açu, no Estado do Pará, obteve produções de biomassa seca de 6.000, 6.725, 9.188, 6.880, 6.227 e 5.226 kg/ha, respectivamente.

Lopes (1998) testando o feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) em Latossolo amarelo (textura média e argilosa) e em Podzólio de diferentes locais no Estado do Pará obteve bons resultados, inclusive quando cultivado no Podzólio, que é um tipo de solo pobre em nutrientes e altamente susceptível à erosão, chegando a produzir até 6.000 kg/ha de biomassa seca.

Barreto & Fernandes (2001) avaliando a produção de biomassa seca da parte aérea de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) em cultivos em alameda em um Latossolo Amarelo nos tabuleiros costeiros de Sergipe, obtiveram produções de biomassa seca de 4,87 e 5,80 t/ha/ano de parte aérea, em média, produzindo um total de 23,75 t/ha e 14,61 t/ha em quatro e três ciclos de corte, respectivamente.

A escolha da leguminosa deve ser feita em função de sua finalidade de uso. As espécies de leguminosas que são utilizadas em cobertura viva devem apresentar um desenvolvimento precoce, cobrir o solo de maneira uniforme, possuir um sistema radicular profundo e multiplicar-se facilmente. Portanto, deve-se dar preferência às

leguminosas que produzem maior volume de biomassa seca, que sejam menos sujeitas ao ataque de pragas e doenças e que possuam sementes relativamente uniformes e fáceis de serem semeadas (MIYASAKA, 1984).

A introdução das leguminosas deve ser realizada na estação chuvosa para diminuir a concorrência por água do solo, além de contribuir no controle da erosão. As podas, então, devem ser executadas na estação seca para diminuir a concorrência por água, deixando-as como cobertura morta sobre o solo (DEON & SOUZA, 1989). Além de dispensar uma aração, esse método evita o desenvolvimento de plantas daninhas, preserva a umidade do solo e protege a superfície da ação direta do sol (NEME, 1961).

O valor nutritivo e a velocidade de decomposição das leguminosas arbustivas são maiores quando estas se encontram tenras e macias, estado geralmente associado ao período de floração. A poda realizada antes deste período torna a decomposição mais rápida (menor relação C/N) e os nutrientes mais prontamente disponíveis, embora a quantidade total adicionada seja menor devido ao menor volume de biomassa incorporado ao solo (IGUE et al., 1984).

A contribuição das leguminosas para a manutenção da fertilidade dos solos se deve em grande parte aos seus efeitos como cobertura de solo e como fonte de nitrogênio (adubos verdes). Uma cobertura do solo eficiente reduz a perda de água e mantém a temperatura do solo em níveis favoráveis às culturas (BRAGAGNOLO & MIELNICZUK, 1990). A cobertura vegetal atua também, de maneira indireta, sobre a atividade da microbiota do solo e, conseqüentemente, sobre o processo de decomposição da matéria orgânica, através de sua ação diferencial sobre as características desses solos, como temperatura, umidade, aeração, pH e nutrientes minerais (FIALHO et al., 1991).

Muitas espécies de leguminosas são pouco exigentes em fertilidade do solo, possuindo sistema radicular pivotante, agressivo e de alta capacidade de penetração no solo, rompendo camadas adensadas e compactadas ao longo do tempo e, aumentando conseqüentemente sua capacidade de infiltração e retenção de água, sendo, portanto consideradas como uma das alternativas mais eficientes de recuperação de solos degradados. O processo de recuperação dá-se através de dois processos simultâneos: por meio da agregação pela quantidade e tipo de aporte de matéria orgânica e, através da ação do sistema radicular, que age aliviando a compactação, quando existente, pela ação mecânica das raízes (REINERT, 1998; OSTERROHT, 2002).

Além disso, as leguminosas são consideradas importantes plantas de cobertura em cultivos perenes, pois além de protegerem o solo contra as intempéries, melhoram suas propriedades físicas e químicas e reduzem o risco de erosão, ocasionando um crescimento mais rápido da cultura principal e o aumento de sua produtividade. Além disso, são capazes de extrair o fósforo fixado no solo; diminuir a toxidez de alumínio e manganês através do aumento da complexificação e elevação do pH; promovem o resgate e a reciclagem de nutrientes de fácil lixiviação; extraem e mobilizam nutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo, tais como cálcio, magnésio, fósforo e potássio, e micronutrientes e, inibem a germinação e o crescimento de plantas invasoras, seja por efeitos alelopáticos, seja pela simples competição por luz (OSTERROHT, 2002).

Portanto, o uso de sistemas que incluem plantas leguminosas de cobertura, em sucessão e/ou consorciadas com gramíneas e culturas comerciais, capazes de produzir alta quantidade de resíduos, permite aumentar o teor de carbono do solo, com conseqüente aumento na capacidade de troca de cátions (CTC) e redução na

lixiviação de cátions, além de adicionar nitrogênio proveniente da fixação do N₂ atmosférico (TESTA, 1992).

2.3 Características das leguminosas utilizadas

2.3.1 *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.

A *Flemingia macrophylla* pertence à família Fabaceae (subfamília Papilionaceae) (GILLET, 1971). Possui cerca de 33 sinônimos, sendo os principais: *Flemingia congesta* Roxb. Ex Ait. F., *Flemingia latifolia* Benth, *Moghania macrophylla* (Willd.) Kuntze e, *Flemingia prostata* Roxb. É uma espécie nativa do sul da Ásia, encontrando-se distribuída desde o sul desse mesmo continente até a Indonésia. Posteriormente foi introduzida nas regiões tropicais da África, Austrália e América Latina, onde já tem um processo de adaptação e naturalização a estes meios (ILDIS, 2005; CORPOICA, 1998).

É uma leguminosa de consistência lenhosa, que apresenta enraizamento profundo, porte arbustivo, atingindo até 2,5 m de altura. Suas folhas são trifoliadas. Seus folíolos são de textura fina, com a superfície superior glabra. As flores estão dispostas em racemos de bases esverdeadas com manchas ou listras vermelhas. As vagens são pequenas, tornando-se marrons quando maduras, deiscentes, possuindo geralmente duas pequenas sementes pretas brilhantes por vagem. Tem uma raiz principal bem definida e dela saem raízes secundárias, onde se localizam os nódulos responsáveis pela fixação do nitrogênio do ar. A floração ocorre em torno de três meses após o plantio, com o amadurecimento dos frutos por volta de quarenta dias (ASARE et al., 1984).

Pode ser encontrada até 2.000 m acima do nível do mar. O mínimo de precipitação requerido é aproximadamente 1.100 mm, embora a espécie tenha sido encontrada prosperando nas condições inferiores de chuva equatorial de Camarões (2.850 mm). Cresce melhor na faixa de temperatura entre 22-28°C, apresentando um crescimento mínimo acima de 36°C e abaixo de 12°C. É uma planta robusta que pode resistir a longos períodos de seca, sendo capaz de sobreviver em solos pouco drenados e ocasionalmente encharcados. A espécie cresce naturalmente ao longo de cursos d'água em florestas secundárias e também em solos lateríticos e argilosos. É levemente tolerante à sombra e moderadamente capaz de sobreviver ao fogo (ASARE et al., 1985; CORPOICA, 1998).

É uma leguminosa arbustiva que apresenta alta produção de biomassa, sendo bem adaptada a solos ácidos (pH entre 4,5 e 4,6) e terras inférteis com elevado teor de alumínio solúvel (80% de saturação) (KEOGHAN, 1987; RAZILL, 1987, BINH et al., 1998).

A propagação é feita por sementes, sendo que em um quilograma existem cerca de 50.000 a 68.000 sementes (BULDEMAN, 1989). A germinação leva em torno de sete dias, após a quebra da dormência. O plantio pode ser feito via preparo prévio de mudas ou diretamente no campo, mas nesse caso, torna-se necessário um maior cuidado até que as plantas se estabeleçam.

É uma espécie utilizada como cerca viva no controle de erosão, estando freqüentemente associada com *Desmodium cinereum* (formalmente conhecido como *D. rensonii*); como mulch e adubo verde em sistemas de alley cropping; supressão de plantas daninhas; recuperação de solos degradados, elevando sua fertilidade através do retorno de sua biomassa ao solo e pela fixação de nitrogênio; como lenha e, também como pastagem na estação seca, embora seu valor

digestivo seja menor que 40% (SKERMAN,1977; BINH et al 1998; ANDERSSON, 2002;) . Palatavelmente, a pastagem verde é consideravelmente melhor do que a pastagem madura (KEOGHAN, 1987).

Trabalhos desenvolvidos nas condições da Amazônia (CANTO, 1989; BRASIL et al., 1992) mostram que a leguminosa *Flemingia macrophylla* apresenta um lento desenvolvimento vegetativo inicial, porém possui inúmeras vantagens como: alta capacidade de rebrota em resposta a cortes sucessivos, suportando até sete cortes durante três anos; taxa de decomposição lenta das folhas, junto com um crescimento denso da planta; tolerância à seca moderada; habilidade para resistir a inundações ocasionais e habilidade de propagação vegetativa. Todas essas características tornam esta espécie uma planta útil para cobertura morta, controle de plantas daninhas, proteção do solo, bem como uma fonte importante de matéria orgânica e de nutrientes.

Provavelmente a característica mais interessante da *F. macrophylla* é a relativa resistência de suas folhas à decomposição, explicada pela lenta taxa de decomposição de suas folhas devido à alta concentração de taninos condensados e por sua alta relação C/N, igual a 21 (BUDELMAN, 1988). Aproximadamente 40% de uma camada de mulch (cobertura morta) feitas por folhas de flemingia (4 toneladas de matéria morta por hectare) estava ainda presente após 7 semanas, comparado a 20% de *Leucaena leucocephala*. O mulch de flemingia forma uma camada relativamente sólida que previne a germinação de sementes de plantas daninhas e/ou torna raquítico seu desenvolvimento inicial por cerca de 100 dias. O mulch também proporciona menores temperaturas na camada superficial do solo, aumenta a quantidade de água disponível, incorpora grandes quantidades de matéria

orgânica, proporciona bom desenvolvimento do sistema radicular e, recicla grandes quantidades de nutrientes, especialmente N e K (BUDELMAN, 1989).

Em plantações experimentais de borracha em Ghana, um mulch de *Flemingia* reduziu o número de semeaduras exigidas por ano de seis para duas. A uma profundidade de 10 cm de solo coberto por mulch (5.000 kg de matéria seca por hectare), as temperaturas observadas foram de 7-8⁰ C menores que no solo nu ou sem vegetação. A umidade do subsolo sob a camada de mulch de *F. macrophylla* mostrou ser significativamente maior que as de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* (ANON, 1964).

Brasil et al., (1992), estudando a eficiência da cobertura morta de três espécies de leguminosas no controle de plantas daninhas em plantio de milho e feijão caupi nas condições amazônicas, observaram que a espécie *Flemingia macrophylla* apresentou uma decomposição inicial lenta quando comparada com *Leucaena leucocephala* e *Inga edulis*; porém aos 30 dias após a aplicação da cobertura morta, *F. macrophylla* e *I. edulis* apresentaram os melhores resultados de trabalho durante a realização da capina, indicando serem essas leguminosas mais eficientes no controle de plantas daninhas.

Bergo et al., (2006), avaliaram o uso de quatro leguminosas, *Mucuna atterrima*, *Cajanus cajan*, *Canavalia endiformis* e *Flemingia macrophylla*, em um sistema de produção de café no Acre e constataram que a *Flemingia macrophylla* foi a espécie que melhor controlou as plantas invasoras, devido ao alto volume de biomassa produzida e a possibilidade de dois cortes durante um período de doze meses, influenciando juntamente com a *Mucuna atterrima* na produtividade dos cafeeiros, independente da adubação nitrogenada utilizada (0 e 22 g de N por cova).

Segundo Gomes e Moraes (1997), a espécie *F. macrophylla* é considerada como a mais produtiva e também como alternativa para manejo e recuperação dos solos tropicais, sendo utilizada especialmente em regiões geograficamente mais distantes dos mercados de consumo, devido ao preço elevado dos fertilizantes químicos.

Oliveira (2005) testando os efeitos do manejo das espécies *B. decumbens*, *P. phaseoloides*, *F. macrophylla* e *T. candida* em comparação à vegetação de capoeira e floresta primária, sobre as características físicas e o teor de carbono orgânico em um Latossolo Amarelo álico textura muito argilosa, verificou que as leguminosas *P. phaseoloides* e *F. macrophylla* apresentaram contribuição mais significativa à melhoria das qualidades físicas do solo.

2.3.2 *Tephrosia candida* (Roxb.) ex DC.

A *Tephrosia candida* é uma espécie pertencente à família Fabaceae, sendo nativa da Índia, sudoeste da Ásia e Madagascar (ILDIS, 2005). Constitui-se num arbusto ereto, que pode atingir uma altura de 1,2 a 2,5 m. Apresenta folhas peniformes, com cerca de 13-27 folíolos de forma elíptica, que medem aproximadamente 7 cm de comprimento, sendo menores em relação à base e, freqüentemente tão macios e tomentosos. Seus limbos são minuciosamente ovados, com ápice agudo ou obtuso, glabros na parte superior e pubescentes na inferior. Racemos terminal e lateral, longos com mais de 2,5 cm. Apresenta galhos macios com pêlos ferrugíneos. Suas flores possuem uma coloração branca, medindo cerca de 2-2,5 cm, cálice medindo de 5-8 mm, com lóbulos curtos como tubos, densamente peludos. Suas vagens possuem uma coloração acinzentada e medem cerca de 8-9 cm de comprimento, sendo densamente cobertas com uma

penugem ferrugínea. Suas sementes são pretas e manchadas, apresentando hilo bastante saliente (WHITE et al., 1968; SKYES, 1970; STANLEY & ROSS, 1983).

É uma leguminosa tropical perene que requer para seu desenvolvimento de 700 a 2.500 mm de água. Sua propagação é feita por semente. Apresenta elevado desenvolvimento vegetativo inicial, porém com baixa capacidade de rebrota após os cortes (BRASIL, 1992).

Todas as partes da planta contêm a substância química “rotenona”, um dos mais poderosos biocidas que a natureza já produziu, sendo utilizada como planta de cobertura no combate de insetos adultos de *Diaprepes abbreviatus* e, tendo em suas raízes substâncias tóxicas para as suas larvas (LAPOINTE et al., 2003).

Possui raízes profundas, sendo considerado um dos mais eficientes agentes de reciclagem de nutrientes, possuindo um potencial de reciclagem superior aos das gramíneas. Seu tempo de vida é de cerca de três a quatro anos. É adequada para áreas montanhosas, podendo resistir a solos ácidos e condições hídricas limitantes. Susceptível a “podridão das raízes” e também aos nematóides. Além de sua elevada capacidade de produzir biomassa, é capaz de fixar nitrogênio do ar, por se tratar de uma leguminosa e fornecer sombra às plantas jovens, entretanto não pode ser utilizada na alimentação humana e animal (NYE & GREENLAND, 1960; JAIYEBO & MOORE, 1964; DEON & SOUZA, 1989).

É utilizada como adubo verde, na recuperação de solos degradados devido ao incremento na reciclagem de nutrientes (fósforo e nitrogênio, principalmente), controle da erosão, como pastagem e na produção de lenha (PERIN et al.; 1996; GOMES & MORAES, 1997; AMADALO et al., 2003; MAFONGOYA & KUNTASHULA, 2005).

Ikpe et al., (2003), estudaram no sudoeste da Nigéria os efeitos da idade do pousio com a espécie *T. candida* (1 e 2 anos de pousio) na produção de biomassa; acúmulo de nutrientes; biomassa de plantas daninhas e resposta da produção entre as culturas de mandioca/milho em um experimento de campo de 3 anos, comparando os resultados com outros obtidos em pousio natural. Por meio dos dados obtidos, observaram que as áreas em pousio por dois anos com a espécie *T. candida* apresentaram a maior produção de biomassa total e liteira; menor produção de biomassa de plantas daninhas; um acúmulo médio de nutrientes (nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio) superior aos encontrados nos outros pousios, ocorrendo comportamento semelhante com relação à produção de mandioca e milho, que obteve produção superior à encontrada no pousio natural.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo.

Durante 43 meses, entre julho de 2001 e janeiro de 2005, foi conduzido um estudo experimental de campo, em áreas do Projeto SHIFT (Studies of Human Impact in Forest and Floodplains in the Tropics), no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental – Embrapa/CPAA, km 29 da rodovia AM-010, município de Manaus, AM. Os trabalhos foram conduzidos para avaliar o efeito da altura de poda da biomassa das leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.) e tefrósia (*Tephrosia candida* (Roxb.) DC.), cultivadas em áreas ocupadas com um consórcio de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum) e coco (*Cocos nucifera* L.). Um aspecto geral da área experimental está apresentado na Figura 1. As coordenadas geográficas para o local são: 02°54'04" S de latitude e 59°58'41" W Gr. de longitude.

O plantio das espécies frutíferas foi realizado em 1995, seis anos antes do das leguminosas, que foi proposto como uma alternativa para superar as limitações nutricionais do solo da terra firme que afetavam negativamente a produtividade das fruteiras. O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Amarelo, distrófico, álico, de textura muito argilosa (RODRIGUES et al., 1972).

A fertilidade inicial do solo foi determinada por ocasião do plantio do cupuaçu e do coco para três blocos em três profundidades do solo: 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Foi verificado que nesta área a textura do solo, foi classificada como “muito argilosa” apresentou os seguintes valores medianos da composição granulométrica dados em percentagem: areia grossa entre 8,0, areia fina de 1,8, argila entre 74,9 e silte entre 15,3.



Figura 1. Vista aérea do plantio de cupuaçu e coco, antes do plantio de flemíngia e tefrósia, no Campo Experimental do Centro de Pesquisas Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA) - Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM.

Fonte: Projeto SHIFT ENV 52-2 – “Manejo de resíduos vegetais e seus efeitos sobre a decomposição e macrofauna de solo em agroecossistemas na Amazônia Central”.

Tabela 1. Características químicas de um Latossolo Amarelo distrófico álico, em uma área experimental da Embrapa/CPAA, no município de Manaus, AM. ^{*1}

Blocos	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	Ca	Mg	K	m (%)	M.O. (g dm ⁻³)
				-----mmol _c dm ⁻³ -----				
I	0-20	3,9	2,7	0,27	1,3	0,8	89,4	30,1
	20-40	4,1	1,3	0,14	0,7	0,5	92,4	14,4
	40-60	4,5	1,3	0,06	0,5	0,2	93,9	8,8
II	0-20	3,9	2,7	0,22	0,9	0,7	91,9	31,8
	20-40	4,2	1,3	0,09	0,6	0,3	92,4	11,0
	40-60	4,4	1,0	0,05	0,8	0,2	89,3	6,9
III	0-20	3,9	2,0	0,25	1,2	0,8	88,7	36,1
	20-40	4,2	1,0	0,09	0,5	0,3	93,9	21,5
	40-60	4,4	1,0	0,05	0,8	0,2	86,7	4,8

Fonte: Sousa et al. (1998)

^{*1} – Prof. – profundidade do solo; m – índice de saturação de alumínio; M.O. – matéria orgânica.

Nesta área da Amazônia Central, o clima é do tipo Af na classificação de Köppen (EMBRAPA, 1998), que é caracterizado como tropical chuvoso durante todo o ano, com precipitação anual superior a 2000 mm. No período mais seco do ano, a menor precipitação mensal é igual ou superior a 50 mm. Na área do experimento os dados climáticos foram monitorados anualmente entre os anos de 2000 e 2004 e estas determinações estão apresentadas na Figura 2 e Anexo 1.

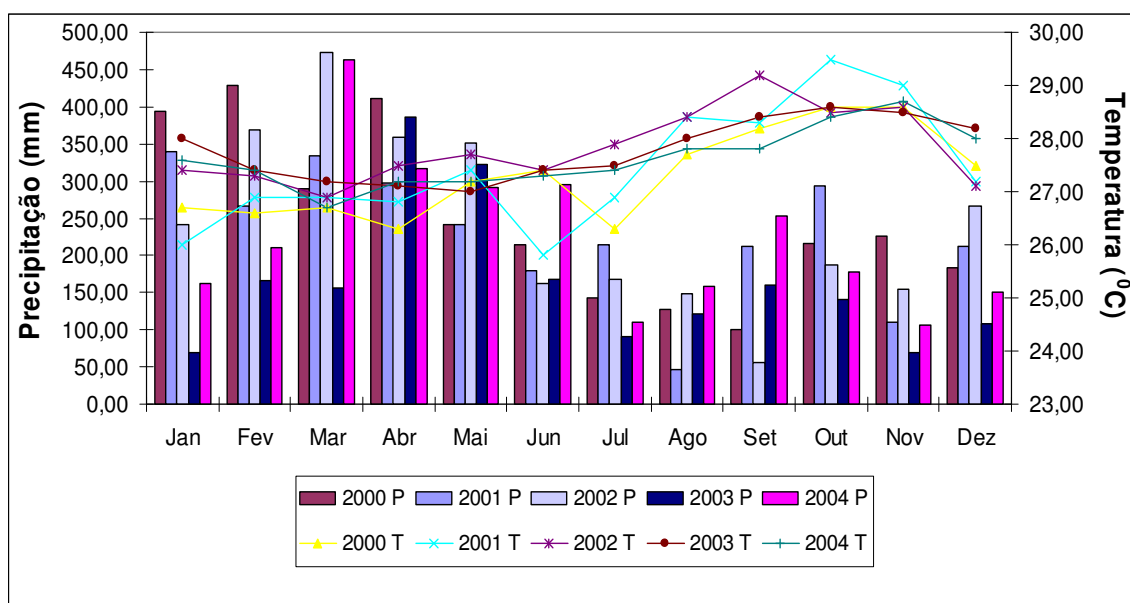


Figura 2. Temperatura média mensal (T) e precipitação pluviométrica (P), durante os anos de 2000 a 2004, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA.

3.2. Histórico da área e delineamento experimental

Originalmente a cobertura vegetal da área era a mata primária de terra firme que foi derrubada no sistema tradicional que inclui a queima da biomassa vegetal e antes da implantação do sistema com espécies frutíferas foi ocupada com um consórcio de seringueira e pimenta do reino, seguindo-se do seu abandono por sete anos.

Para a implantação do coco e cupuaçu, o solo recebeu preparo mecânico (aração e gradagem), antes do piqueteamento. As mudas das fruteiras foram

dispostas no espaçamento 7,5 x 7,5 x 7,5 m preenchendo uma área total de três hectares (SOUZA et al., 1998).

Em 2001 foram introduzidas nas entrelinhas desse sistema, como plantas de cobertura, as leguminosas arbustivas *Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida* e *Flemingia macrophylla*. Para tanto foi inicialmente planejado um delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 3 x 2, correspondentes a duas espécies de leguminosas (flemíngia e tefrósia), três alturas de corte (20, 50 e 100 cm) e dois tipos de manejo do solo (com e sem cobertura morta). Com a biomassa cortada na primeira poda, aos sete meses após o plantio, não havia ainda um efeito dos tratamentos de cobertura do solo e os dados obtidos foram analisados empregando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3, correspondente a 2 espécies e 3 altura de corte, com três repetições.

A cobertura morta foi definida como o material podado deixado nas linhas ocupadas com as leguminosas sobre o solo, ou retirado da área das leguminosas e colocado nas linhas de cultivo de cupuaçu e coco. Foram considerados três blocos. Cada bloco ocupou uma área de 0,25 ha e a área total considerada no estudo foi de 0,75 ha. Para este delineamento proposto foram instalados 12 tratamentos que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de campo conduzido com as espécies flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*), para três alturas de corte, com e sem cobertura morta.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
1	Flemíngia podada a 20 cm com cobertura morta.
2	Flemíngia podada a 20 cm sem cobertura morta.
3	Flemíngia podada a 50 cm com cobertura morta.
4	Flemíngia podada a 50 cm sem cobertura morta.
5	Flemíngia podada a 100 cm com cobertura morta.
6	Flemíngia podada a 100 cm sem cobertura morta.
7	Tefrósia podada a 20 cm com cobertura morta.
8	Tefrósia podada a 20 cm sem cobertura morta.
9	Tefrósia podada a 50 cm com cobertura morta.
10	Tefrósia podada a 50 cm sem cobertura morta.
11	Tefrósia podada a 100 cm com cobertura morta.
12	Tefrósia podada a 100 cm sem cobertura morta.

O plantio das leguminosas ocupou as entrelinhas do sistema com frutíferas, no espaçamento de 0,80 m (entre plantas) x 1,00 m (entre linhas), somando-se 35 plantas por linha, num total de 140 plantas por entrelinha (Figura 3). A área coberta por cada parcela foi de 28 x 7,5 m totalizando 210 m² para cada tratamento.

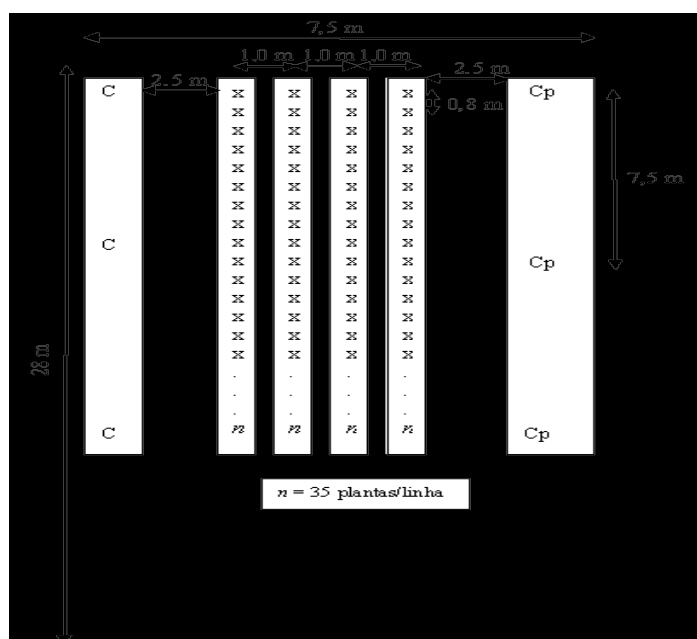


Figura 3. Modelo esquemático das parcelas experimentais de um plantio de frutíferas (coco – C e cupuaçu – Cp), cultivado com as leguminosas flemíngia e tefrósia nas entrelinhas, com e sem cobertura morta.

3.3. Instalação e condução do ensaio

O preparo da área para plantio das leguminosas, efetuado no ano de 2001, foi realizado mecanicamente através da passagem de um rotavator nas entrelinhas de plantio, para remoção das plantas invasoras que colonizavam naturalmente a área. Em seguida foi aplicado o herbicida Glifosato (4 L/ha), visando prevenir a infestação e eliminar as gramíneas que colonizam espontaneamente a área, onde predomina a espécie taripucu (*Paspalum multicaule*), de difícil erradicação.

Nesta fase do preparo do solo, uma segunda amostragem de solo foi realizada, antes da implantação dos tratamentos, para caracterizar a fertilidade inicial do solo. Para tanto, amostras compostas de solo, formadas por nove amostras simples, foram coletadas em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), nas linhas (na projeção da copa da cultura do cupuaçu e do coco) e nas entrelinhas de cultivo, totalizando 4 amostras compostas por bloco, formadas por 36 subamostras.

As amostras de solo foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm e analisadas segundo a metodologia empregada no Laboratório de Análise de Solo e Planta – LASP da Embrapa Amazônia Ocidental (EMBRAPA, 1997). Foram determinados o pH do solo (H_2O) e os teores trocáveis de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, fósforo, nitrogênio e carbono orgânico total. Para as determinações do Ca, Mg e Al foram realizadas extrações com KCl 1 M. O Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, e o Al por titulação. Para as determinações do P e K realizaram-se extrações com solução de Mehlich 1 (HCl 0,5 N + H_2SO_4 0,025 N). O P foi determinado no espectrofotômetro por colorimetria, enquanto o K foi feito por espectrofotometria de absorção atômica. O pH do solo foi determinado em H_2O na proporção solo:solução de 1:2,5 e a leitura das amostras foram realizadas em potenciômetro. Os teores de N total foram

determinados pelo método de Kjeldahl, por digestão ácida da amostra, empregando-se ácido sulfúrico na presença de sulfato de cobre, sulfato de sódio e selênio como catalizadores. A titulação das amostras foi feita por volumetria, com HCl 0,01 N, após a retenção de NH_4 , em ácido bórico, em câmara de difusão. O carbono orgânico foi determinado através da oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio 0,04 N, em meio sulfúrico, e titulação pelo sulfato ferroso 0,1 N.

Com base nos resultados analíticos foi realizada a correção do solo utilizando-se 2 t ha^{-1} de calcário dolomítico. Foi realizada também uma adubação fosfatada, aplicando-se fosfato de ARAD ao solo, em uma dosagem equivalente a 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

3.4. Preparação das mudas e plantio das leguminosas

Para o plantio das leguminosas, foram utilizadas sementes procedentes de acessos preservados no Centro Nacional de Recursos Genéticos – CENARGEM/EMBRAPA. Foi empregada a técnica tradicional de preparo de mudas que foi conduzida no viveiro permanente de produção de mudas da EMBRAPA/CPAA, que possui 2 m de altura e é cercado e coberto com tela de sombrite 75 % de luz incidente. Foram preparadas 4 mil de cada espécie, totalizando 8 mil mudas, utilizando-se como substrato uma mistura de terriço e areia (numa relação 3:1 v:v), em recipiente plástico de 200 mL, devidamente drenado. Foi praticada a semeadura direta de 3 sementes por recipiente, em março de 2001, seguindo-se, quando necessário, do desbaste para permanecer uma só muda por recipiente. Durante a fase viveiro, as plantas foram irrigadas diariamente com o auxílio de aspersores, adotando-se como práticas culturais a limpeza periódica de plantas invasoras que colonizam a área de viveiro.

Após o período de enviveiramento de quatro meses, em julho de 2001 as mudas foram levadas ao campo para plantio nas entrelinhas do sistema cupuaçu-coco, conforme já detalhado para cada tratamento, seguindo o delineamento experimental inicialmente proposto. Nesta ocasião realizou-se uma adubação nas covas com 20 g de fosfato de ARAD.

Considerando-se o sucesso do pegamento das plantas após o plantio, a manutenção do experimento consistiu na realização de capinas nas parcelas das leguminosas e nas linhas de cupuaçu e coco, quando necessárias, principalmente na fase inicial de desenvolvimento das leguminosas. A época de poda foi definida pelo ponto de floração plena das plantas que se deu concomitantemente para as duas espécies aos sete meses do plantio, em fevereiro de 2002. Para ambas as espécies, concomitantemente nesta ocasião, foram feitas a primeira poda das plantas, nas alturas de 20, 50 e 100 cm. Para aplicação da poda, foram amostradas quatro plantas por tratamento em cada parcela. A poda da biomassa verde das plantas foi realizada com o auxílio de tesoura de poda, estabelecendo-se a altura de corte com o auxílio de régua.

A partir deste primeiro corte, o material vegetal podado foi tratado de duas formas: foi usado dentro da própria parcela nas linhas de cultivo das leguminosas (como cobertura morta), ou foram removidos das linhas com leguminosas e depositados nas linhas cultivadas com cupuaçu e coco, e neste caso as linhas de cultivo com leguminosas permaneceram sem cobertura morta.

Com o andamento da pesquisa, após o primeiro corte foi verificado que as plantas podadas na altura de 20 cm se ressentiram parcialmente da poda, inclusive com perdas por mortalidade que foram mais evidentes para a tefrósia. Estas plantas submetidas ao corte raso apresentaram um desenvolvimento mais lento em

comparação com as plantas podadas aos 50 e 100 cm, de modo que após o rebrotamento o momento de floração não foi mais uniforme. Enquanto as plantas podadas aos 50 e 100 cm de altura alcançaram novamente condições de serem submetidas à segunda poda em torno dos três meses após a primeira poda, as plantas podadas a 20 cm só foram submetidas ao segundo corte seis meses após o primeiro, quando novamente floresceram. Desse modo, o tratamento de poda a 20 cm de altura passou a ser tratado separadamente dos demais, sendo executado o seguinte calendário de cortes: 1ª poda aos 7 meses em fevereiro de 2002, segunda aos 13 meses em agosto de 2002, terceira aos 17 meses em dezembro de 2002, quarta aos 22 meses em maio de 2003 e quinta aos 28 meses do cultivo, em novembro de 2003.

As plantas podadas aos 50 e 100 cm apresentaram capacidade de recuperação similar, seguindo-se no período experimental do corte simultâneo para estes tratamentos de poda, cujo calendário de execução está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Calendário de realização das podas nas parcelas com flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*), para as alturas de poda de 50 e 100 cm.

SEQUÊNCIA DAS PODAS	MESES APÓS O PLANTIO	ALTURAS DE PODA (CM)	
		50	100
Primeiro corte (Inicial)	7	Fevereiro/02	Fevereiro/02
Segundo corte	10	Maio/2002	Maio/2002
Terceiro corte	14	Setembro/2002	Setembro/2002
Quarto corte	18	Janeiro/2003	Janeiro/2003
Quinto corte	22	Maio/2003	Maio/2003

Essas alterações práticas na condução do experimento também estabeleceram um novo desenho experimental, e a partir do segundo corte os dados foram tratados em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com três

repetições, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, correspondentes as duas espécies de leguminosas (flemíngia e tefrósia), duas alturas de corte (50 e 100 cm) e dois tipos de manejo do solo (com e sem cobertura morta).

Aos 12 e 24 meses após plantio, em maio de 2002 e janeiro de 2003, respectivamente, foram realizadas adubações básicas de manutenção das leguminosas conforme discriminado a seguir:

a) Aos 12 meses: 57 g por planta da mistura de 40 kg de fosfato de ARAD, 14 kg de KCl, 7 kg de sulfato de magnésio, 650 g de Agrimax e 7,5 kg de uréia;

b) Aos 24 meses: 30 g por planta da mistura de 16 kg de fosfato de ARAD, 8 Kg de KCl, 10 kg de sulfato de amônio, 2,5 kg de sulfato de magnésio e 5 kg de FTE.

Para monitorar as modificações nos atributos químicos do solo durante o período experimental, mais duas amostragens da fertilidade do solo foram realizadas. A primeira aos 7 meses, nas entrelinhas do plantio das leguminosas, por ocasião do primeiro corte, quando ainda não havia efeito do manejo da cobertura morta, levando-se em consideração as espécies de leguminosas (tefrósia e flemingia) e as profundidades de 0-20 e 20-40 cm. A segunda foi realizada após o encerramento do período de cortes, em fevereiro de 2005, um ano e nove meses após o quinto corte, em função dos tratamentos utilizados, somente na profundidade de 0-20 cm. Em ambas as amostragens de solo, foram preparadas amostras compostas formadas por 6 amostras simples. Os procedimentos de preparo e análise do solo foram conduzidos conforme metodologia já descrita.

3.5. Determinação da biomassa das leguminosas

Em cada uma das cinco podas realizadas foi efetuada uma avaliação da biomassa das leguminosas para as diferentes alturas de corte aplicadas, e, os dados desta determinação foram aproveitados para as estimativas da quantidade de material vegetal produzido pelas leguminosas, e também para determinações do teor de nutrientes disponíveis nesta biomassa. No preparo das amostras as plantas foram cortadas em pequenos pedaços, acondicionadas em saco de papel de peso pré-determinado e pesadas em balança analítica para obtenção de sua biomassa verde. Em seguida, foram postas para secar em estufa de ventilação de ar forçado entre 65 a 70°C até atingir peso constante, sendo novamente pesadas para obtenção da biomassa seca. Essas amostras foram em seguida, trituradas e homogeneizadas mecanicamente.

Alíquotas representativas de cada repetição foram retiradas, depois de homogeneizadas, trituradas e, analisadas no Laboratório de Análise de Solo e Planta – LASP, da Embrapa Amazônia Ocidental quanto aos seus teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As concentrações de K, Ca, Mg e P foram determinadas através de extratos obtidos a partir da digestão nitro-perclórica do tecido vegetal. A leitura do P foi conduzida em espectrofotômetro pelo método colorimétrico com molibdato de amônia, enquanto que o Ca, Mg e o K foram realizadas no espectrofotômetro de absorção atômica. Os teores de nitrogênio foram determinados pelo método semi micro-Kjeldahl, pelo método da digestão sulfúrica. A metodologia empregada nestas análises químicas foram conduzidas segundo Malavolta et al., (1997).

O acúmulo de nutrientes na biomassa podada, respeitando-se a altura de poda praticada em cada espécie foi determinado pelo produto da biomassa seca e os teores dos nutrientes presentes no tecido vegetal.

A significação dos efeitos dos tratamentos foi determinada pela análise de variância (ANOVA), e as comparações entre as médias foram realizadas pelo Teste de Tukey (LITTLE & HILLS, 1978), empregando-se o programa estatístico Estat versão 2.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos estudos experimentais aqui conduzidos entre os anos de 2001 e 2005 as espécies flemíngia e tefrósia demonstraram boa adaptação ao solo de terra firme da Amazônia, não tendo sido registradas ocorrências de pragas ou doenças economicamente importantes que pudessem comprometer o estabelecimento dessas leguminosas, cultivadas no sistema de fruteiras para adubação verde. Contrariamente ao desenho experimental inicial, a execução da pesquisa deparou-se inicialmente com a dificuldade de efetuar cortes simultâneos para as diferentes alturas de poda propostas de 20, 50 e 100 cm. Após a implantação do sistema com as leguminosas, o corte inicial das plantas foi simultâneo somente para a primeira avaliação feita na fase de florescimento aos sete meses de desenvolvimento. A partir do segundo corte, considerando-se o florescimento da planta como elemento sinalizador do momento da poda, que coincide com o maior acúmulo de nitrogênio nas folhas das leguminosas, não se observou mais uniformidade entre as alturas de corte, limitando a integração dos dados em uma única análise.

Como os dados experimentais demonstraram que o corte das plantas praticado a 20 cm de altura retarda a recuperação da planta, de modo que na sequência de cortes praticada o intervalo de tempo necessário para que as plantas floresçam é em média de 5,6 meses (feitos aos 7, 6, 4, 5, e 6 meses), indicando que para as espécies estudadas o ciclo de corte pode ser praticado duas vezes ao ano, com as implicações relacionadas com um maior estresse da planta que pode inclusive afetar sua sobrevivência.

Para as alturas de poda de 50 e 100 cm, verificou-se que o momento de floração das plantas é coincidente, permitindo que os dados sejam integrados em

uma só análise, com tempo médio de poda de 4,6 meses (feitos aos 7, 3, 4, 4, e 4 meses), aproximando-se de três cortes anuais. Desse modo, os resultados obtidos serão integrados para as três alturas de poda somente aos sete meses após o cultivo, e, tratados separadamente para as medidas da poda a 20 cm e aos 50 e 100 cm, respectivamente.

4.1. Produção de biomassa seca

4.1.1. Avaliação da biomassa seca inicial produzida pelas leguminosas flemíngia e tefrósia aos sete meses após o plantio para três alturas de poda

A produção de biomassa seca da flemíngia e tefrósia foi afetada significativamente pela espécie e pela altura de poda praticada aos 7 meses após o cultivo das leguminosas, conforme pode ser verificado na Tabela 4. Nesta avaliação o efeito da cobertura do solo não foi considerado, pois a biomassa correspondente ao primeiro corte iniciou estes tratamentos, não havendo ainda efeito comparativo para esta variável.

Tabela 4 – Comparações de produção de biomassa seca (t/ha) da parte aérea das leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio. ^{*1}

Espécies	Alturas de poda (cm)			Médias
	20	50	100	
Flemíngia	5,86	4,78	3,06	4,57 b
Tefrósia	6,67	5,77	4,16	5,54 a
Médias	6,27 A	5,27 B	3,61 C	

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Teste F: Espécie 83,95** e Alturas de poda 214,77**. Coeficiente de variação: 4,43 %.

Verificou-se que entre as espécies, independente da altura de corte, a produção média de biomassa seca da parte aérea da tefrósia, superou

significativamente ($P < 0,01$) a da flemíngia, acumulando 21,2 % a mais de biomassa seca. Os dados obtidos acerca da produção inicial de biomassa da tefrósia que superou a produção de 5 t/ha foram uma medida importante do potencial desta espécie para produção de biomassa em solo de terra firme da Amazônia.

Para as alturas de poda, como poderia ser previsto, quanto maior a altura de corte, menor a biomassa produzida. Foi também verificado que não houve interação significativa entre as espécies e as alturas de poda praticadas (Tabela 4). Quando as plantas foram podadas a 20 cm de altura a produção de biomassa seca da parte aérea superou 5,5 t/ha, e quando a poda é praticada aos 100 cm de altura alcança 3 e 4 t/ha para flemíngia e tefrósia, respectivamente demonstrando a boa possibilidade que estas espécies possuem de contribuir com o aumento das entradas de matéria orgânica no sistema de produção.

4.1.2. Efeito da altura de 20 cm sobre a produção de biomassa seca

Para o calendário de podas subseqüentes, da altura de poda aos 20 cm do solo, com e sem cobertura morta, as determinações efetuadas aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio estão apresentadas na Tabela 5. Os resultados obtidos demonstraram que nas parcelas onde se praticou a cobertura morta do solo a produção de biomassa seca da parte aérea foi maior em média que sem cobertura, o que possivelmente está relacionado ao efeito benéfico da biomassa podada na regulação da temperatura inicial do solo, bem como de uma maior proteção do mesmo contra o impacto da chuva. Curiosamente, contrastando com os resultados observados das três alturas de poda avaliadas simultaneamente aos sete meses, o corte aos 20 cm das plantas de flemíngia produziram em média maior biomassa que as de tefrósia, porque nesta altura de poda a tefrósia passou a ter dificuldades de

rebrotar que também implicou em aumento de mortalidade das plantas. Isso significa que, se o corte da parte aérea da tefrósia for praticado a 20 cm, possivelmente haverá necessidade de efetuar um replantio ou nova implantação desta espécie no sistema de produção, o que encarece esta técnica. Estes resultados corroboram com as observações de Rodrigues et al., (2003), que estudando o efeito das alturas de poda de 20, 50 e 100 cm sobre a produção de biomassa seca das leguminosas *Flemingia macrophylla* e *Tephrosia candida* em Latossolo Amarelo em Manaus/Amazonas, observaram que a altura de 20 cm ocasiona problemas de rebrota e até de morte na espécie *T. candida*, que pode se agravar quando a época de poda coincidir com o período seco, sem chuvas.

No corte praticado aos 13 meses, a produção de biomassa seca da parte aérea da flemíngia ultrapassou 9 t/ha independente do tipo de cobertura praticado, indicando que esta espécie apresenta alta capacidade de rebrota e que no segundo corte produz o seu máximo de produção de biomassa após o rebrotamento.

Tabela 5. Efeito da poda a 20 cm de altura nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) na produção de biomassa seca (t/ha) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.

Espécies	Cobertura	Época de poda (meses após o plantio)				Médias
		13	17	22	28	
Flemíngia	Com	9,58	6,00	8,28	8,26	8,03
	Sem	9,30	4,96	7,62	4,34	6,55
Tefrósia	Com	7,28	6,94	8,54	8,21	7,74
	Sem	7,13	4,33	6,44	5,98	5,97
Médias		8,32	5,56	7,72	6,70	

Embora os dados não tenham sido submetidos ao tratamento estatístico, observa-se que na poda a 20 cm de altura há um declínio nas médias da produção de biomassa seca da parte aérea nas parcelas onde não se manteve a cobertura do solo, comparado a com cobertura. Na última avaliação, aos 28 meses para a flemíngia a produção de biomassa seca foi 1,9 vezes maior com cobertura do que

sem cobertura morta, já na tefrósia foi de 1,4 vezes, respectivamente, atribuído possivelmente a uma menor disponibilidade de nutrientes.

4.1.3. Efeito das alturas de 50 e 100 cm sobre a produção de biomassa seca

Para os ciclos de poda praticados a 50 e 100 cm de altura, as informações sobre a biomassa seca da parte aérea das plantas estão apresentadas na Tabela 6. Nestes resultados não foram constatadas interações significativas entre as espécies e as alturas de poda, indicando boa adaptação das plantas ao corte praticado aos 50 e 100 cm. Para as alturas de poda, foi verificado que nos cortes praticados aos 10 e 14 meses a biomassa das plantas cortadas a 100 cm superou significativamente ($P < 0,05$) a das plantas cortadas a 50 cm, relacionado, possivelmente com um menor estresse das plantas cortadas a 100 cm, que permite um rebrotamento mais vigoroso acima da altura de corte. Aos 18 e 22 meses não houve diferenças significativas nas médias de biomassa seca da parte aérea produzida para as alturas de 50 e 100 cm, indicando que a partir do quarto corte as espécies responderam equitativamente. Os dados demonstraram também que a produção de biomassa da flemíngia superou significativamente a da tefrósia para as podas praticadas aos 10, 18 e 22 meses após o plantio. Para a poda feita aos 14 meses as espécies não diferiram no total da biomassa produzida. Foi evidenciado que após sua implantação em solo de terra firme da Amazônia, ambas as espécies toleram até cinco ciclos de poda compreendendo um período de quase dois anos. Considerando o menor estresse das plantas induzido pela poda de 100 cm e sua maior produção de biomassa aos 10 e 14 meses, é possível que essa altura de poda seja a mais indicada para a adoção desta tecnologia em pequenas propriedades.

Tabela 6 – Efeito da poda a 50 e 100 cm de altura nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) na produção de biomassa seca (t/ha), aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.^{*1,2}

Espécies	Alturas de poda (cm)		Médias
	50	100	
Aos 10 meses			
Flemíngia	6,73	6,96	6,84 a
Tefrósia	4,34	5,58	4,96 b
Médias	5,53 B	6,26 A	
Aos 14 meses			
Flemíngia	5,90	6,24	6,07 a
Tefrósia	5,15	6,36	5,76 a
Médias	5,52 B	6,29 A	
Aos 18 meses			
Flemíngia	6,25	5,64	5,94 a
Tefrósia	3,89	5,19	4,54 b
Médias	5,07 A	5,41 A	
Aos 22 meses			
Flemíngia	7,62	7,38	7,50 a
Tefrósia	5,62	5,83	5,73 b
Médias	6,62 A	6,60 A	

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Coeficiente de variação: 11,16 % aos 10 meses, 11,17 % aos 14 meses, 23,46 % aos 18 meses e 19,73 % aos 22 meses. Teste de F: aos 10 meses Espécie 48,91**, Altura de poda 7,37*; aos 14 meses Espécie 1,35^{ns}, Altura de poda 8,10*; aos 18 meses Espécie 7,84*, Altura de poda 0,46^{ns}; aos 22 meses Espécie 11,17**, Altura de poda 0,001^{ns}.

Canto (1989), avaliando a produção de biomassa seca das leguminosas *Desmodium ovalifolium*, *Flemingia macrophylla*, *Indigofera tinctoria* e *Mucuna cochinchinensis* na altura de 50 cm em dois ciclos de corte, nas entrelinhas de guaranazeiro em Latossolo Amarelo na Amazônia Central, obteve a maior produção de biomassa seca nas espécies *Flemingia macrophylla* e *Desmodium ovalifolium*, estimadas em 11,6 e 10,8 t/ha, que não se diferenciaram significativamente entre si.

Locatelli et al., (1992) estudando o potencial das leguminosas *Clitoria racemosa*, *Cesalpinia tinctoria*, *Cajanus cajan*, *Parkia platycephala*, *Flemingia rodocarpa*, *Flemingia macrophylla*, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium edwalli*, *Acacia angustissima*, *Acacia mangium*, *Inga edulis* e *Crotolaria juncea*, visando selecioná-las para serem utilizadas em sistemas de cultivo “alley cropping”, obtiveram uma

produção de biomassa seca total para *Flemingia macrophylla* na altura de 100 cm, em dois ciclos de corte, de 11,80 t/ha, sendo portanto, inferior a obtida no presente trabalho, estimada em 13,20 t/ha.

Banful et al., (2000) avaliando o efeito das leguminosas *Leucaena leucocephala* e *Flemingia macrophylla* em plantios de bananeira, em Kumasi, Ghana, obteve em seis ciclos de corte, produção de biomassa superiores na espécie *F. macrophylla*, estimada em 35,1 t/ha, enquanto *L. leucocephala* obteve 27,3 t/ha.

A influência da prática da cobertura morta sobre a produção de biomassa seca da parte aérea da planta, para as duas espécies consideradas está demonstrada na Figura 4. Quando a poda foi efetuada aos 10 meses (3 meses após a adição da primeira camada de cobertura morta), não foram verificados efeitos significativos entre os dois sistemas de manejo propostos, o que possivelmente foi relacionado com o efeito inicial da deposição da cobertura morta sobre o solo. Como pode ser observado, para as duas espécies de leguminosas o efeito da cobertura do solo manifestou-se já a partir do 14^o mês após o plantio, onde nas parcelas com cobertura do solo a produção da biomassa seca das plantas superou significativamente ($P < 0,01$), a das parcelas sem cobertura morta. Com a continuidade dos ciclos de corte e da presença ou ausência de cobertura morta, observou-se um efeito significativo da manutenção da cobertura sobre o solo, comparado com a ausência desta cobertura, para as determinações efetuadas aos 14, 18 e 22 meses, demonstrando os benefícios desta prática ao sistema atribuído a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo. Foram observadas evidências de que as diferenças encontradas na produção de biomassa com e sem cobertura do solo a partir do 14^o mês após o plantio, foram progressivamente aumentadas com o tempo.

O aumento da produção de biomassa nas parcelas com cobertura morta possivelmente é justificado pelo aporte de matéria orgânica proveniente dos resíduos vegetais das leguminosas que, durante o processo de decomposição, tende a disponibilizar nutrientes para o solo, principalmente N, P e S, além de melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, elevando conseqüentemente o nível de produção das plantas (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

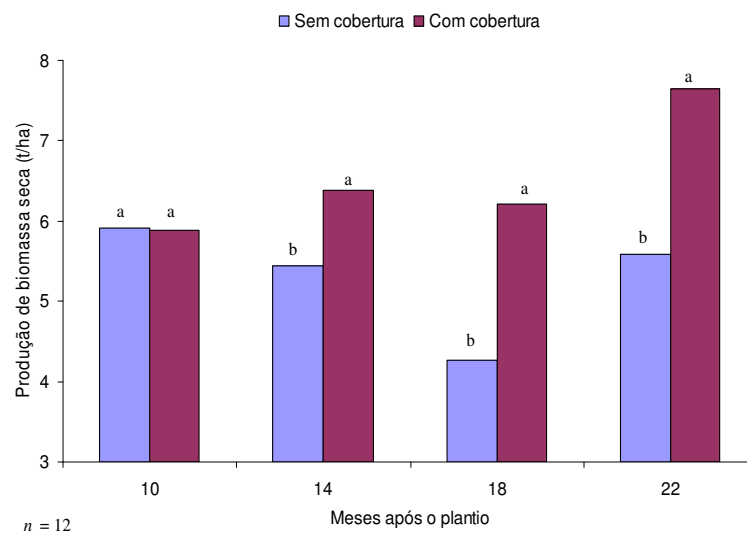


Figura 4. Efeito da cobertura do solo na produção de biomassa seca (t/ha) das leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*), podadas na altura de 50 e 100 cm, aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio. ^{*1} ^{*2}

¹ Médias seguidas por letras minúsculas distintas para cada período de poda diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

² Coeficiente de variação: 11,16 % aos 10 meses, 11,17 % aos 14 meses, 23,46 % aos 18 meses e 19,73 % aos 22 meses. Teste de F para cobertura do solo aos 10 meses 0,005^{ns}; aos 14 meses 12,31^{**}; aos 18 meses 14,99^{**}; e, aos 22 meses 14,87^{**}.

4.2. Fertilidade do solo

4.2.1. Caracterização da fertilidade do solo antes do plantio das leguminosas

Antecedendo a implantação das leguminosas, as informações sobre os atributos químicos do solo aos 20 e 40 cm de profundidade do perfil, encontram-se

apresentadas na Tabela 7. Como pode ser observado, a acidez ativa do solo (pH) inicialmente foi classificada como muito elevada nas duas profundidades, variando de 4,26 a 4,30 na profundidade de 20 cm e, de 4,24 a 4,39 na profundidade de 40 cm. O fósforo apresentou teores deficientes nas duas profundidades, obtendo níveis baixos e muito baixos na profundidade de 20 cm e, níveis muito baixos na profundidade de 40 cm. O potássio obteve teores baixos na profundidade de 20 cm, variando de 17,00 a 29,30 mg dm³ e, muito baixos na profundidade de 40 cm, variando de 6,00 a 11,70 mg dm³. Os teores de cálcio foram baixos nas duas profundidades, variando de 0,06 a 0,21 cmol_c dm³ na profundidade de 20 cm e, 0,04 a 0,08 cmol_c dm³ na profundidade de 40 cm. O magnésio obteve teores muito baixos em ambas as profundidades, cujos teores variaram de 0,04 a 0,14 cmol_c dm³ na profundidade de 20 cm e, de 0,02 a 0,05 cmol_c dm³ na profundidade de 40 cm (ALVAREZ V. et al., 1999).

Tabela 7. Atributos químicos de um solo Latossolo Amarelo textura argilosa, nas entrelinhas do plantio e na projeção da copa do cupuaçu e do coco, antes da implantação das leguminosas. ^{*1}

Amostra	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	N	C	m	V
			--mg dm ⁻³ --				-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----		-----%-----	
Entre-linhas	0-20	4,26	3,1	17,00	0,06	0,04	1,31	6,17	0,14	1,45	12,63	18,79	90,3	2,2
	20-40	4,39	1,4	6,00	0,04	0,02	0,93	4,34	0,08	1,01	8,91	10,56	92,1	1,8
Cupuaçu	0-20	4,30	3,9	29,30	0,21	0,14	1,12	6,19	0,14	1,54	11,90	18,79	72,7	6,3
	20-40	4,24	1,6	11,70	0,08	0,05	0,91	4,11	0,05	1,07	7,28	9,98	85,0	3,7
Coco	0-20	4,28	2,4	22,00	0,18	0,10	1,13	5,69	0,34	1,47	11,31	18,59	76,9	5,6
	20-40	4,28	1,0	6,00	0,06	0,03	0,87	3,74	0,11	0,98	6,52	9,31	88,8	2,9

^{*1} – m – Índice de saturação de alumínio; V – Índice de saturação de bases; SB – Soma de bases; e, t – Capacidade catiônica de troca efetiva.

Os teores de alumínio apresentaram níveis altos e muito altos nas profundidades de 20 cm e 40 cm, variando de 1,12 a 1,31 cmol_c dm³ e, de 0,87 a 0,93 cmol_c dm³, respectivamente. A acidez potencial obteve níveis bons na profundidade de 20 cm, variando de 5,69 a 6,19 cmol_c dm³ e, médios na

profundidade de 40 cm, variando de 3,74 a 4,34 $\text{cmol}_c \text{ dm}^3$. A soma de bases foi baixa nas duas profundidades estudadas, variando de 0,14 a 0,34 $\text{cmol}_c \text{ dm}^3$ na profundidade de 20 cm e, de 0,05 a 0,11 $\text{cmol}_c \text{ dm}^3$ na profundidade de 40 cm, sendo possivelmente justificadas pelos teores deficientes de cálcio e magnésio existentes em ambas as profundidades. A CTC efetiva foi baixa em ambas as profundidades, variando de 1,45 a 1,54 $\text{cmol}_c \text{ dm}^3$ na profundidade de 20 cm e, de 0,98 a 1,07 $\text{cmol}_c \text{ dm}^3$ na profundidade de 40 cm.

Os teores de N na profundidade de 20 cm variaram de 11,31 a 12,63 g kg^{-1} e, de 6,52 a 8,91 g kg^{-1} na profundidade de 40 cm. O carbono orgânico obteve teores médios e baixos nas profundidades de 20 e 40 cm, variando de 18,59 a 18,79 g kg^{-1} e, de 9,31 a 10,56 g kg^{-1} , respectivamente. Como era de se esperar, a saturação de alumínio deste solo classificou-se em níveis altos e muito altos nas profundidades de 20 e 40 cm, variando de 72,7 a 90,3 % e, de 85,0 a 92,1 %, respectivamente; enquanto a saturação por bases foi muito baixa, variando de 2,22 a 6,35 % e, de 1,81 a 3,75 % nas profundidades de 20 e 40 cm, respectivamente (ALVAREZ V. et al., 1999).

Os resultados apresentados confirmam a natureza predominantemente ácida do Latossolo Amarelo da área de estudo, que apresenta caráter álico e distrófico, com elevada saturação de alumínio e baixa fertilidade química, com teores deficientes de fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Além disso, verifica-se como era de se esperar uma diminuição dos teores de todos os elementos analisados da camada superficial para a camada mais profunda devido à diminuição do teor de matéria orgânica com o aumento da profundidade e, condições de fertilidade mais adequada para as amostras coletadas na projeção do cupuaçu e do coco, que pode ser justificado por esta área corresponder ao local de aplicação dos adubos.

4.2.2. Efeito inicial do uso das leguminosas flemíngia e tefrósia sobre a fertilidade do solo.

Por ocasião do primeiro corte, aos sete meses após o plantio das leguminosas, foram analisadas mais uma vez as características químicas do solo nas profundidades de 20 e 40 cm, estando as informações obtidas apresentadas na Tabela 8. Observa-se por meio dos resultados apresentados que a acidez do solo foi classificada como elevada em ambas as parcelas das leguminosas. O fósforo disponível apresentou, em ambas as profundidades, teores bons nas parcelas com flemíngia, variando de 8,0 a 9,0 mg dm³ e, médios nas parcelas com tefrósia nas duas profundidades, variando de 6,4 a 7,3 mg dm³. O potássio obteve teores baixos nas parcelas com as duas espécies em ambas as profundidades, variando de 25,33 a 27,33 mg dm³ nas parcelas com flemíngia e, de 25,33 a 26,20 mg dm³ nas parcelas com tefrósia. O cálcio obteve teores médios nas parcelas com flemíngia, variando de 1,21 a 1,23 cmol_c dm³ e, baixos nas parcelas com tefrósia, variando de 1,03 a 1,12 cmol_c dm³. O magnésio obteve teores médios nas duas espécies e profundidades estudadas, variando de 0,76 a 0,77 cmol_c dm³ nas parcelas com flemíngia e, de 0,67 a 0,71 cmol_c dm³ nas parcelas com tefrósia (ALVAREZ V. et al., 1999).

Tabela 8. Atributos químicos do solo na área cultivada com as leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sete meses após o plantio.¹

Espécies	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	m	V
			--mg dm ⁻³ --				-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----	
Flemíngia	0-20	4,73	8,0	27,33	1,23	0,77	0,46	6,95	2,07	2,53	18,2	22,9
	20-40	4,69	9,0	25,33	1,21	0,76	0,41	7,01	2,03	2,44	16,8	22,5
Tefrósia	0-20	4,67	6,4	25,33	1,03	0,67	0,49	7,09	1,76	2,25	21,7	19,9
	20-40	4,66	7,3	26,20	1,12	0,71	0,47	6,99	1,90	2,37	19,9	21,3

¹ – m – Índice de saturação de alumínio; V – Índice de saturação de bases; SB – Soma de bases; e, t – Capacidade catiônica de troca efetiva.

O alumínio apresentou teores baixos nas duas espécies e profundidades estudadas, variando de 0,41 a 0,46 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com flemíngia e, de 0,47 a 0,49 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com tefrósia, tendo as parcelas com flemíngia apresentado os menores teores em ambas as profundidades. A acidez potencial classificou-se em níveis bons nas duas espécies e profundidades estudadas, variando de 6,95 a 7,01 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com flemíngia e, de 6,99 a 7,09 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com tefrósia, com os maiores valores médios encontrados nas parcelas com tefrósia.

A soma de bases obteve níveis médios em ambas as espécies e profundidades, variando de 2,03 a 2,07 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com flemíngia e, de 1,76 a 1,90 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com tefrósia. A CTC efetiva do solo classificou-se em níveis médios em ambas as espécies e profundidades estudadas, variando de 2,53 a 2,44 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com flemíngia e, de 2,25 a 2,37 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas parcelas com tefrósia. A saturação de alumínio obteve valores baixos em ambas as espécies e profundidades, variando de 16,8 a 18,2 % nas parcelas com flemíngia e, de 19,9 a 21,7 % nas parcelas com tefrósia. A saturação de bases variou de baixa a muito baixa nas parcelas com flemíngia e tefrósia, variando de 22,5 a 22,9 % e, de 19,9 a 21,3 %, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que as parcelas com flemíngia apresentaram uma melhoria nos atributos químicos do solo, com os maiores valores médios de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, CTC efetiva e saturação por bases, indicando inicialmente o grande potencial desta espécie na reciclagem de nutrientes, que pode ser justificado pelo profundo sistema radicular que esta espécie possui. Por outro lado, as parcelas com tefrósia apresentaram os maiores teores e saturação de alumínio, além da maior acidez

potencial, o que parece indicar uma tendência que esta espécie possui em aumentar os problemas de acidificação do solo (IKPE et al., 2003).

4.2.3. Efeito da altura de 20 cm sobre a fertilidade do solo

Decorridos um ano e nove meses após o quinto ciclo de podas das leguminosas, foi realizada uma nova avaliação dos índices da fertilidade do solo para a profundidade de 20 cm do perfil do solo, sendo as informações obtidas para a altura de corte de 20 cm apresentadas na Tabela 9. Observa-se por meio dos resultados apresentados que o uso da cobertura morta propiciou uma melhoria na maioria dos atributos químicos do solo, excetuando-se apenas o pH do solo, sendo tais resultados justificados pela maior deposição de resíduos vegetais, proveniente da poda das leguminosas, já decompostos sobre a superfície do solo.

Tabela 9 – Atributos químicos do solo na área cultivada pelas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) para a altura de poda de 20 cm, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas, com e sem cobertura morta.

Atributos químicos do solo	Cobertura do solo		Médias
	Sem	Com	
	Flemíngia		
C (g/kg)	18,44	19,29	18,87
N (g/kg)	14,63	15,53	15,08
P (mg dm ⁻³)	4,7	4,3	4,5
K (mg dm ⁻³)	16,50	17,17	16,84
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,50	0,57	0,54
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,19	0,26	0,23
m (%)	57,47	53,07	55,3
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,92	0,89	0,90
pH (H ₂ O)	4,13	4,05	4,09
Tefrósia			
C (g/kg)	17,64	19,53	18,59
N (g/kg)	14,23	15,43	14,83
P (mg dm ⁻³)	4,3	9,5	6,9
K (mg dm ⁻³)	17,17	23,17	20,17
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,43	0,38	0,41
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,21	0,13	0,17
m (%)	60,18	66,43	63,3
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,01	1,13	1,07
pH (H ₂ O)	4,15	4,01	4,08

Comparando-se os sistemas de manejo estudados, observa-se que as parcelas com cobertura morta contribuíram com uma elevação de 7,1 % nos teores de carbono orgânico; 6,8 % nos teores de nitrogênio; 34,8 % nos teores de fósforo disponível; 16,5 % nos teores de potássio; 2,1 % nos teores de cálcio; 5,0 % nos teores de magnésio e, de 1,6 % e 4,9 % na saturação e nos teores de alumínio. Além disso, verificou-se também no solo com cobertura morta um aumento na acidez do solo de 2,7% quando comparado ao sem cobertura morta, sendo classificada como muito elevada, com um valor médio de 4,03.

Roder & Maniphone (2004) estudando os efeitos de mulches de leguminosas sobre a fertilidade do solo, concluíram que as mesmas são capazes de aumentar os teores de fósforo, a acidez do solo, bem como os teores de carbono orgânico e de suprimir a existência de plantas daninhas na área.

Comparando-se as duas espécies, observa-se que as parcelas com flemíngia contribuíram com os maiores teores médios de carbono orgânico, nitrogênio, cálcio, magnésio e, uma redução nos teores e na saturação de alumínio. Dentre esses atributos químicos merecem destaque o cálcio e magnésio, que apresentaram uma elevação em seus teores de 31,7 % e de 35,3 % em relação às parcelas com tefrósia.

As parcelas com tefrósia apresentaram uma elevação de 53,3 % nos teores de fósforo e de 19,7 % nos teores de potássio, sendo ambos classificados também em níveis baixos. Além disso, constatou-se por meio dos dados apresentados, uma elevação de 14,5 % e 17,6% nos teores e na saturação de alumínio quando comparados à primeira avaliação do solo com as leguminosas (Tabela 8), sendo ambos classificados em níveis altos, o que parece indicar que o uso desta espécie parece aumentar os problemas de acidificação do solo. Resultados semelhantes

foram encontrados por Ikpe et al., (2003), que avaliando o efeito do pousio com *T. candida* por 1 e 2 anos, observou em ambos os pousios com esta espécie um aumento dos teores de alumínio em relação aos valores iniciais, o que parece indicar uma tendência da mesma promover um aumento no problema de acidificação do solo.

Entretanto, constatou-se por meio dos dados obtidos uma diminuição dos teores dos nutrientes das parcelas com as leguminosas quando comparados aos valores obtidos na primeira avaliação do solo com as leguminosas (Tabela 8). Tais resultados são possivelmente justificados pela possível absorção destes nutrientes na biomassa da parte aérea das leguminosas.

4.2.4. Efeito das alturas de 50 e 100 cm sobre a fertilidade do solo

As características químicas do solo nas alturas de poda de 50 e 100 cm foram também avaliadas para as duas espécies um ano e nove meses após a última poda e os resultados verificados estão apresentados na Tabela 10. Os dados demonstraram que a interação entre espécies e alturas de poda aos 50 e 100 cm não foram significativas para os atributos químicos do solo. As duas alturas de poda mencionadas, também não diferiram estatisticamente para os atributos químicos do solo analisados. Entretanto, observou-se nas parcelas podadas na altura de 100 cm, uma redução de 11,3 % e de 6,6 % nos teores e na saturação de alumínio quando comparados às parcelas podadas na altura de 50 cm, apresentado valores médios classificados em níveis médios e altos, respectivamente. Além disso, observou-se nas parcelas podadas na altura de 100 cm, uma elevação de 5,0 % nos teores de carbono orgânico, com um teor médio classificado num nível bom de 20,05 g kg⁻¹. Apesar de não terem sido constatadas diferenças significativas entre as alturas

testadas, observou-se nas parcelas podadas na altura de 50 cm uma elevação de 17,4 % nos teores de fósforo e de 6,6 % nos teores de potássio, com teores médios de 5,3 e de 19,62 mg dm³ classificados em níveis baixos, respectivamente (ALVAREZ V. et al., 1999).

Nas comparações entre as espécies, entretanto, verificou-se que para a disponibilidade de fósforo no solo houve uma concentração de 22,2 % superior ($P<0,01$) deste elemento nas parcelas de tefrósia comparada as de flemíngia, classificado num nível médio, que possivelmente pode ser justificada devido à maior habilidade de captação deste elemento por parte da tefrósia. Muitas espécies têm uma maior absorção de fósforo atribuída a um eficiente sistema de absorção radicular dos nutrientes, ampliado pela ocorrência de colonizações micorrízicas, cuja comprovação não foi objetivo deste estudo (BONETTI, 1984; MARSCHNER & DELL, 1994). Fagerstrom (2001; 2002) também observou o grande potencial de reciclagem de nutrientes por esta espécie, que é capaz de elevar a disponibilidade de fósforo no solo. Entretanto, o mesmo autor enfatiza que para se garantir a sustentabilidade deste nutriente no solo em longo prazo, deve-se adicionar à cobertura morta fertilizantes minerais ricos em fósforo.

Apesar das parcelas com flemíngia terem apresentado uma elevação de 12,5 % nos teores de cálcio e, uma redução de 3,1 % e de 2,2 % na saturação e nos teores de alumínio quando comparada a tefrósia, não foram constatadas diferenças significativas entre as espécies estudadas. Além disso, observou-se por meio dos resultados apresentados, que as parcelas com tefrósia apresentaram uma elevação de 5,9 % nos teores de nitrogênio e de 11,8 % nos teores de potássio, com os teores médios de potássio de 20,08 mg dm³ classificados em níveis baixos. Entretanto, observou-se uma diminuição nos teores dos nutrientes nas parcelas com as

leguminosas quando comparados aos obtidos na Tabela 8, indicando que as espécies possivelmente podem ter imobilizado estes nutrientes em sua biomassa, não havendo, portanto, com exceção do fósforo, efeito significativo do uso das espécies sobre o status dos demais nutrientes no solo. Canto (1992), avaliando o efeito de leguminosas sobre as características químicas do solo, observou uma diminuição nos teores existentes nas parcelas com flemíngia quando comparados aos valores iniciais, entretanto constatou uma elevação nos teores e na saturação de alumínio nas parcelas com esta espécie.

Os efeitos do uso ou não da cobertura morta das duas espécies sobre os atributos químicos estão apresentados na Tabela 11. Através dos dados demonstrados, observou-se que não houve interação significativa entre espécies e cobertura do solo para nenhum dos atributos químicos do solo analisados. Comparando-se os sistemas de manejo estudados, observou-se que o uso da cobertura morta ocasionou uma melhoria na maioria dos atributos químicos do solo, com uma elevação de 3,8 % na acidez potencial (H + Al); 3,6 % nos teores de nitrogênio; 14,9 % nos teores de fósforo, e, de 14,3 % nos teores de potássio. Observou-se também nas parcelas sem cobertura morta, uma redução na saturação e nos teores de alumínio de 12,5 % e 11,5 %, respectivamente, além da elevação de 31,8 % nos teores de cálcio.

Tabela 10. Efeito da altura de poda de 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.^{*1,2}

Espécies	C (g kg ⁻¹)			m (%)			H + Al (cmol _c dm ⁻³)			Al (cmol _c dm ⁻³)			pH (H ₂ O)		
	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média
Flemíngia	19,37	20,09	19,73 a	55,5	50,4	52,9 a	5,62	5,95	5,78 a	0,94	0,86	0,90 a	4,17	4,16	4,16 a
Tefrósia	18,74	20,02	19,38 a	55,8	53,5	54,6 a	5,84	5,69	5,76 a	0,99	0,86	0,92 a	4,16	4,13	4,14 a
Média	19,06 A	20,05 A		55,6 A	51,9 A		5,73 A	5,82 A		0,97 A	0,86 A		4,16 A	4,14 A	
CV (%)			14,66			27,56			9,68			25,79			3,80
	N (g/kg)			P (mg dm ⁻³)			K (mg dm ⁻³)			Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média	50	100	Média
Flemíngia	14,98	15,98	15,48 a	4,6	4,4	4,5 b	18,00	17,92	17,96 a	0,52	0,56	0,54 a	0,18	0,23	0,21 a
Tefrósia	16,75	16,01	16,38 a	6,2	5,1	5,6 a	21,25	18,92	20,08 a	0,51	0,45	0,48 a	0,24	0,19	0,22 a
Média	15,86 A	16,00 A		5,4 A	4,7 A		19,62 A	18,42 A		0,52 A	0,51 A		0,21 A	0,21 A	
CV (%)			11,50			22,38			14,77			26,23			30,44

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Teste de F para espécie, altura de poda e interação espécies x altura de poda: C - 0,09^{ns}, 0,73^{ns} e 0,05^{ns}; m - 0,08^{ns}, 0,37^{ns} e 0,05^{ns}; H + Al - 0,06^{ns}, 0,16^{ns} e 1,10^{ns}; Al - 0,09^{ns}, 1,33^{ns} e 0,08^{ns}; pH - 0,13^{ns}, 0,10^{ns} e 0,006^{ns}; N - 1,45^{ns}, 0,03^{ns} e 1,34^{ns}; P - 5,91^{*}, 1,82^{ns} e 0,98^{ns}; K - 3,43^{ns}, 1,11^{ns} e 0,96^{ns}; Ca - 0,98^{ns}, 0,03^{ns} e 0,86^{ns}; e, Mg - 0,10^{ns}, 0,04^{ns} e 3,15^{ns}.

Tabela 11. Efeito da cobertura morta do solo na área cultivada com as leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.^{*1*2}

Espécies	C (g kg ⁻¹)			m (%)			H + Al (cmol _c dm ⁻³)			Al (cmol _c dm ⁻³)			pH (H ₂ O)		
	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias
Flemíngia	19,26	20,20	19,73 a	47,2	58,6	52,9 a	5,66	5,90	5,78 a	0,82	0,97	0,89 a	4,24	4,09	4,15 a
Tefrósia	20,06	18,71	19,38 a	53,1	56,2	54,6 a	5,77	5,76	5,76 a	0,89	0,96	0,92 a	4,14	4,14	4,13 a
Médias	19,66 A	19,45 A		50,2 A	57,4 A		5,71 A	5,83 A		0,85 A	0,96 A		4,19 A	4,11 A	
CV (%)			14,66			27,56			9,68			25,79			3,80
	N (g/kg)			P (mg dm ⁻³)			K (mg dm ⁻³)			Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias
Flemíngia	15,50	15,47	15,48 a	4,3	4,7	4,5 b	16,00	19,92	17,96 a	0,67	0,41	0,54 a	0,24	0,17	0,20 a
Tefrósia	16,07	16,70	16,38 a	5,7	5,6	5,6 a	19,92	20,25	20,08 a	0,50	0,47	0,48 a	0,24	0,19	0,21 a
Médias	15,78 A	16,08 A		5,0 A	5,1 A		17,96 A	20,08 A		0,58 A	0,44 B		0,24 A	0,18 B	
CV (%)			11,50			22,38			14,77			26,23			30,45

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Teste de F para espécie, cobertura do solo e interação espécie x cobertura do solo: C - 0,09^{ns}, 0,03^{ns} e 0,95^{ns}; m - 0,08^{ns}, 1,43^{ns} e 0,47^{ns}; H + Al - 0,06^{ns}, 0,25^{ns} e 0,33^{ns}; Al - 0,09^{ns}, 1,33^{ns} e 0,14^{ns}; pH - 0,13^{ns}, 1,54^{ns} e 1,47^{ns}; N - 1,45^{ns}, 0,16^{ns} e 0,20^{ns}; P - 5,91*, 0,07^{ns} e 0,20^{ns}; K - 3,43^{ns}, 3,43^{ns} e 2,44^{ns}; Ca - 0,98^{ns}, 7,12* e, 4,24^{ns} e, Mg - 0,10^{ns}, 5,20* e 50,20^{ns}.

Entretanto só foram encontradas diferenças significativas apenas com relação aos teores de cálcio e magnésio ($P < 0,05$), que apresentaram seus maiores teores nos tratamentos sem cobertura morta, que possivelmente podem ser justificados pelos menores teores de potássio existentes nestas parcelas, que exerceu uma menor influência na absorção destes nutrientes, já que a absorção de potássio depende diretamente da sua concentração e, indiretamente, das concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} (MALAVOLTA, 1982). Tais resultados divergem dos obtidos por Brasil et al., (1992), que estudando o efeito da cobertura morta das leguminosas *Cajanus cajan*, *Cassia rotundifolia*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena leucocephala* e *Inga edulis* sobre as características químicas do solo, observou que a cobertura morta de *F. macrophylla* proporcionou um aumento nos teores de cálcio e magnésio quando comparada com um solo sem cobertura morta.

Os efeitos do uso da cobertura morta das duas espécies levando-se em consideração as alturas de 50 e 100 cm são apresentados na Tabela 12. Através dos dados demonstrados, observa-se que só houve interação significativa entre as alturas de poda e sistemas de manejo do solo (uso ou não da cobertura morta) apenas para o fósforo, que obteve teores significativos nos tratamentos com cobertura morta na altura de poda de 50 cm, que possivelmente pode ser justificado pela maior deposição de resíduos vegetais provenientes da poda das leguminosas sobre o solo, que com o decorrer do processo erosivo tende a liberar nutrientes para o solo, especialmente N, P e S (CHENG, 1977; BAYER & MIELNICZUK, 1999). Com relação aos demais atributos químicos do solo, não foram constatadas diferenças significativas entre o uso ou não da cobertura morta nem entre as alturas de poda testadas, indicando que os demais atributos químicos do solo não foram influenciados pelas práticas de manejo nem pelas alturas de poda analisadas.

Tabela 12. Efeito da altura de poda de 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) sobre os atributos químicos do solo, um ano e nove meses após a última poda das leguminosas.^{*1}^{*2}

Alturas de poda	C (g kg ⁻¹)			m (%)			H + Al (cmol _c dm ⁻³)			Al (cmol _c dm ⁻³)			pH (H ₂ O)		
	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias
50	19,29	18,82	19,06 a	53,0	58,2	55,6 a	5,56	5,89	5,72 a	0,91	1,02	0,96 a	4,21	4,12	4,16 a
100	20,03	20,09	20,06 a	47,3	56,6	51,9 a	5,87	5,77	5,82 a	0,80	0,91	0,86 a	4,18	4,11	4,14 a
Médias	19,66 A	19,45 A		50,2 A	57,4 A		5,71 A	5,83 A		0,85 A	0,96 A		4,19 A	4,11 A	
CV (%)			14,66			27,56			9,68			25,79			3,80
	N (g/kg)			P (mg dm ⁻³)			K (mg dm ⁻³)			Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias	Sem	Com	Médias
50	15,62	16,12	15,87 a	4,8 aA	6,0 aA	5,4 a	18,33	20,92	19,62 a	0,56	0,46	0,52 a	0,24	0,19	0,21 a
100	15,95	16,05	16,00 a	5,2 aA	4,2 aB	4,7 a	17,58	19,25	18,42 a	0,60	0,42	0,51 a	0,18	0,24	0,21 a
Médias	15,78 A	16,08 A		5,0 A	5,1 A		17,96 A	20,08 A		0,58 A	0,44 A		0,21 A	0,22 A	
CV (%)			11,50			22,38			14,77			26,23			30,45

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Teste de F para espécie, altura de poda e interação espécies x altura de poda: C - 0,09^{ns}, 0,73^{ns} e 0,05^{ns}; m - 0,08^{ns}, 0,37^{ns} e 0,05^{ns}; H + Al - 0,06^{ns}, 0,16^{ns} e 1,10^{ns}; Al - 0,09^{ns}, 1,33^{ns} e 0,08^{ns}; pH - 0,13^{ns}, 0,10^{ns} e 0,006^{ns}; N - 1,45^{ns}, 0,03^{ns} e 1,34^{ns}; P - 5,91*, 1,82^{ns} e 0,98^{ns}; K - 3,43^{ns}, 1,11^{ns} e 0,96^{ns}; Ca - 0,98^{ns}, 0,03^{ns} e 0,86^{ns}; Mg - 0,10^{ns}, 0,04^{ns} e 3,15^{ns}.

4.3. Efeito das alturas de poda e sistemas de manejo sobre a absorção de nutrientes pelas plantas.

4.3.1. Efeito das alturas de poda de 20, 50 e 100 cm na absorção de nutrientes pelas plantas

Os teores de macronutrientes na matéria seca da biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, sete meses após o cultivo das leguminosas, são demonstrados na Tabela 13. Verificam-se por meio dos dados apresentados, diferenças significativas ($P < 0,01$) na absorção de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) entre as espécies, tendo as alturas de poda influenciado significativamente ($P < 0,01$) a absorção de todos os macronutrientes. Além disso, observou-se interação significativa ($P < 0,01$) entre as espécies e alturas de poda para o P.

Na interação entre espécies e alturas de poda para o P, os teores absorvidos pelas espécies na altura de 100 cm obteve valores significativamente superiores ($P < 0,01$) aos obtidos nas alturas de 20 e 50 cm. Comparando-se as alturas de poda entre as espécies, observou-se que os teores de P absorvidos pela flemíngia nas alturas de poda de 20 e 50 cm foram significativamente superiores ($P < 0,01$) aos encontrados na tefrósia nas mesmas alturas citadas, indicando que a flemíngia apresenta um potencial de absorção de P superior ao da tefrósia nestas alturas de poda. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre as espécies na absorção deste nutriente na altura de 100 cm.

A altura de 100 cm apresentou os maiores teores de macronutrientes, que possivelmente pode ser justificado pelos elevados teores em elementos minerais presentes nas folhas e ramos finos existentes nesta altura, influenciando

significativamente a absorção de K, Ca e Mg. Os teores de K na altura de 100 cm foram estatisticamente superiores ($P<0,01$) aos obtidos nas alturas de poda de 20 e 50 cm, enquanto na absorção de Ca e Mg não foram encontradas diferenças significativas entre as alturas de 50 e 100 cm. Tais resultados são justificados devido à maior concentração destes nutrientes nas folhas e ramos mais jovens da planta localizados nos pontos de crescimento da planta (MALAVOLTA, 1980).

Com relação às espécies, observa-se que a biomassa da parte aérea da flemíngia obteve teores estatisticamente superiores de K ($P<0,01$) aos encontrados na biomassa da parte aérea da tefrósia. Canto (1992) obteve na parte área desta espécie na altura de 50 cm aos sete meses após o plantio, teores de K iguais a 8,50 g/kg, sendo praticamente o dobro dos obtidos neste trabalho.

Quanto à absorção de Ca, constatou-se que a tefrósia obteve teores estatisticamente superiores ($P<0,01$) aos encontrados na biomassa da parte aérea da flemíngia. Quanto aos teores de Mg, não foram encontradas diferenças significativas na absorção deste nutriente entre as espécies estudadas.

Tabela 13. Teores de macronutrientes (g/kg) na matéria seca da biomassa da parte aérea das leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio. ^{*1*2}

Alturas de poda (cm)	P			K			Ca			Mg		
	Espécies		Médias	Espécies		Médias	Espécies		Médias	Espécies		Médias
	E ₁	E ₂		E ₁	E ₂		E ₁	E ₂		E ₁	E ₂	
20	0,96 cA	0,45 cB	0,71 c	2,74	1,69	2,22 c	6,62	6,42	6,52 b	2,18	2,28	2,23 b
50	1,42 bA	0,75 bB	1,09 b	4,33	2,73	3,53 b	8,80	10,20	9,50 a	2,53	2,55	2,54 a
100	1,72 aA	1,62 aA	1,67 a	5,56	4,86	5,21 a	8,54	10,35	9,45 a	2,65	2,52	2,59 a
Médias	1,37 A	0,94 B		4,2 A	3,09 B		7,99 B	8,99 A		2,46 A	2,45 A	

(E₁) Flemíngia; (E₂) Tefrósia.

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Coeficiente de variação (P): 15,45%; (K): 21,46%; (Ca): 15,09% e (Mg): 10,21%. Teste de F para Espécie, Alturas de poda e Interação Espécie x Alturas de poda: (P) 76,91**, 134,19**, 11,34**; (K) 30,98**, 68,68**, 1,48^{ns}; (Ca) 8,14**, 32,07**, 3,12^{ns}; (Mg) 0,001^{ns}, 11,01**, 0,74^{ns}.

Os conteúdos de macronutrientes na matéria seca da biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia, nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, são apresentados na tabela 14. Verificam-se interações significativas entre as espécies e alturas de poda para o P, K e Ca. Observaram-se também diferenças significativas entre as espécies e as alturas de poda no acúmulo de Mg, tendo as alturas de 20 e 50 cm apresentado acúmulos estatisticamente superiores ($P < 0,01$) aos encontrados na altura de 100 cm, justificados pela maior produção de biomassa seca ocorrida nestas duas alturas de poda. Na comparação entre as espécies, verificaram-se os maiores conteúdos de Mg na biomassa da parte aérea da tefrósia, que foram estatisticamente superiores ($P < 0,01$) aos da flemíngia, justificado possivelmente devido a maior produção de biomassa que esta espécie produziu no primeiro corte.

Tabela 14. Conteúdos de macronutrientes (kg/ha) na matéria seca da biomassa da parte aérea das leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nas alturas de poda de 20, 50 e 100 cm, aos sete meses após o plantio.
*¹2

Alturas	P			K			Ca			Mg		
	Espécies		Médias	Espécies		Médias	Espécies		Médias	Espécies		Médias
	E ₁	E ₂		E ₁	E ₂		E ₁	E ₂		E ₁	E ₂	
20	6 bA	3 cB	4,5 b	16 bA	11 cB	13,5 b	39 aA	43 bA	41,0 b	13	15	14,0 a
50	7 aA	4 bB	5,5 a	21 aA	16 bB	18,5 a	42 aB	59 aA	50,5 a	12	15	13,5 a
100	5 bB	7 aA	6,0 a	17 abA	20 aA	18,5 a	26 bB	43 bA	34,5 c	8	10	9,0 b
Médias	6,0 A	4,6 B		18,0 A	15,7 B		35,6 B	48,3 A		11,0 B	13,3 A	

(E₁) Flemíngia; (E₂) Tefrósia.

¹ Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

² Coeficiente de variação (P): 17,26%; (K): 22,25%; (Ca): 17,06% e (Mg): 10,83%. Teste de F para Espécie, Alturas de poda e Interação Espécie x Alturas de poda: (P) 21,47**, 16,56**, 27,72**; (K): 4,52*, 9,75**, 7,05**;
(Ca): 42,11**, 22,31**, 4,86*; (Mg): 46,80**, 66,63**, 0,04^{ns}.

A altura de 50 cm exerceu efeito significativo no acúmulo de P na flemíngia, com conteúdos estatisticamente superiores ($P < 0,01$) aos encontrados nas alturas de 20 e 100 cm, enquanto na tefrósia a altura de 100 cm obteve um acúmulo

estatisticamente superior ($P < 0,01$) às alturas de 20 e 50 cm, justificado pelo menor estresse que esta espécie foi submetida nesta altura de poda, o que influenciou sua maior produção de biomassa seca. Comparando-se o efeito das alturas de poda entre as espécies, constatam-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os conteúdos obtidos nas três alturas de poda testadas, tendo a flemíngia apresentado um acúmulo superior nas alturas de 20 e 50 cm, enquanto a tefrósia obteve um acúmulo superior na altura de 100 cm. Burger & Brasil (1991), estudando o efeito de leguminosas em sistemas alley cropping observaram um acúmulo superior de P na espécie *Flemíngia macrophylla* quando comparada à *Leucaena leucocephala*, o que evidencia o grande potencial desta espécie em sua reciclagem.

Os conteúdos de K na biomassa da parte aérea da flemíngia apresentaram teores estatisticamente superiores ($P < 0,01$) na altura de poda de 50 cm, diferenciando-se significativamente somente da altura de 20 cm; ao passo que na tefrósia os conteúdos sofreram uma influência direta da altura de poda, apresentando valores estatisticamente superiores ($P < 0,01$) na altura de 100 cm. Analisando-se o efeito das alturas de poda entre as espécies, observou-se que a flemíngia apresentou conteúdos estatisticamente superiores ($P < 0,01$) nas alturas de poda de 20 e 50 cm quando comparados aos da tefrósia, não havendo diferenças estatísticas no acúmulo de K na altura de 100 cm entre as espécies.

As alturas de 20 e 50 cm influenciaram significativamente o acúmulo de Ca na flemíngia, que apresentou conteúdos estatisticamente superiores ($P < 0,05$) nestas duas alturas de poda, enquanto que a altura de 50 cm propiciou um acúmulo estatisticamente superior ($P < 0,05$) na tefrósia. Comparando-se o efeito das alturas de poda sobre o acúmulo de Ca entre as espécies, observam-se diferenças

significativas ($P < 0,05$) entre as alturas de 50 e 100 cm, com os maiores conteúdos encontrados na tefrósia.

Observa-se por meio dos dados apresentados que as alturas de 20 e 50 cm exerceram na flemíngia um efeito significativo no acúmulo de Ca e Mg, enquanto a altura de 50 cm influenciou significativamente o acúmulo de P e K. Por outro lado, na tefrósia o acúmulo de P e K mostrou-se influenciado pela altura de 100 cm, ao passo que as alturas de 20 e 50 cm influenciaram o acúmulo de Mg, enquanto o acúmulo de Ca mostrou-se influenciado apenas pela altura de 50 cm.

4.3.2. Efeito da altura de 20 cm sobre a absorção de nutrientes

Os teores de macronutrientes na biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia na altura de poda de 20 cm aos 13, 17, 22 e 28 meses após o cultivo das leguminosas, nos tratamentos com e sem cobertura morta, estão apresentados na Tabela 15. Os resultados obtidos demonstram que as parcelas onde se praticou a cobertura morta sobre o solo apresentaram os maiores teores de P e K, com teores médios de 7,7 % e 35,7 % a mais destes nutrientes, respectivamente, possivelmente justificados pelo aporte de matéria orgânica proveniente dos resíduos da poda das leguminosas, enquanto as parcelas sem cobertura morta apresentaram os maiores teores de N, Ca e Mg, cujos acréscimos correspondem a 16,2 %, 6,2 % e 17,6 %, respectivamente.

Comparando-se as espécies, observa-se que a biomassa da parte aérea da tefrósia apresentou, em geral, as maiores concentrações de nutrientes, absorvendo em média, 32,2 % a mais de nitrogênio (N); 16,7 % a mais de P; 15,2 % a mais de Ca e, 28,6 % a mais de K do que a flemíngia, absorvendo aos 13 meses praticamente o dobro de K encontrado na segunda espécie, o que enfatiza seu

grande potencial de reciclagem de nutrientes, principalmente em relação ao K, que devido ao intenso regime pluviométrico existente na Amazônia, é facilmente perdido pela lixiviação.

Curiosamente, contrastando com os resultados observados das três alturas de poda avaliadas simultaneamente aos sete meses, o corte aos 20 cm das plantas de tefrósia apresentaram em média uma maior concentração de nutrientes em relação à flemíngia, que por apresentar um sistema radicular profundo, é considerada um dos mais eficientes agentes de reciclagem de nutrientes (NYE & GREENLAND, 1960; NIANG et al., 2002; IKPE et al., 2003;).

O acúmulo de macronutrientes na altura de 20 cm na biomassa da parte aérea das duas espécies aos 13, 17, 22 e 28 meses após o cultivo das leguminosas, nos tratamentos com e sem cobertura morta são apresentados na Figura 5. Observa-se por meio dos dados obtidos que a prática do uso da cobertura morta sobre o solo favoreceu o acúmulo de todos os macronutrientes, excetuando-se apenas os conteúdos de Mg aos 13 meses após o plantio das leguminosas, que obtiveram os maiores valores nas parcelas sem cobertura morta. É interessante ressaltar que as parcelas com cobertura morta apresentaram praticamente o dobro de nutrientes quando comparadas às sem cobertura, evidenciando a grande importância desta prática na reciclagem de nutrientes, possivelmente justificada pelo maior acúmulo de biomassa produzida pelas leguminosas nestas parcelas, que durante o processo de decomposição de seus resíduos, liberaram gradualmente uma maior quantidade de nutrientes para o solo, que serão posteriormente absorvidos pelas plantas (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

Tabela 15. Efeito da poda a 20 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nos teores de macronutrientes (g/kg) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.

Espécies	Nitrogênio			Fósforo			Potássio			Cálcio			Magnésio		
	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
Aos 13 meses															
Flemíngia	-	-	-	1,70	1,99	1,85	4,27	7,53	5,90	5,70	6,23	5,97	1,73	1,60	1,67
Tefrósia	-	-	-	2,42	2,50	2,46	9,00	11,33	10,17	5,77	6,37	6,07	2,17	2,01	2,09
Médias				2,06	2,25		6,64	9,43		5,74	6,30		1,95	1,81	
Aos 17 meses															
Flemíngia	21,84	24,80	23,32	3,34	4,14	3,74	5,18	8,11	6,65	6,27	5,59	5,93	2,50	2,19	2,35
Tefrósia	35,74	30,76	33,25	3,74	4,00	3,87	6,53	8,90	7,72	7,10	6,49	6,80	2,36	2,11	2,24
Médias	28,79	27,78		3,54	4,07		5,86	8,51		6,69	6,04		2,43	2,15	
Aos 22 meses															
Flemíngia	26,41	22,34	24,38	1,48	1,80	1,64	6,37	9,36	7,87	7,45	7,45	7,45	2,40	2,27	2,34
Tefrósia	34,73	26,97	30,85	1,89	1,79	1,84	8,71	9,73	9,22	8,89	8,10	8,50	2,40	2,06	2,23
Médias	30,57	24,66		1,69	1,80		7,54	9,55		8,17	7,78		2,40	2,17	
Aos 28 meses															
Flemíngia	25,12	22,24	23,68	1,49	1,57	1,53	4,43	7,10	5,77	10,09	7,96	9,03	3,42	2,20	2,81
Tefrósia	33,90	26,53	30,22	1,85	1,77	1,81	6,07	6,46	6,27	11,57	10,38	10,98	3,00	2,42	2,71
Médias	29,51	24,38		1,67	1,67		5,25	6,78		10,83	9,17		3,21	2,31	

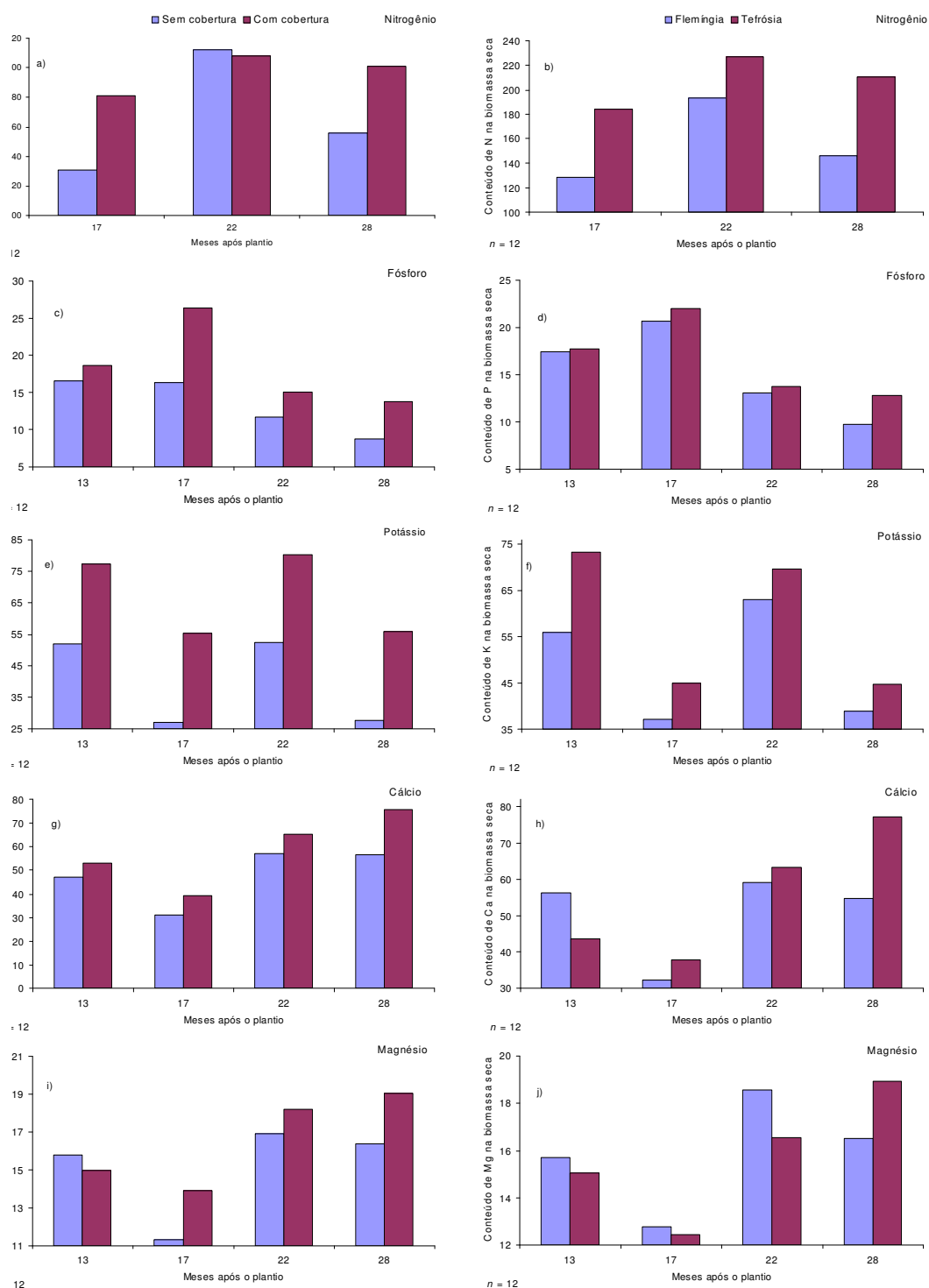


Figura 5. Efeito da poda a 20 cm nos tratamentos com e sem cobertura morta (figuras a, c, e, g e i) e nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) (figuras b, d, f, h e j) sobre os conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio.

Comparando-se as espécies, observa-se que a tefrósia apresentou os maiores conteúdos de N, P, K e Ca, ao passo que a flemíngia obteve os maiores conteúdos de Mg. Ao longo dos quatro ciclos de corte realizados aos 13, 17, 22 e 28 meses após o plantio, a tefrósia acumulou, em média, 621 kg/ha de N; 67 kg/ha de P; 233 kg/ha de K e, 222 kg/ha de Ca, que possivelmente podem ser justificados pelas maiores concentrações destes nutrientes na biomassa da parte aérea desta espécie, enquanto a flemíngia acumulou cerca de 64 kg/ha de Mg. Tais resultados evidenciam que o uso de leguminosas constitui-se numa alternativa viável para o pequeno agricultor, pois são capazes de extrair nutrientes do solo e fixá-los em sua biomassa, evitando que os mesmos sejam lixiviados.

4.3.3. Efeito das alturas de poda de 50 e 100 cm sobre a absorção de nutrientes

O efeito das alturas de poda de 50 e 100 cm sobre a concentração de macronutrientes na biomassa seca da parte aérea da flemíngia e tefrósia aos 10, 14, 18 e 22 meses após o cultivo das leguminosas, é apresentado na Tabela 16. Verificam-se por meio dos dados apresentados, interações significativas para o P ($P < 0,05$) aos 14 meses após o plantio e, para o Mg ($P < 0,05$) aos 10 e 14 meses após o plantio. Observam-se também diferenças significativas entre as alturas de poda para o K aos 10 meses após o cultivo das leguminosas; entre as espécies para o N em todos os ciclos de corte realizados e, para o K e Ca aos 10 e 14 meses após o cultivo das leguminosas.

A altura de 50 cm influenciou a absorção de K, exercendo efeito significativo aos 10 meses após o plantio, o que indica que as espécies apresentaram um potencial de absorção significativo ($P < 0,01$) deste nutriente nos dois primeiros ciclos

de corte (poda inicial e primeira poda), possivelmente justificado pela maior biomassa produzida nesta altura de poda.

Apesar da biomassa da parte aérea da tefrósia ter apresentado os maiores teores médios em todos os macronutrientes ao longo de todos os ciclos de corte, só foram encontradas diferenças significativas para o N ($P < 0,01$) ao longo de todos os cortes e, para o K e Ca ($P < 0,01$) nos ciclos de cortes realizados aos 10 e 14 meses após o cultivo das leguminosas, o que comprova sua grande eficiência na fixação de N e na captação de nutrientes das camadas mais profundas do solo, possivelmente justificada pelo profundo sistema radicular que esta espécie possui, penetrando nas camadas mais profundas do solo e resgatando nutrientes facilmente lixiviados do perfil como o K que, nas condições amazônicas é facilmente perdido por meio do processo de lixiviação. Ikpe et al., (2003) também observou o grande potencial de fixação de nitrogênio desta espécie, além dos altos teores de cálcio existentes em sua biomassa.

Na interação entre os teores de P, constataram-se diferenças significativas entre as alturas de 50 e 100 cm apenas na tefrósia, que obteve teores estatisticamente superiores ($P < 0,05$) na altura de 100 cm, o que parece indicar que as folhas e ramos mais novos possuem uma concentração maior deste nutriente, além da espécie apresentar uma maior taxa de crescimento quando podada na altura de 100 cm, o que contribuiu para a sua maior produção de biomassa seca. Na comparação entre as espécies, constataram-se diferenças significativas apenas na altura de 100 cm, tendo novamente a tefrósia apresentado teores superiores aos encontrados na biomassa da parte aérea da flemíngia.

Tabela 16. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nos teores de macronutrientes (g/kg) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio. ^{*1} ^{*2}

Espécies	Nitrogênio			Fósforo			Potássio			Cálcio			Magnésio		
			Médias			Médias	g/kg		Médias			Médias			Médias
	Alturas			Alturas			Alturas			Alturas			Alturas		
	50	100		50	100		50	100		50	100		50	100	
Aos 10 meses															
Flemíngia	-	-	-	2,11	2,06	2,09 b	8,49	6,77	7,63 b	5,89	6,07	5,98 b	2,02 aB	2,26 aA	2,14 b
Tefrósia	-	-	-	2,77	2,54	2,66 a	9,50	8,04	8,77 a	7,03	7,15	7,09 a	2,54 aA	2,25 aA	2,40 a
Médias				2,44 A	2,30 A		9,00 A	7,41 B		6,46 A	6,61 A		2,28 A	2,26 A	
Aos 14 meses															
Flemíngia	24,85	24,81	24,83 b	1,86 aA	1,91 aB	1,89 b	7,38	7,29	7,34 b	5,30	4,96	5,13 b	2,18 aA	1,78 bA	1,98 a
Tefrósia	31,35	31,30	31,33 a	1,99 bA	2,32 aA	2,16 a	8,59	8,75	8,67 a	6,47	6,42	6,44 a	2,04 aA	1,98 aA	2,01 a
Médias	28,11 A	28,06 A		1,93 B	2,12 A		7,99 A	8,02 A		5,89 A	5,69 A		2,11 A	1,88 B	
Aos 18 meses															
Flemíngia	24,97	26,47	25,72 b	4,55	4,51	4,53 a	7,92	7,53	7,72 a	7,06	6,92	6,99 a	2,77	2,56	2,67 a
Tefrósia	31,68	32,17	31,93 a	4,37	4,69	4,53 a	8,09	8,28	8,19 a	7,33	7,50	7,41 a	2,42	2,52	2,47 a
Médias	28,33 A	29,32 A		4,46 A	4,60 A		8,02 A	7,89 A		7,20 A	7,21 A		2,60 A	2,54 A	
Aos 22 meses															
Flemíngia	23,14	21,95	22,54 b	1,78	1,84	1,80 a	8,31	8,13	8,22 a	7,27	8,10	7,69 a	2,36	2,36	2,36 a
Tefrósia	31,41	28,51	29,96 a	1,86	1,87	1,87 a	8,79	8,66	8,73 a	8,22	8,56	8,39 a	2,39	2,50	2,45 a
Médias	27,28 A	25,23 A		1,82 A	1,86 A		8,55 A	8,40 A		7,75 A	8,33 A		2,38 A	2,43 A	

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Coeficiente de variação: (P) 9,26 %, (K) 10,50 %, (Ca) 10,01 % e (Mg) 12,58 % aos 10 meses; (N) 15,07 %, (P) 7,00 %; (K) 19,51 %; (Ca) 8,62 % e (Mg) 8,29 % aos 14 meses; (N) 14,78 %, (P) 5,90 %; (K) 16,72 %; (Ca) 9,34 % e (Mg) 13,48 % aos 18 meses; (N) 10,65 %, (P) 13,67 %; (K) 17,32 %; (Ca) 18,00 % e (Mg) 14,88 % aos 22 meses. Teste de F para Espécie, Alturas de poda e Interação Espécie x Alturas de poda: (P) 40,90^{**}; 2,42^{ns}; 0,96^{ns}; (K) 10,57^{**}; 20,54^{**}; 0,13^{ns}; (Ca) 17,51^{**}; 0,32^{ns}; 0,02^{ns}; (Mg) 4,81^{*}; 0,05^{ns}; 5,40^{*}, aos 10 meses; (N) 14,15^{**}; 0,0007^{ns}; 0,00^{ns}; (P) 21,95^{**}; 10,68^{**}; 5,35^{*}; (K) 9,26^{**}; 0,84^{ns}; 0,41^{ns}; (Ca) 41,79^{**}; 0,88^{ns}; 0,50^{ns}; (Mg) 0,13^{ns}; 12,01^{**}; 6,65^{*}; aos 14 meses; (N) 12,70^{**}; 0,33^{ns}; 0,08^{ns}; (P) 0,0002^{ns}; 1,73^{ns}; 2,88^{ns}; (K) 0,78^{ns}; 0,06^{ns}; 0,35^{ns}; (Ca) 2,32^{ns}; 0,002^{ns}; 0,33^{ns}; (Mg) 1,94^{ns}; 0,13^{ns}; 1,31^{ns}, aos 18 meses; (N) 42,26^{**}; 3,19^{ns}; 0,56^{ns}; (P) 0,37^{ns}; 0,13^{ns}; 0,05^{ns}; (K) 0,71^{ns}; 0,07^{ns}; 0,002^{ns}; (Ca) 1,41^{ns}; 0,97^{ns}; 0,17^{ns}; (Mg) 0,38^{ns}; 0,15^{ns}; 0,16^{ns}, aos 22 meses.

Com relação à interação entre espécies e alturas de poda para os teores de Mg aos 10 meses após o plantio, constatou-se por meio dos dados obtidos, efeito significativo das alturas de poda sobre a absorção deste nutriente apenas na flemíngia, que obteve na altura de 50 cm teores estatisticamente superiores ($P < 0,05$) aos da altura de 100 cm. Analisando-se o efeito das alturas de poda entre as espécies, observou-se na biomassa da parte aérea da tefrósia podada na altura de 50 cm, teores estatisticamente superiores ($P < 0,05$) de Mg aos encontrados na flemíngia na mesma altura de poda, não havendo diferenças significativas na absorção deste nutriente na altura de 100 cm entre as espécies.

O efeito das alturas de poda de 50 e 100 cm realizadas aos 10, 14, 18 e 22 meses após o cultivo das leguminosas, sobre o acúmulo de nutrientes na biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia, estão apresentados na Tabela 17. Observam-se através dos resultados obtidos, interações significativas entre espécies e alturas de poda para o N e P aos 14 meses após o plantio e, para o P e K aos 18 meses após o plantio. Além disso, constataram-se diferenças significativas entre as alturas de poda para o Mg e, entre espécies para o P aos 18 meses após o plantio; K em todos os ciclos de poda realizados; Ca aos 10 e 14 meses após o plantio e, Mg aos 10, 18 e 22 meses após o cultivo das leguminosas.

A interação significativa para os conteúdos de N indicou que não há diferenças significativas entre as alturas de 50 e 100 cm para a flemíngia, entretanto a altura de corte influenciou o acúmulo de N na tefrósia, que apresentou teores estatisticamente superiores na altura de 100 cm, acumulando 38 kg/ha a mais de N em relação à altura de 50 cm, que possivelmente pode ser justificado pela maior taxa de crescimento desta espécie nesta altura de poda.

Tabela 17. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nos conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio.

Espécies	N			P			K			Ca			Mg		
							kg/ha								
	Alturas		Médias	Alturas		Médias	Alturas		Médias	Alturas		Médias	Alturas		Médias
	50	100		50	100		50	100		50	100		50	100	
Aos 10 meses															
Flemíngia	-	-	-	14	14	14 a	57	47	52 a	40	42	41 a	14	16	15 a
Tefrósia	-	-	-	12	14	13 a	41	45	43 b	30	40	35 a	11	13	12 b
Médias				13 A	14 A		49 A	46 A		35 B	41 A		12 B	14 A	
Aos 14 meses															
Flemíngia	148 aB	155 aB	151 a	11 aA	12 aB	11 a	44	46	45 a	31	31	31 b	11	11	11 a
Tefrósia	161 bA	199 aA	180 a	10 bA	15 aA	12 a	44	56	50 a	33	41	37 a	10	13	11 a
Médias	154 B	177 A		10 B	13 A		44 A	51 A		32 A	36 A		10 A	12 A	
Aos 18 meses															
Flemíngia	156	149	153 a	28 aA	25 aA	27 a	50 aA	43 aA	47 a	44	39	41 a	17	14	15 a
Tefrósia	123	167	145 a	17 aB	24 aA	20 b	32 aB	43 aA	38 b	28	39	33 a	9	13	11 b
Médias	139 A	158 A		22 A	24 A		41 A	42 A		36 A	39 A		13 A	13 A	
Aos 22 meses															
Flemíngia	177	162	170 a	13	13	13 a	63	60	62 a	55	60	57 a	16	18	17 a
Tefrósia	176	166	171 a	11	11	11 b	50	51	51 b	46	50	48 a	13	15	14 b
Médias	176 A	164 A		12 A	12 A		56 A	55 A		50 A	55 A		14 B	17 A	

¹ Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

² Coeficiente de variação: (P) 14,13 %, (K) 18,87 %, (Ca) 16,54 % e (Mg) 16,89 % aos 10 meses; (N) 13,52 %, (P) 11,61 %; (K) 18,70 %; (Ca) 15,33 % e (Mg) 12,43 % aos 14 meses; (N) 25,68 %, (P) 25,39 %; (K) 21,11 %; (Ca) 22,32 % e (Mg) 29,74 % aos 18 meses e, (N) 18,48 %, (P) 22,05 %; (K) 20,36 %; (Ca) 31,64 % e (Mg) 14,58 aos 22 meses. Teste de F para Espécie, Alturas de poda e Interação Espécie x Alturas de poda: (P) 2,11^{ns}; 2,30^{ns}; 1,91^{ns}; (K) 7,98*; 0,75^{ns}; 4,27^{ns}; (Ca) 4,06^{ns}; 5,32*; 1,39^{ns}; (Mg) 10,07**; 4,70*; 0,14^{ns}, aos 10 meses; (N) 0,98^{ns}; 25,07**; 17,17**; (P) 3,02^{ns}; 21,13**; 9,88**; (K) 1,61^{ns}; 1,97^{ns}; 2,89^{ns}; (Ca) 7,88*; 3,06^{ns}; 3,07^{ns}; (Mg) 0,29^{ns}; 2,85^{ns}; 3,75^{ns}, aos 14 meses; (N) 0,26^{ns}; 1,24^{ns}; 2,80^{ns}; (P) 7,22*; 0,51^{ns}; 4,82*; (K) 6,99*; 0,003^{ns}; 8,66*; (Ca) 4,34^{ns}; 1,33^{ns}; 4,06^{ns}; (Mg) 7,17*; 0,17^{ns}; 3,68^{ns}, aos 18 meses; (N) 0,004^{ns}; 0,79^{ns}; 0,04^{ns}; (P) 6,62*; 0,01^{ns}; 0,07^{ns}; (K) 5,95*; 0,06^{ns}; 0,84^{ns}; (Ca) 1,35^{ns}; 0,65^{ns}; 0,001^{ns}; (Mg) 8,19*; 8,61*; 2,48^{ns}, aos 22 meses.

Comparando-se o acúmulo de N nas alturas de 50 e 100 cm entre as espécies, observa-se que a tefrósia acumulou 13 e 44 kg/ha a mais deste nutriente quando comparada à flemíngia nas duas alturas anteriormente citadas respectivamente, o que comprova o grande potencial desta espécie na fixação biológica de N, cuja fixação é maior nas plantas podadas a 100 cm, cujas plantas foram submetidas a um menor nível de estresse quando comparado àquelas podadas na altura de 50 cm, o que contribuiu com sua maior produção de biomassa neste estudo. Apesar de aos 14 meses após o plantio, a tefrósia ter apresentado acúmulos significativos de N, não foram constatadas diferenças estatísticas entre as alturas de poda e espécies ao longo das demais podas realizadas.

Com relação aos conteúdos de P, não foram observadas diferenças significativas no acúmulo deste nutriente aos 10, 18 e 22 meses após o plantio das leguminosas. Porém, aos 14 meses, constatou-se a existência de interação significativa entre as alturas de poda e espécies, observando-se que as alturas de poda não influenciaram o acúmulo de P na flemíngia, entretanto na tefrósia o acúmulo obteve conteúdos estatisticamente superiores na altura de 100 cm, possivelmente justificado pelo maior potencial de rebrota das plantas nesta altura. Comparando-se o acúmulo entre alturas de poda e espécies, observa-se que o acúmulo de P apenas é influenciado pela altura de 100 cm, tendo a tefrósia apresentado um acúmulo superior ao da flemíngia. Na comparação entre as espécies, houve diferenças significativas aos 18 e 22 meses após o plantio, ou seja, nos dois últimos ciclos de corte, tendo a flemíngia apresentado acúmulo significativamente superior ($P < 0,05$) ao da tefrósia, que possivelmente pode ser justificado pela maior produção de biomassa produzida por esta espécie.

O acúmulo de K não sofreu efeito significativo das alturas de poda ao longo das podas realizadas. Entretanto, observaram-se diferenças significativas no acúmulo entre as espécies, tendo a flemíngia apresentado acúmulos superiores aos da tefrósia aos 10, 18 e 22 meses após o plantio das leguminosas, obtendo um acúmulo total de 206 kg/ha deste nutriente, o que evidencia seu grande potencial na captação deste nutriente. Canto (1992) avaliando a produção de biomassa e acúmulo de nutrientes de leguminosas obteve para a flemíngia em apenas dois ciclos de corte, um acúmulo de 104 kg/ha de K.

As alturas de poda influenciaram o acúmulo de Ca apenas aos 10 meses, sendo a altura de 100 cm superior estatisticamente ($P < 0,05$) à de 50 cm. Analisando o acúmulo entre as espécies, constatou-se que tefrósia obteve um acúmulo superior estatisticamente ($P < 0,05$) ao da flemíngia apenas aos 14 meses após o plantio. Brasil (1992) trabalhando com leguminosas observou em 13 meses após o plantio, um acúmulo de 55 e 50 kg/ha de cálcio para a tefrósia e flemíngia, que são superiores aos encontrados neste estudo.

O acúmulo de Mg foi influenciado pelas alturas de poda, tendo a altura de 100 cm apresentado um acúmulo superior ($P < 0,05$) ao da altura de 50 cm aos 10 e 22 meses após o plantio das leguminosas, justificado pela maior produção de biomassa seca nesta altura. Comparando-se o acúmulo entre as espécies, observou-se que a flemíngia obteve conteúdos estatisticamente superiores ($P < 0,01$) ao da tefrósia aos 10 meses, 18 e 22 meses ($P < 0,05$), acumulando ao longo dos quatro ciclos de corte 58 kg/ha de Mg, ou seja, 10 kg/ha a mais do que a tefrósia.

Os efeitos do uso ou não da cobertura morta sobre a absorção de macronutrientes na biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia, aos 10, 14, 18 e 22 meses após o cultivo das leguminosas, são apresentados na Tabela 18. Observa-se por meio dos dados obtidos que a prática da cobertura morta contribui com um maior aporte de nutrientes, exercendo efeito significativo nos teores de todos os macronutrientes analisados. Além disso, constataram-se interações significativas entre os teores de P e Mg, aos 14 e 18 meses após o plantio, respectivamente.

Na interação significativa entre os teores de P ($P < 0,05$) aos 14 meses após o plantio, observaram-se diferenças significativas no uso da prática da cobertura morta nas parcelas com flemíngia, entretanto não foram constatadas diferenças significativas entre o uso ou não desta prática nas parcelas com tefrósia. Além disso, constataram-se diferenças significativas entre as espécies nas parcelas sem cobertura morta, tendo a tefrósia apresentado teores superiores aos da flemíngia, justificados possivelmente pela maior concentração deste nutriente em seus resíduos vegetais. Aos 18 meses após o plantio, as parcelas com cobertura morta apresentaram teores altamente significativos ($P < 0,01$) aos encontrados nas parcelas sem cobertura morta, justificados pelo maior aporte de matéria orgânica existentes nestes tratamentos.

A cobertura morta proporcionou um aumento bastante expressivo nos teores de K, com diferenças significativas ($P < 0,01$) ao longo de todos os ciclos de corte. É interessante ressaltar a importância desta prática para os solos amazônicos, que devido às condições ambientais da região, sofrem perdas de nutrientes por meio da lixiviação ocasionada pelo intenso regime pluviométrico, e em alguns casos pela erosão, o que conseqüentemente contribui para que os nutrientes sejam lixiviados do perfil do solo, especialmente os mais móveis como o K.

Tabela 18. Efeito dos sistemas de manejo (com e sem cobertura morta) nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) sobre os teores de macronutrientes (g/kg) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio. ^{*1} ^{*2}

Espécies	N			P			K			Ca			Mg		
			Médias			Médias	g/kg		Médias			Médias			Médias
	Cobertura			Cobertura			Cobertura			Cobertura			Cobertura		
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
Aos 10 meses															
Flemíngia	-	-	-	1,99	2,18	2,09 b	6,36	8,89	7,63 b	6,14	5,82	5,98 b	2,16	2,12	2,14 b
Tefrósia	-	-	-	2,71	2,61	2,66 a	7,91	9,63	8,77 a	7,32	6,87	7,10 a	2,46	2,33	2,40 a
Média				2,35 A	2,40 A		7,14 B	9,26 A		6,73 A	6,35 A		2,31 A	2,23 A	
Aos 14 meses															
Flemíngia	23,92	25,73	24,82 b	1,72 bB	2,05 aA	1,89 b	5,08	9,59	7,34 b	5,39	4,86	5,13 b	2,01	1,72	1,87 a
Tefrósia	31,57	31,06	31,31 a	2,15 aA	2,16 aA	2,16 a	7,46	9,88	8,67 a	6,85	6,03	6,44 a	2,08	1,94	2,01 a
Média	27,74 A	28,39 A		1,94 B	2,11 A		6,27 B	9,74 A		6,12 A	5,45 B		2,05 A	1,83 A	
Aos 18 meses															
Flemíngia	25,79	25,66	25,73 b	4,25	4,81	4,53 a	5,49	9,94	7,72 a	7,96	6,02	6,99 a	3,12 aA	2,21 bA	2,67 a
Tefrósia	32,75	31,10	31,93 a	4,46	4,59	4,53 a	6,30	10,08	8,19 a	8,07	6,75	7,41 a	2,62 aB	2,32 aA	2,47 a
Média	29,27 A	28,38 A		4,36 B	4,70 A		5,90 B	10,01 A		8,02 A	6,39 B		2,87 A	2,27 B	
Aos 22 meses															
Flemíngia	21,39	23,69	22,54 b	1,71	1,89	1,80 a	7,04	9,40	8,22 a	8,02	7,35	7,69 a	2,53	2,18	2,36 a
Tefrósia	31,01	28,91	29,96 a	1,82	1,91	1,87 a	6,90	10,55	8,73 a	7,68	9,10	8,39 a	2,65	2,24	2,45 a
Média	26,20 A	26,30 A		1,77 A	1,90 A		6,97 B	9,98 A		7,85 A	8,23 A		2,59 A	2,21 B	

^{*1} Médias seguidas por letras minúsculas distintas para cada período de poda diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

^{*2} Coeficiente de variação: (P) 9,26 %, (K) 10,50 %, (Ca) 10,01 % e (Mg) 12,58 % aos 10 meses; (N) 15,07 %, (P) 7,00 %, (K) 19,51 %, (Ca) 8,62 % e (Mg) 8,29 % aos 14 meses; (N) 14,78 %, (P) 5,90 %, (K) 16,72 %, (Ca) 9,34 % e (Mg) 13,48 % aos 18 meses; (N) 10,65 %, (P) 13,67 %, (K) 17,32 %, (Ca) 18,00 % e (Mg) 14,88 % aos 22 meses. Teste de F para Espécie, Cobertura do solo e Interação Espécie x Cobertura do solo: (P) 40,90^{**}; 0,23^{ns}; 2,65^{ns}; (K) 10,57^{**}; 36,62^{**}; 1,35^{ns}; (Ca) 17,51^{**}; 2,06^{ns}; 0,06^{ns}; (Mg) 4,81^{*}; 0,58^{ns}; 0,14^{ns}; aos 10 meses; (N) 14,15^{**}; 0,14^{ns}; 0,46^{ns}; (P) 21,95^{**}; 9,22^{**}; 7,71^{*}; (K) 9,26^{**}; 23,48^{**}; 0,75^{ns}; (Ca) 41,79^{**}; 10,92^{**}; 0,50^{ns}; (Mg) 0,13^{ns}; 1,94^{ns}; 0,34^{ns}; aos 14 meses; (N) 12,70^{**}; 0,26^{ns}; 0,19^{ns}; (P) 0,0002^{ns}; 10,10^{**}; 4,01^{ns}; (K) 0,78^{ns}; 57,52^{**}; 0,39^{ns}; (Ca) 2,32^{ns}; 35,38^{**}; 1,27^{ns}; (Mg) 1,94^{ns}; 17,94^{**}; 4,66^{*}; aos 18 meses; (N) 42,26^{**}; 0,008^{ns}; 3,73^{ns}; (P) 0,37^{ns}; 1,85^{ns}; 0,16^{ns}; (K) 0,71^{ns}; 25,09^{**}; 1,17^{ns}; (Ca) 1,41^{ns}; 0,39^{ns}; 3,15^{ns}; (Mg) 0,38^{ns}; 6,91^{*}; 0,03^{ns}; aos 22 meses.

Os teores de Ca apresentaram teores estatisticamente superiores nas parcelas sem cobertura morta aos 14 e 18 meses após o plantio das leguminosas, que pode ser justificado pela maior absorção deste nutriente pelas leguminosas localizadas nas parcelas com cobertura morta.

Analisando-se a interação entre os teores de Mg aos 18 meses após o plantio das leguminosas, constatou-se nas parcelas de flemíngia onde não foi praticada a técnica da cobertura morta, teores estatisticamente superiores às parcelas com cobertura, entretanto não foram constatadas diferenças significativas entre o uso ou não desta prática nas parcelas com tefrósia. Comparando-se o uso ou não da prática da cobertura morta entre as espécies, constataram-se diferenças significativas apenas nas parcelas sem cobertura morta, tendo a flemíngia novamente apresentado os maiores teores deste nutriente.

Com relação aos efeitos dos sistemas de manejo entre as espécies, observaram-se teores significativamente superiores em todos os macronutrientes, com especial destaque para o N, que obteve teores altamente significativos ($P < 0,01$) ao longo de todas as podas na espécie *T. candida*. Gichuru (1991) estudando os efeitos de resíduos vegetais de *T. candida*, *Cajanus cajan* e de um pousio com vegetação natural, constatou que *T. candida* foi capaz de elevar a disponibilidade de N no solo, o que comprova seu grande potencial na fixação biológica deste nutriente. Bayjukya et al., (2005) também estudando os efeitos de mulches de tefrósia em plantações de milho, observaram que os mulches aumentaram a produtividade de grãos de milho, bem como apresentaram os maiores teores de N no solo.

Analisando-se os demais nutrientes, constatou-se que os maiores teores foram encontrados nas parcelas com resíduos vegetais da tefrósia, entretanto verificaram-se diferenças significativas apenas nos teores de P, K e Ca aos 10 e 14

meses após o plantio e, entre os teores de Mg apenas aos 10 meses, possivelmente justificados pelas maiores concentrações destes nutrientes em sua biomassa, o que enfatiza o grande potencial de captação de nutrientes que esta espécie apresenta.

Os conteúdos de macronutrientes na biomassa da parte aérea da flemíngia e tefrósia aos 10, 14, 18 e 22 meses após o cultivo das leguminosas, nos tratamentos com e sem cobertura morta, são apresentados na Tabela 19. Constataram-se por meio dos dados obtidos, diferenças significativas entre o uso ou não da cobertura morta no acúmulo de todos os macronutrientes e, entre espécies nos conteúdos de P, K, Ca e Mg. Entretanto, não foram observadas interações significativas entre as espécies e sistemas de manejo ao longo dos ciclos de corte realizados.

O uso da cobertura morta influenciou significativamente o acúmulo da maior parte dos macronutrientes, exercendo um efeito mais direto no acúmulo de N, P e K. O acúmulo de N aos 18 e 22 meses após o plantio das leguminosas nas parcelas com cobertura morta foi equivalente a 51 e 55 kg/ha de N a mais do que as parcelas sem cobertura morta. O efeito da cobertura morta sobre o acúmulo de P foi obtido a partir dos 14 meses após o plantio, observando-se aos 18 meses um acúmulo de 11 kg/ha de P a mais do que o das parcelas sem cobertura. Observou um efeito mais direto desta prática sobre o acúmulo de K em todos os ciclos de corte, que aos 14 meses após o plantio acumulou praticamente o dobro de K quando comparado ao sem cobertura morta, o que enfatiza a grande importância desta prática na manutenção dos nutrientes dentro do sistema solo-planta. Tais resultados são justificados pelo aporte de matéria orgânica proveniente da poda das leguminosas sobre o solo, que consiste na principal fonte de nitrogênio, fósforo e enxofre, liberando gradualmente os nutrientes para o solo com o decorrer do processo de

decomposição e, contribuindo com a melhoria da fertilidade do solo (BAYER & MIELNICZUK, 1999; OSTERROHT, 2002).

Tabela 19. Efeito da poda a 50 e 100 cm nas leguminosas flemíngia (*Flemingia macrophylla*) e tefrósia (*Tephrosia candida*) nos conteúdos de macronutrientes (kg/ha) aos 10, 14, 18 e 22 meses após o plantio, com e sem cobertura morta.

Espécies	N			P			K			Ca			Mg		
							kg/ha								
	Cobertura		Média	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias	Cobertura		Médias
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
Aos 10 meses															
Flemíngia	-	-	-	13 aA	15 aA	14 a	42 bA	63 aA	52 a	41	41	41 a	14	15	15 a
Tefrósia	-	-	-	14 aA	12 aB	13 a	41 aA	46 aB	43 b	38	33	35 a	13	11	12 b
Média				13 A	13 A		41 B	54 A		39 A	37 A		13 A	13 A	
Aos 14 meses															
Flemíngia	133	168	151 a	10	13	11 a	28	63	45 a	30	32	31 b	11	11	11 a
Tefrósia	167	193	180 a	11	13	12 a	39	61	50 a	36	37	37 a	11	12	11 a
Média	150 A	180 A		10 B	13 A		33 B	62 A		33 A	34 A		11 A	11 A	
Aos 18 meses															
Flemíngia	124	182	153 a	20	34	27 a	25	70	47 a	38	43	41 a	15	16	15 a
Tefrósia	122	166	144 a	17	24	20 b	23	54	38 b	30	36	33 a	10	12	11 b
Média	123 B	174 A		18 B	29 A		25 B	62 A		34 A	39 A		12 A	14 A	
Aos 22 meses															
Flemíngia	135	206	170 a	11	16	13 a	44	82	63 a	51	64	57 a	16 bA	19 aA	17 a
Tefrósia	151	191	171 a	9	13	11 b	33	70	51 b	37	60	48 a	13 aA	15 aB	14 b
Média	143 B	198 A		10 B	14 A		39 B	76 A		44 B	62 A		14 B	17 A	

¹ Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e letras maiúsculas nas linhas, diferem entre si, ao nível de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

² Coeficiente de variação: (P) 14,13 %, (K) 18,87 %, (Ca) 16,54 % e (Mg) 16,89 % aos 10 meses; (N) 13,52 %, (P) 11,61 %; (K) 18,70 %; (Ca) 15,33 % e (Mg) 12,43 % aos 14 meses; (N) 25,68 %, (P) 25,39 %; (K) 21,11 %; (Ca) 22,32 % e (Mg) 29,74 % aos 18 meses e, (N) 18,48 %, (P) 22,05 %; (K) 20,36 %; (Ca) 31,64 % e (Mg) 14,58 aos 22 meses. Teste de F para Espécie, Cobertura do solo e Interação Espécie x Cobertura do solo: (P) Espécie 2,11^{ns}, 0,07^{ns}, 6,04*; (K) 7,98*, 13,30**, 5,07*; (Ca) 4,06^{ns}, 1,01^{ns}, 1,22^{ns}; (Mg) 10,07**, 0,57^{ns}, 1,95^{ns}, aos 10 meses; (N) 0,98^{ns}, 19,92**, 0,04^{ns}; (P) 3,02^{ns}, 26,03**, 2,60^{ns}; (K) 1,61^{ns}, 57,34**, 3,04^{ns}; (Ca) 7,88*, 0,50^{ns}, 0,02^{ns}; (Mg) 0,29^{ns}, 1,07^{ns}, 0,83^{ns}, aos 14 meses; (N) 0,26^{ns}; 1,038**, 0,20^{ns}; (P) Espécie 7,22*, 19,10**, 1,62^{ns}; (K) 6,99*, 94,77**, 3,60^{ns}; (Ca) 4,34^{ns}, 2,60^{ns}, 0,06^{ns}; (Mg) 7,17*, 1,23^{ns}, 0,15^{ns}, aos 18 meses; (N) 0,004^{ns}, 18,25**, 1,22^{ns}; (P) Espécie 6,62*, 18,91**, 0,50^{ns}; (K) 5,95*, 57,52**, 0,001^{ns}; (Ca) 1,35^{ns}, 6,77*, 0,83^{ns}; (Mg) 8,19*, 5,21, 1,42^{ns}, aos 22 meses.

CONCLUSÕES

A altura de poda das leguminosas flemíngia e tefrósia afeta o número de podas anuais e quando as plantas são podadas a 20 cm duas podas anuais podem ser praticadas, ao passo que quando as leguminosas são podadas aos 50 e 100 cm três podas podem ser praticadas anualmente.

A altura de poda a 100 cm favoreceu a produção de biomassa seca da parte aérea das duas espécies de leguminosas, especialmente na segunda e terceira poda, comparado ao corte praticado na altura de 50 cm. Entre as espécies a flemíngia comparada a tefrósia contribuiu com uma maior entrada de biomassa seca da parte aérea na maioria das épocas de poda praticadas. A manutenção da cobertura morta sobre o solo contribui para um aumento na produção de biomassa seca da parte aérea das plantas comparada a ausência de cobertura, aumentando progressivamente com o tempo, sendo considerada, portanto uma prática que se adotada trará benefícios ao sistema.

Com relação aos efeitos das leguminosas sobre as características químicas do solo, observou-se que a tefrósia contribuiu com um aumento dos teores de fósforo do solo. As alturas de poda de 50 e 100 cm não influenciaram a disponibilidade dos demais nutrientes entre as espécies neste estudo. A retirada da cobertura morta contribui para um aumento nos teores de cálcio e magnésio das plantas comparado a existência de cobertura. Entretanto, o uso da leguminosa tefrósia elevou os teores e a saturação de alumínio, além de aumentar a acidez do solo, indicando, portanto uma tendência que esta espécie apresenta em aumentar os problemas de acidificação do solo.

Com relação aos efeitos das alturas de poda de 50 e 100 cm na concentração e acúmulo de nutrientes pelas plantas, observou-se que a altura de 100 cm contribuiu com a maior absorção e acúmulo de nutrientes para a tefrósia, sendo considerada a mais indicada para esta espécie. Para a flemíngia a altura mais recomendada é a de 50 cm por ter contribuído com uma maior concentração de nutrientes na biomassa da parte aérea desta espécie. Comparando-se as espécies, observa-se uma maior concentração de nutrientes na tefrósia, enquanto o maior acúmulo foi encontrado na flemíngia.

A altura de 20 cm propiciou uma maior concentração de todos os macronutrientes na tefrósia, que também apresentou o maior acúmulo de N, P e K e Ca, enquanto a flemíngia se destacou com o maior acúmulo de Mg.

O uso da prática da cobertura morta contribuiu com o aumento da concentração e acúmulo de nutrientes pelas leguminosas, evidenciando sua grande importância na manutenção dos nutrientes no ecossistema, que passam a ser imobilizados pela biomassa das leguminosas, evitando-se conseqüentemente sua perda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. Boletim Técnico n.3. 3ª ed. 1998. 35p.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. New York: John Wiley & Sons. 1961. 453p.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. de.; BARROS, N.F. de.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação/RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., editores. Viçosa, MG, 1999.

AMADALO, B.; JAMA, B.; NIANG, A.; NOORDIN, Q.; NYASIMI, M.; PLACE, F.; FRANZEL, S.; BENIEST, J. Improved fallows for western Kenya: an extension guideline. Nairobi: World Agroforestry Centre. 2003. 56p.

ANDERSON, J.M.; SPENCER, T. **Carbon, nutrient and water balances of tropical rainforest ecosystems subject to disturbance: management implications and research proposals**. Paris: UNESCO. 1991. 95p.

ANDERSSON, J. Possible Strategies for Sustainable Land Use in the Hilly Area of Northern Vietnam. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Division of Agricultural Hydrotechnics, S-750 07 Uppsala, Sweden. 2002.

ANDREUX, F. **Humus in world soils**. In: PICCOLO, A. (Ed.). Humic Substance in terrestrial ecosystems. Amsterdam: Elsevier, p.45-100. 1996.

ANON. **Economic Pastures**. Their Establishment and Development in N.S.W. and Queensland. (Anderson Seeds Pty. Ltd., Summer Hill, N.S.W.). 1964. 56p.

ASARE, E.O.; SHEHU, Y.; AGISHI, E.A. **Preliminary studies on indigenous species for dry season grazing in the Northern Guinea Savanna Zone of Nigeria**. Trop. Grasslands, v.18, n.3, p.148-152. 1984.

ASARE, E.O. Effects of frequency and height of defoliation on forage yield and crude protein content of *Flemingia macrophylla*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND

CONGRESS, XV, 1985, Kyoto. Proceedings of the XV International Grassland Congress, Japan., August 24-31.1985.

BANFUL, B.; DZIETROR, A.; OFORI, I.; HEMENG, O.B. Yield of plantain alley cropped with *Leucaena leucocephala* and *Flemingia macrophylla* in Kumasi, Ghana. **Agroforestry Systems**, v. 49, p. 189-199. 2000.

BAIJUKYA, F.P.; RIDDER, N. de; GILLER, K.E. Managing Legume Cover Crops and their Residues to Enhance Productivity of Degraded Soils in the Humid Tropics: A Case Study in Bukoba District, Tanzania. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 73, n. 1/setember, p. 75-87. 2005.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, F.M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.10, p. 1287-1293. out/2001.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica.** In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p.9-26. 1999.

BERGO, C. L.; PACHECO, E.P.; MENDONÇA, H. A. de; MARINHO, J. T. de S. Avaliação de espécies de leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amaz.**, Manaus, v.36, n.1, 2006.

BINH, D.V.; TIEN, N.P.; MUI, N.T. **Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility.** Proceeding on Workshop of Animal Nutrition Science Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, pp.137. 1998.

BONETTI, R. Efeito de micorrizas vesiculares arbusculares na nodulação, crescimento e absorção de fósforo e nitrogênio em siratro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 189-192. 1984.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.91-98. 1990.

BRASIL, E.C. Sistema de cultivo em faixas como alternativa ao sistema tradicional de agricultura (shifting cultivation): primeiras experiências no nordeste paraense. In:

Mesa Redonda sobre recuperação de solos através do uso de leguminosas. Belém, p. 9-26. 1992.

BRASIL, E.C.; LIMA, J. B. L. e SAMPAIO, A. W. Cobertura morta de leguminosas no controle de ervas invasoras em sistema de cultivo em faixas (alley cropping). Belém: Embrapa - CPTU, boletim de pesquisa, n.137, 1992. 18p.

BULDEMAN, A. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical conditions. **Agroforestry Systems**, v. 7, p. 33-45. 1988.

BULDEMAN, A. Royal Tropical Institute. NFT Highlights: **A quick guide to useful nitrogen fixing trees from around the world**. p.89-104. 1989.

BURGER, D.; BRASIL, E.C. Production of organic fertilizers in the alley cropping sistem. In: Studies on the utilization and Conservation of soil in the eastern Amazon Region. Final Report of the Agreement between EMBRAPA-CPATU-GTZ. Technical Cooperation Federal Republic of Germany, Eschborn. 1991. 281p.

CADISCH, G.; GILLER, K.E. Driven by nature. Plant litter quality and decomposition. CAB International. 1997.

CAMARGO, F.A.O.; SANTOS, G.A.; GUERRA, J.G.M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p.27-40. 1999.

CANTO, A. C. Importância ecológica do uso de leguminosas como plantas de cobertura em guaranazais no Estado do Amazonas. 1989. 121f. Tese (**Doutorado em Ecologia**) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus.

CANTO, A.C. Avaliação de leguminosas de cobertura no estado do Amazonas. **Revista Universidade do Amazonas**. Série: Ciências Agrárias, v.1, n.2, p.49-61, jul/dez. 1992.

CHENG, B.T. Soil organic matter as a plant nutrient. In: Symposium on Soil Organic Matter Studies, v.1, Vienna. Soil organic matter studies. Austria: IAEA, p.31-39. 1977.

CORPOICA. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr: espécie multipropósito. Florência, Seccional Caquetá, n.10, 1998. 6p.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. de. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. **In:** SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p.197-225. 1999.

CRUZ, E. de S. Adubação verde na Amazônia. **In:** Encontro Nacional sobre Adubação verde, 1, 1983, Rio de Janeiro. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p.315-320. 1984.

DALAL, R.C.; MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soil under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland: II. Total organic carbon and its rate loss from soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.24, p.281-292, 1986.

DALZELL, H.W., BIDDLESTONE, A.J., GRAY, K.R., THURAIRAJAN, K. **Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO Soils Bulletin 45). 1987. 179p.

DEON, L.; SOUZA, N. **Adubação orgânica – adubação verde**. Ediouro – SP, p. 79-116. 1989.

DINH, D.V.; TIENM N.P.; MUI, N.T. Study on biomass yield and quality of *Flemingia macrophylla* and on soil fertility. Proceeding on Workshop of Animal Nutrition Science, Ministry of Agriculture and Rural Development, Vietnam, pp.137. 1998.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. **In:** Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997. Rio de Janeiro: CDROM... Rio de Janeiro: SBCS, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, n. 1). 1997. 212p.

EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, Am). Boletim Agrometeorológico: EMBRAPA-CPAA, 1998, 23p.

FAGERSTROM, M.H.H.; NOORDWIJK, M.V.; PHIEN, N. T.; NGUYEN, C.V. Innovations within upland rice-based systems in northern Viet Nam with *Tephrosia candida* as fallow species, hedgerow, or mulch: Net return and farmer's response. **Agric. Ecosys. Enviroment**, in press. 2001.

FAGERSTROM, M.H.H.; NILSON, D.I.; NOORDWIJK, M.V.; PHIEN, N. T.; OLSSON, M.; HANSSON, A.; SVENSSON, C. Does *Tephrosia candida* as fallow species, hedgerow or mulch improve nutrient cycling and prevent nutrient losses by erosion on slopes in northern Viet Nam? **Ecossystems and Environment**, v.90, p.291-304. 2002.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos com ênfasis em solos de América Latina**. 2. ed. San José: IICA, (Colección Libros e materiales educativos/ IICA, n.81).1987. 420p.

FIALHO, J.F.; BORGES, A.C.; BARROS, N.F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade microbiana de um latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.21-28. 1991.

GICHURU, M.P. Residual effects of natural bush, *Cajanus cajan* and *Tephrosia candida* on the productivity of an acid soil in southeastern. **Plant and Soil**, v. 134, n. 1/july, p. 31-36. 1991.

GILLET, J.B.; POLHILL, R.M.; VERDCOURT, B. **Flora of tropical East Africa (E.T.A.) leguminosac, part 4, sub-family Papilionoideac (2)**. Crown agents for Overseas Governments and Administrations, London, U.Y- Int. Pigeonpea Newsletter. 1985. A survey for offseason survival of pigeonpea podfly around Panthagar, India, v.4, p.53-54. 1971.

GOMES, T. C. de A.; LUNZ, A M. P. Efeito de espécies leguminosas sobre a sustentabilidade de sistemas agroflorestais. Pesquisa em andamento, n. 110, p. 1-4, out/1997.

GOMES, T.C. de A. ; MORAES, R.N. de S. **Recomendações para o plantio de espécies leguminosas para o manejo de solos no Acre**. 1997. Embrapa. Rio Branco, Acre. (EMBRAPA ACRE. Comunicado Técnico, 77). 3p.

GREENLAND, D.J.; WILD, A.; ADAMS, D. Organic matter dynamics in soils of the tropics from myth to complex reality. In: LAL, R. (Ed.). Myths and science of soils of the tropics. Madison: ASA/SSSA. p.17-33. 1992.

GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; LUIZÃO, F.J.; NUNES, N.; RODRIGUES, M.R.L.; AMBLARD, P.; TESSIER, D. **Effects de La deforestation et des cultures sur La structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne**. Cahiers d'Etudes et de Recherches. Francophones: Agricultures, Montrouge, v.2, n.1, p. 36-37. 1993.

IGUE, K.; ALCOVER, M.; DRSPSCH, R.; PAVAN, M. A.; MELLA, S. C. e MEDEIROS, G. B. Adubação orgânica. IAPAR/GTZ - informe da pesquisa n.59. p.1-20. 1984.

IKPE, F.N.; OWOEYE, L.G.; GICHURU, M.P. Nutrient recycling potential of *Tephrosia candida* in cropping systems of southeastern Nigéria. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67: p.129–136. 2003.

INTERNATIONAL LEGUME DATABASE & INFORMATION SERVICE (ILDS). 2005. Disponível em: www.ilds.org. Acesso em: 01.09.2007.

JAIYEBO, E.O.; MOORE, A.W. Soil fertility and nutrient species for soil management in different soil vegetation systems in tropical rainforest environment. **Trop. Agric.**, v. 41: p.129–136. 1964.

KEOGHAN, J. Smailholder Cattle Development Project Indonesia: Report of the Forage Consultant. Department Pertanian Direktorat Jendral Peternakan Proyek Pengembangan Petani Temak Kecil. Jakarta, Indonesia. 1987.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal** (tradução). São Carlos: Rima. 2000. 531p.

LAPOINTE, S.L. Leguminous cover crops and their interactions with Citrus and *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera:Curculionidae). **Florida Entomologist**, v. 86, p.80-85. 2003.

LITTLE T.M.; HILLS F.J. **Agricultural experimentation**. John Wiley and Sons, New York. pp. 350. 1978.

LOPES, O.M.N. Feijão de porco: Leguminosa para adubação verde e cobertura de solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 4p. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações Básicas, 37).

LOPES, O.M.N.; RODRIGUES, T.E.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de. Determinação de perdas de solo, água e nutrientes em Latossolo Amarelo, textura argilosa no nordeste paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, boletim de pesquisa n.19, 1999. 36p.

LUIZÃO, R.C.C.; LUIZÃO, F.J. Littera e biomassa do solo no ciclo da matéria orgânica e nutrientes em terra firme na Amazônia Central. **In:** VAL, A.L.; FIGLIUOLO, R.; FELDBERG, E., ed. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas. Manaus:INPA, v.1, p.65-75. 1991.

MAFONGOYA, P. L.; KUNTASHULA, E. Participatory evaluation of Tephrosia species and provenances for soil fertility improvement and other using farmer criteria in Eastern Zâmbia. **Experimental agriculture**, London, v. 41, p. 69-80. 2005.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. rev.atual. São Paulo: Ceres. 1989. 249p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. POTAFOS: Piracicaba. 1997. 319p.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil**, v. 159, p. 89-102. 1994.

MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. 2 ed. Porto Alegre: Gêneses. 2004. 290p.

MIYASAKA, S. Histórico de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. **In:** Encontro Nacional sobre Adubação Verde, Rio de Janeiro. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p.64-123. 1984.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do autor. 1991. 337p.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Variação das propriedades químicas e físicas do solo e na matéria orgânica em agroecossistemas da Amazônia Ocidental (Amazonas). Relatório de Pesquisa. Piracicaba: CENA/USP, 2002. 79p.

MÜLLER, N.R.M.; MÜLLER, A.A.; OLIVEIRA, R.P. Uso de leguminosas para produção de biomassa. **In:** Mesa Redonda sobre Recuperação de solos através do

uso de leguminosas, 1991, Manaus. Trabalhos e recomendações. Belém: EMBRAPA-CPATU/GTZ, p.111-120. 1992.

NEME, N. A. Leguminosas para adubos verdes e forragens. Instituto agrônomo de Campinas - SP, boletim n.109, 1961. 24p.

NYE, P.H.; GREENLAND, D.J. The Soil under Shifting Cultivation. Technical Communication n. 51. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, UK. 1960.

MUI, N.T.; LEDIN, I., UDÉN, P.; BINH, D.V. Effect of replacing a rice bran-soya bean concentrate with Jackfruit (*Artocarpus hererophyllus*) or Flemingia (*Flemingia macrophylla*) foliage on the performance of growing goats. **Livestock Production Science** v. 72 (2001), p. 253-262. 2002.

OLIVEIRA, A.P. de. Efeitos do manejo de leguminosas sobre características físicas e o carbono orgânico total num Latossolo Amarelo, em Manaus – Am. 2005. 34p. **Dissertação de mestrado** (Mestrado em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas.

OSTERROHT Von, M. **O que é adubação verde: princípios e ações.** In: Agroecologia Hoje. Ano II, n.14, p.9-11, mai/jun. 2002.

PARTON, W.J., SCHIMEL, D.S., COLE, C.V., OJIMA, D.S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains Grasslands. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.51, p.1173-1179, 1987.

PERIN, R.; CÔRREA, J. C.; CRAVO, M. S.; CANTO, A. C.; MATOS, J. C. S. Desempenho produtivo de leguminosas arbustivas de múltiplo uso com baixos níveis de fósforo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 22, Manaus, 1996. **Anais...** Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 456-457. 1996.

PICCOLO, A. Humus and soil conservation. In: PICCOLO, A. (Ed.). Humic substances in terrestrial ecosystems. Amsterdam: Elsevier, p.225-264, 1996.

RAZILL, Y.A.E. Evaluation of tropical forage legumes under Pinas caribea var. *Hondurensis* in Costa Rica, Turrialba. **Agrof. Syst.** 5: p.97-108. 1987.

REINERT, D.J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. **In:** Dias, L.E.; Vargas, J.W.M. (Eds). Recuperação de áreas degradadas. Soc. Bras. Recup. de Áreas Degradadas, Viçosa. p.163-176. 1998.

RODER, W.; MANIPHONE, S. Shrubby legumes for fallow improvement in northern Laos: establishment, fallow biomass, weeds, rice yield, and soil properties. **Journal Agroforestry Systems**, v. 39, n. 3/december, p. 291-303. 1998.

RODRIGUES, T.E.; REIS, R. S. MORIKAWA, L. K.; FALESI, I. C. e SILVA, B. N. R. da. Levantamento Detalhado dos Solos do IPEAAOc. Manaus, IPEAAOc. (IPEAAOc, Boletim Técnico n. 3). 1972. 63p.

RODRIGUES, M.R.L.; GARCIA, T.P.; SEIXAS, R.M.A.; HÖFER, H. Uso e manejo de leguminosas em agroecossistemas na Amazônia Central. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. Ribeirão Preto – São Paulo, 2003.

SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley, 1976. 618p.

SCHOENINGH, E.; BURGER, A.; STOLBERG-WERNIGERODE, A.G.Z.; LENTHE, H.R. The effects of mulch in "Latossolo Amarelo" of the eastern Amazon Region. **In:** Studies on the utilization and conservation of soil in the Eastern Amazon Region. Final Report of the Agreement between EMBRAPA-CPATU-GTZ. Eschborn, Federal Republic of Germany, p. 181-197.1991.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 235p.

SKERMAN, P.J. **Tropical forage legumes**. Rome, FAO, 1977. 669p.

SMITH, T.J.; OLIVEIRA, L.A.; CRAVO, M.S. Management of greenmanure nitrogen on Oxisols at Manaus, Brazil. **In:** Tropisoils Technical Report, 1985-1986. p. 111-113. 1987.

SOUZA, N.R.; SOUZA, A. das G. C. de.; SILVA JÚNIOR, J.P. da. 1998. Sistemas de produção agrofrutíferos para ecossistema de terra firme. Boletim de Pesquisa em andamento, n.54, p.1-3, dez/1998.

STANLEY, T. D. AND ROSS., E.M. Flora of South-eastern Queensland, v.1, Brisbane, Queensland Department of Primary Industries. 1983.

SYKES, W. R. Contributions to the flora of Niue. New Zealand Department of Scientific and Industrial Research Bulletin n.200, 1970. 160p.

TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n.1, p.107-114. 1992.

TIAN, G.; BRUSSAARD, L.; KANG, B.T. Biological effects of plant redidues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: effects on soil fauna. **Soil biol. Biochem.**, 25(6): p.731-737. 1993.

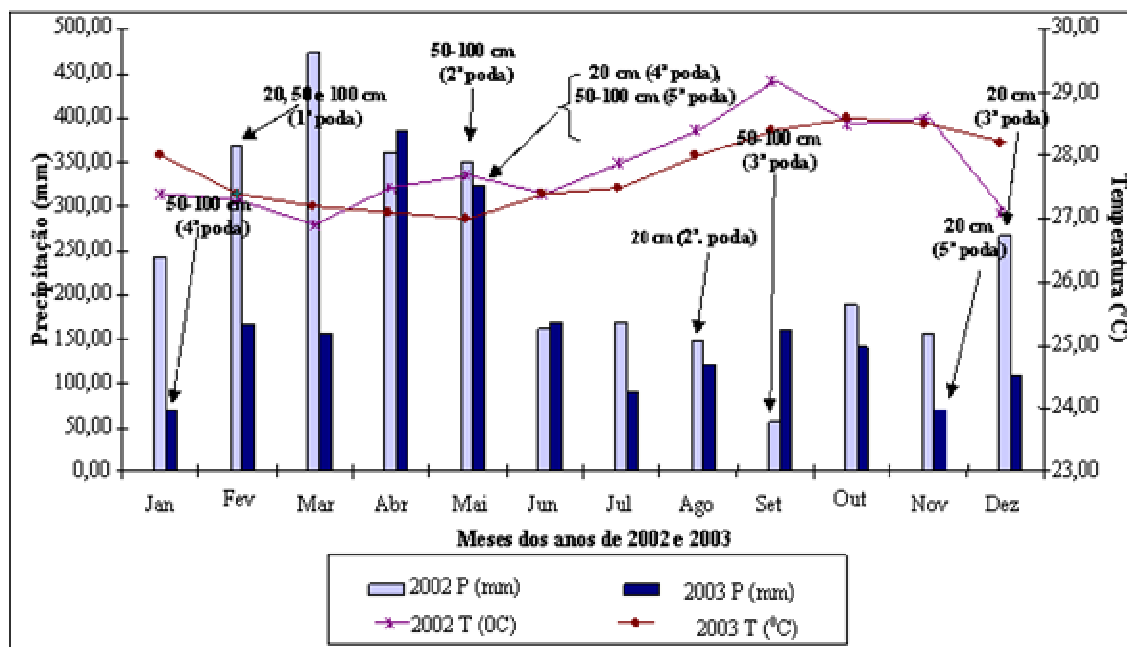
TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Effect of mulch quality on earthworm ctivity and nutrient supply in the humid tropics. **Soil Biol. Biochem.**, 29(3/4): p.369-373. 1997.

ZECH, Z., SENESI, N., GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p.69-116. 1997.

WHITE, R.O.; NILSSON-LEISSNER, G.; TRUMBLE, H.C. **Las leguminosas en la agricultura**. Yugoslavia: FAO – Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 1968. 405p.

ANEXOS

Anexo 1. Temperatura média mensal em (°C) e precipitação pluviométrica em (mm), durante a realização das coletas das leguminosas (anos 2002 e 2003), realizadas no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA.



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)