



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

DANIELA CONCEIÇÃO DE JESUS SOUZA

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
LEGUMINOSAS**

MACAPÁ
2015

DANIELA CONCEIÇÃO DE JESUS SOUZA

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
LEGUMINOSAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais

Orientador: Dr. Wardsson Lustrino Borges

Co-orientador: Dr. José Júlio Toledo

MACAPÁ
2015

FICHA CATALOGRÁFICA



CERTIDÃO

Certificamos para os devidos fins que os professores abaixo discriminados participaram como avaliadores de banca de avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “*Desenvolvimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em leguminosas*”, apresentado pelo/a acadêmico/a *Daniela Conceição de Jesus Souza*, do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, dia 27 de Março de 2015.

Banca examinadora:

Dr. Wardsson Lustrino Borges - Embrapa Amapá (Presidente) _____

Prof. Me. Arialdo Martins da Silveira Júnior – UNIFAP/Membro _____

Me. Mateus Francisco Pagliarini -INCRA /Membro _____

Macapá, 27 de Março de 2015.

Prof. Dr. Sávio Luis Carmona dos Santos
Coordenador do Curso de Ciências Ambientais
Portaria: 1707/2014-UNIFAP

COORDENAÇÃO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS
Coordenadora: Prof. Dr. Sávio Carmona
e-mail: cienciasambientais@unifap.br
Contato: (96) 3312 1825

CAMPUS MARCO ZERO DO EQUADOR
Rod. Juscelino Kubitschek, s/n – Km 02 Jardim Marco Zero do Equador.
CEP 68903-419. Macapá-AP www.unifap.br

CIÊNCIAS AMBIENTAIS É UMA CIÊNCIA DA SUSTENTABILIDADE

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM LEGUMINOSAS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em: 27/03/2015

Dr. Wardsson Lustrino Borges
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá
Orientador

Msc. Arialdo Martins da Silveira Júnior
Universidade Federal do Amapá-UNIFAP
Membro Titular

Msc. Mateus Francisco Pagliarini
Instituto de Colonização e Reforma Agrária – Incra AP
Membro titular

DEDICATÓRIA

Eu, Daniela Souza dedico este trabalho ao meu amado filho Vinícius Jesus Souza de Matos, que é meu incentivo e que me faz acreditar e segui em frente. Ao meu amado pai Antonio da Gama, um homem de carater e que sempre buscou o melhor para a familia. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela presença e força para resistir às dificuldades, e por ter permitido mais esta conquista.

Aos meus pais Marlene Conceição de Jesus Souza e Antonio da Gama Souza pelo amor incondicional, incentivando e sempre acreditando em minha capacidade. Esta conquista é nossa!

Ao meu filho Vinícius Jesus Souza de Matos pela presença em minha vida.

Ao meu companheiro e amigo Edmilson de Matos pelo amor, incentivo e principalmente paciência nos momentos de estresse.

A Embrapa Amapá e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológicos (CNPq) pela disponibilização de infra-estrutura, apoio logístico e financiamento do projeto de Transferência de tecnologia (MP4) 04.14.00.001.00.00, “Implementação de Núcleo de Estudo em Agroecologia e Produção Orgânica na Universidade Federal do Amapá (NEA-AP)”.

Ao meu orientador Wardsson Lustrino Borges que coordenou e encaminhou a realização do experimento, pela disponibilidade nas orientações, a ajuda quando era imprescindível e a extrema paciência. Serei eternamente grata.

Aos técnicos do Campo Experimental da Fazendinha que sempre estiveram prontos para ajudar.

As estagiárias Danielle Miranda de Souza Rodrigues e Rayane da Mota Rios pelas contribuições.

Ao meu co-orientador José Julio Toledo pela dedicação e as contribuições ao trabalho. Minha admiração.

A banca examinadora Msc. Arialdo Martins e Msc. Mateus Pagliarini pelas contribuições ao trabalho.

Aos professores do colegiado de Ciências Ambientais pelos ensinamentos acadêmicos e da vida, onde muitos foram grandes amigos.

Aos amigos de sala Carla Aguiar, Luciane Fernandes, Marcus Furtado, Wermeson Barbosa, Ranyelle Coutinho que foram os companheiros de caminhada nos quatro anos de curso.

A minha família: Jesus e Gama pelo qual amo a todos.

Enfim, a todos que contribuíram direta e indiretamente a esta pesquisa.

RESUMO

SOUZA, D. C. J. **Desenvolvimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em leguminosas.** 2015. 29 p. Monografia (TCC em Agroecologia) – Coordenação do Curso de Bacharel em Ciência Ambientais, Universidade Federal do Amapá.

A adubação verde contribui para o aumento do teor de matéria orgânica, aumento da capacidade de troca catiônica do solo e com a ciclagem de nutrientes, sendo uma opção de baixo custo para pequenos produtores rurais. A formação de ácidos orgânicos e a diminuição dos teores de alumínio trocável são alguns dos fatores que contribuem para o melhor aproveitamento dos nutrientes. As leguminosas são amplamente utilizadas como adubo verde, pois possuem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias do solo fixadoras de nitrogênio. No entanto, na Amazônia oriental ainda não existem estudos que determinam as espécies de leguminosas mais adequadas para as condições edafoclimáticas locais. O objetivo deste estudo foi de avaliar a capacidade de cobertura do solo, o acúmulo de biomassa e de nutrientes em quatro espécies de leguminosas: *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*; *Crotalaria ochroleuca* e *Cajanus cajan*. A cobertura de solo foi mensurada através de um gride e o acúmulo de biomassa e nutrientes onde foi avaliado em duas coletas. A leguminosa *mucuna pruriens* obteve a maior porcentagem de cobertura de solo, e a espécie *Crotalaria ochroleuca* apresentou o maior valor de matéria seca de folhas, ramos e parte aérea.

Palavras-chaves: Agroecologia; Fixação biológica de nitrogênio, Amazônia oriental.

ABSTRACT

SOUZA, D. C. J. **Growth and nutrients accumulation in legumes**. 2015. 29 p. Monograph (TCC in Agroecology) - Coordination of Bachelor's Course in Environmental Science, Federal University of Amapá.

The green manure is a low-cost option and contributes to both soil organic matter content and capacity of the soil exchange increase. The organic acids formation and decrease in aluminum content are some of the factors that contribute to the better utilization of nutrients. Legumes are widely used as green manure, because they have the ability to fix atmospheric nitrogen in symbiosis with soil bacteria fixing nitrogen. However, in the eastern Amazon there are no studies that determine the species of legumes more appropriate to edaphic and climate conditions. The objective of this study was to evaluate the soil cover capacity, the accumulation of biomass and nutrients in four legume species: *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*; *Crotalaria ochroleuca* and *Cajanus cajan*. The soil cover was measured by using a gride and biomass and nutrients accumulation were evaluated in two collections. *Mucuna pruriens* had the highest soil cover, and the *Crotalaria ochroleuca* had the highest amount of biomass and nutrients.

Keywords: Agroecology; Biological fixation of nitrogen, Eastern Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Semeadura das leguminosas <i>C. cajan</i> , <i>M. pruriens</i> , <i>C. juncea</i> e <i>C. ochroleuca</i>	8
Figura 2 - Avaliação da taxa de cobertura do solo utilizando gride.....	9
Figura 3 - Ilustração da primeira coleta.....	11
Figura 4 - Ilustração do procedimento de coleta e demarcação da área útil na parcela.	11
Figura 5 - Procedimentos após coleta (A- separação dos compartimentos folhas e ramos, B- material secando na estufa de circulação forçada de ar, C- material sendo pesado, D- material sendo moído para análise de tecido).....	12
Figura 6 - Cobertura do solo proporcionada pelas quatro espécies de leguminosas avaliadas durante 68 dias de cultivo no campo experimental da Embrapa Amapá, Macapá, AP.....	13
Figura 7 - Leguminosas 57 dias após plantio (A- <i>Mucuna pruriens</i> , B- <i>Crotalaria ochroleuca</i> , C- <i>Crotalaria juncea</i> , D- <i>Cajanus cajan</i>).....	14
Figura 8 - Massa seca das folhas, ramos e parte aérea aos 68 dias após plantio observados para as quatro espécies de leguminosas avaliadas no campo experimental da Embrapa Amapá, Macapá-AP.....	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Agroecologia	3
2.2 Adubação verde com leguminosas	4
2.3 Leguminosas: guandu (<i>Cajanus cajan</i>), mucuna preta (<i>Mucuna pruriens</i>), crotalaria juncea (<i>Crotalaria juncea</i>) e crotalaria ochroleuca (<i>Crotalaria ochroleuca</i>).....	6
2.3.1 Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	6
2.3.2 Mucuna preta(<i>Mucuna pruriens</i>).....	6
2.3.3 Crotalaria juncea(<i>Crotalaria juncea</i>)	7
2.3.4 Crotalaria ochroleuca(<i>Crotalaria ochroleuca</i>).....	7
3 METODOLOGIA.....	8
3.1 Plantio.....	8
3.2 Cobertura do solo	9
3.3 Avaliação de acúmulo de biomassa e nutrientes	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

Com a industrialização da agricultura a partir do século XIX observou-se incremento significativo no uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade produzidos por processos industriais. Paralelamente, houve uma redução no uso da adubação verde. A intensificação dos cultivos e aumento do uso de fertilizantes industriais causa danos ambientais e a saúde humana. Por conta destes danos e a tendência mundial pela busca de alimentos mais saudáveis atualmente tem-se o interesse de uma produção mais sustentável que use cada vez menos produtos industrializados na produção agrícola, e uma das alternativas seria a volta da prática da adubação verde.

A adubação verde é uma prática agrícola que aumenta a capacidade produtiva do solo, recupera os solos esgotados, melhora expressivamente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, pois proporciona aumento no teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions, da disponibilidade de macro e micronutriente e redução na compactação do solo (SAGRILO et al., 2009).

No Brasil a adubação verde vem sendo utilizada há muitos anos com resultados satisfatórios. Porém, apesar dos benefícios que a prática proporciona ao solo ainda é pouco utilizada por produtores, possivelmente pelo desconhecimento sobre como adotar, os benefícios que a mesma pode proporcionar ao solo, sobre a redução da necessidade de aquisição de insumos externos à propriedade, reduzindo o custo da produção. Mas sobre tudo, o maior desafio é mudar a mentalidade do agricultor que já tem conhecimento sobre a técnica, porém não quer plantar o que não vai colher.

Muitas são as espécies usadas como adubos verdes, porém as leguminosas são as principais plantas utilizadas para esta finalidade. A principal vantagem da utilização de leguminosas para a adubação verde seria a diminuição da quantidade de nitrogênio aplicado no solo pela adubação química, pois estas plantas têm a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico através de simbiose com bactérias do solo, genericamente chamadas de rizóbio, enriquecendo o solo com esse macronutriente.

Os adubos verdes podem ser utilizados principalmente sobre a forma de pré-cultivo quando utilizados antes ou depois de uma cultura para melhorar o solo para a cultura que será plantada em seguida, podendo também servir de cobertura morta para proteção do solo. A outra utilização seria em consórcio onde pode ocorrer o plantio conjunto da cultura de interesse econômico e o adubo verde, quando feito o corte e a deposição do material sobre o solo fornecera nutrientes a cultura.

Na região Amazônica, em especial no estado do Amapá, onde predominam temperaturas elevadas, alto índice pluviométrico e escassez de chuva no período seco, o uso de adubo verde pode proteger o solo evitando o impacto direto das chuvas e criando-se um ambiente favorável para as atividades biológicas e retenção de água quando combinada com o uso de cobertura morta do solo.

Diante disso, a adubação verde se torna alternativa para a sustentabilidade da agricultura, podendo ser introduzida nos sistemas de produção da agricultura familiar na região da Amazônia Oriental, visto que é uma prática com baixo custo. No entanto, embora a prática da adubação verde já seja bastante conhecida e estabelecida, é importante salientar que as diferentes espécies utilizadas apresentam variações quanto ao crescimento, tanto da parte aérea quanto da raiz, velocidade de cobertura do solo, taxa de decomposição, bem como quanto ao acúmulo de nutrientes. Estas diferenças podem ser acentuadas em condições edafoclimáticas específicas. Desse modo, destaca-se a importância de se avaliar estas variáveis para diferentes espécies visando sua correta recomendação para os diferentes sistemas de produção.

Neste estudo, objetivou-se avaliar a cobertura do solo e o acúmulo de biomassa e de nutriente sem quatro espécies de leguminosas: guandu (*Cajanus cajan*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*) e crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*).

2REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agroecologia

Inicialmente os agricultores utilizavam conhecimentos que respeitavam as leis da natureza, como a rotação de culturas, a adubação verde e a integração entre atividades de produção vegetal e animal (ASSIS, 2006) e mantinham uma convivência harmônica com o meio ambiente. Porém no final do século XIX essa maneira de produção foi sendo gradativamente modificada com as descobertas científicas em especial da química agrícola e da mecânica. Estas descobertas levaram a um aumento significativo da produtividade, permitindo que o nível de adoção destas novas tecnologias fosse aumentado sobremaneira, no entanto, os agricultores se tornaram cada vez mais dependentes dos insumos vindos de fora da propriedade (SAGRILO et. al, 2009).

Este modelo de agricultura tornou-se cada vez mais dominante, pois a química agrícola surgia como uma possibilidade de eliminar o problema do esgotamento dos solos provocados pela monocultura e solucionar o problema da fome mundial. Este modo de produção chegou ao auge no período conhecido como “Revolução Verde” onde aumentos inequívocos de produtividade foram alcançados (CAPORAL; COSTABEBER, 2002).

A partir da década de 60, começaram a serem identificados sérios problemas decorrentes da adoção de práticas agrícolas relacionadas à “Revolução Verde”, desta forma, diversos grupos de agricultores e profissionais da área rural passaram a propor a adoção de práticas que favorecessem os processos biológicos, contrapondo ao modelo agrícola da “Revolução Verde” (SAGRILO et al., 2009).

Dentre os problemas advindos com a revolução verde podemos citar a contaminação do solo, ar e água, desequilíbrio dos ecossistemas naturais e produtivos, perda da qualidade do solo, proliferação de pragas e doenças, diminuição da qualidade e expectativa de vida, maiores custos na produção devido à dependência dos produtos externos, concentração fundiária.

No Brasil, agressões à natureza são observadas desde o período colonial. No entanto, foi o processo de modernização da agricultura, no contexto da “Revolução Verde”, que provocou o surgimento de problemas ecológicos considerados mais graves (ASSIS,2006). As críticas ao processo de modernização da agricultura no Brasil começaram a ganhar força no final da década de 70 e início da década de 80, influenciadas por discussões e movimentos de oposição ao padrão tecnológico moderno (LUZZI, 2007).

A agroecologia, atualmente considerada a base científica para esses movimentos, contrapondo a mecanização da agricultura, surge como consequência de uma busca de suporte teórico para as diferentes correntes de agricultura alternativa e, como resposta aos críticos desses movimentos, que citavam estes modelos como uma tentativa de volta ao passado na agricultura (ALTIERI, 1987; ASSIS, 2006).

Segundo Hecht (2002) o uso do termo Agroecologia é datada de 1970, no entanto a ciência e a prática da agroecologia têm a idade da própria agricultura. Para Altieri (1989) apud SAGRILLO et al. (2009), a agroecologia é uma ciência emergente que estuda os agroecossistemas integrando conhecimentos de agronomia, ecologia, economia e sociologia. Para Guzmán (2002) a Agroecologia não pode ser uma ciência, pois incorpora o conhecimento tradicional que por definição não é científico. No entanto, para Feiden (2005), a agroecologia é uma ciência em construção com características transdisciplinares integrando conhecimentos de diversas outras ciências e incorporando inclusive, o conhecimento tradicional.

A utilização de modelos agroecológicos de produção apresenta-se como importante instrumento para o desenvolvimento de agricultores familiares, pois estes se adaptam mais facilmente a realidade desses produtores, especialmente os de menor nível de capitalização (ASSIS, 2006). A agroecologia apesar de um termo novo é praticada há muitos anos pelos produtores familiares como uma forma sustentável de produção.

A produção familiar é o que apresenta melhor condição de se ajustar as práticas agroecológicas, não que se determine a inviabilidade de uma produção agroecológica por parte de grandes produtores, mas que esses tipos de sistemas possuem não só sérias restrições ao desenho de sistemas diversificados, como também grandes dificuldades ao atendimento das demandas sociais de um processo de desenvolvimento rural sustentável (ASSIS, 2006). Pois o que predomina nesse modo de produção é a elevação da produção e do lucro, deixando em segundo plano aspectos ambientais e sociais.

2.2 Adubação verde com leguminosas

A adubação verde é uma técnica agroecológica diferente das mais conhecidas, é utilizada pelos agricultores, em distintas regiões do mundo, para o enriquecimento do solo. No Brasil, a prática da adubação verde vem sendo utilizada há mais de 30 anos com excelentes resultados, sob as mais diversas condições de produção (CALEGARI, 2000).

Segundo Sagrilo et al. (2009) a adubação verde reassume um papel de destaque na mitigação, ou mesmo reversão dos problemas associados ao modelo de agricultura

convencional. Dentro dos benefícios têm-se o aporte de quantidades expressivas de biomassa, possibilitando elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos, como resultado, obtém-se aumento da capacidade de troca de cátions-CTC, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas do solo (ESPÍNDOLA et al.,2004).

Como o nitrogênio é um dos principais nutrientes necessário para o desenvolvimento das plantas e também o nutriente que mais tem sido estudado com relação ao efeito da adubação verde nas culturas de interesse econômico, tem-se a preocupação com a disponibilidade desse componente no solo, principalmente quando este solo se encontra em processo de transição para a agroecologia. Diante disso se torna indispensável que se inclua na adubação verde espécies de leguminosas, devido sua característica de fixação de nitrogênio atmosférico via simbiose com bactérias, acarretando na diminuição ou eliminação na aplicação de adubos nitrogenados (EMBRAPA, 2006).

Para que ocorra o enriquecimento do solo com nitrogênio é preciso que as leguminosas sejam incorporadas ao solo, preferencialmente após o florescimento e antes da frutificação, assim ocorrendo adição de grande quantidade de biomassa (SOUSA, 2011). Segundo Amado et al. (2002) a produção de biomassa de leguminosas utilizadas como adubo verde é influenciada pelas condições climáticas, edáficas e fitossanitárias e principalmente do seu desenvolvimento radicular em profundidade, ou seja, quanto mais o sistema radicular penetrar no solo maior será o volume de solo explorado, maior absorção de água e nutrientes, com isso maior produção de biomassa.

Para aumentar o transporte de Ca e Mg e neutralizar a acidez da camada subsuperficial do solo, a planta deve ser manejada antes do florescimento, isto por que nesta fase o processo de maturação dos tecidos das plantas diminui o teor de substâncias orgânicas responsáveis pelo transporte destes nutrientes e pela neutralização da acidez do solo (ANDRADE NETO, 2007).

Existem várias formas de utilização de leguminosas como fonte de nitrogênio para o solo, a mais comum é a sua utilização sob a forma de pré-cultivo, em que o adubo verde precede a cultura principal, que se beneficia posteriormente com a mineralização do nitrogênio (CASTRO et al., 2004). A outra forma de cultivo é o consorciado, onde a leguminosa é plantada nas entrelinhas da planta de interesse econômico (CASTRO et al., 2004).

De acordo com Silva e Menezes (2007) as espécies de leguminosas mais utilizadas fixam biologicamente o nitrogênio, produzem grandes quantidades de matéria seca e têm concentração elevada de nutrientes na parte aérea, possuem sistema radicular profundo e ramificado e têm fácil decomposição. Porém a grande questão é avaliar o comportamento,

adaptação, persistência, e exigência das leguminosas para este fim, para assim identificar espécies propícias para a utilização como cobertura viva do solo (SOUSA, 2011).

Com o uso de leguminosas para adubação verde, em combinação com o uso de adubos orgânicos (esterco e composto orgânico) pode-se eliminar parte ou totalmente o uso de fertilizantes nitrogenados e de agrotóxicos, quando combinado com técnicas agroecológicas que vise a eliminação de pragas. A adubação verde também pode reduzir a demanda de esterco e compostos orgânicos, geralmente utilizados como fonte de nitrogênio, pois estes podem apresentar preço elevado quando demandados em grande quantidade (PAULINO, 2008).

2.3 Leguminosas: feijão guandu (*Cajanus cajan*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*) e crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*)

2.3.1 *Cajanus cajan*

O *C. cajan* é uma leguminosa de porte ereto, com desenvolvimento inicial lento, ciclo predominantemente semi-perene, de múltiplos usos, como para adubo verde, alimentação humana e animal, quebra-ventos e comumente cultivada nas regiões tropicais e subtropicais. Adaptada a uma ampla faixa de precipitação, é resistente à seca, desenvolvendo-se mais adequadamente em temperaturas mais elevadas, sobretudo na faixa de 18° a 30°C, sendo obtidos, por ano, 8 a 12 t ha⁻¹ de matéria seca (WUTKE, 1993; FAHL et al., 1998; AMABILE et al., 2000).

O *C. cajan* é uma leguminosa que apresenta maior capacidade de absorção de fósforo, isso faz com que sejam indicadas para o uso na cobertura do solo, sendo capaz de melhorar a disponibilidade de fósforo e nitrogênio no solo (MOLTOCARO, 2007).

Moreira et al. (2003) obtiveram uma produtividade de 18,67 a 21,38 t ha⁻¹ de massa seca do *C. cajan*, manejado em 160 dias após plantio. Já Suzuki e Alves (2006) utilizando *C. cajan* obtiveram uma produção de massa seca de 6,46 t ha⁻¹

2.3.2 *Mucuna pruriens*

A *M. pruriens* é planta anual ou bianual, trepadora, de ampla adaptação, que pode atingir altura de 0,5 a 1,0 m, com potencial de produção de massa vegetal seca de 6 a 8 t ha⁻¹. Apresenta desenvolvimento vegetativo vigoroso e acentuada rusticidade, adaptando-se bem às condições de deficiência hídrica e de temperaturas altas, floresce e frutifica de maneira variável, essa

espécie o crescimento inicial é extremamente rápido e, aos 58 dias após a emergência, tem-se a cobertura de 99% da superfície do solo (AMABILE et al., 2000).

2.3.3 *Crotalaria juncea*

A *C. juncea* é planta anual, arbustiva, de crescimento ereto e determinado, podendo atingir de 3,0 a 3,5 m de altura, com potencial de produção de matéria seca em torno de 15 a 20 t ha⁻¹, com ampla adaptação às regiões tropicais e subtropicais, as plantas produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins (MATEUS, 2006).

No estudo de Andrade Neto (2007) estudando os efeitos de adubos verdes nas propriedades do solo, encontrou para *C. juncea* 3,35 t/ha¹ para massa seca da parte aérea. Já Lopes et al. (2005) encontraram 8,07 t/ha¹ para matéria seca.

2.3 *Crotalaria ochroleuca*

A *C. ochroleuca* é planta anual, de crescimento arbustivo ereto, que pode atingir 1,5 a 2,0 m de altura, desenvolve-se em solos quimicamente pobres e com baixos teores de matéria orgânica. Apresenta potencial produtivo de 7 a 10 t ha⁻¹ de matéria seca, podendo atingir valores de até 17 t ha⁻¹ (AMABILE et al., 2000).

3 METODOLOGIA

3.1 Plantio

O experimento foi desenvolvido no campo experimental da Embrapa Amapá localizado no Polo da Fazendinha, Macapá-AP (0°01'01.5107"S; 51°06'35.1888"W). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro leguminosas: feijão guandu (*Cajanus cajan*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*) e crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*). A semeadura ocorreu no dia 02/10/2014 (Figura 1), em parcelas com 12 m² (3 x 4 m), contendo 6 linhas por parcela no espaçamento de 0,5 m entre linhas, sem adubação (Figura 2). Utilizou-se, 10, 7, 40 e 20 sementes por metro linear para o *C. cajan*, *M. pruriens*; *C. ochroleuca* e *C. juncea*, respectivamente, a quantidade de sementes foi buscado nas recomendações na literatura.



Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 1 - Semeadura das leguminosas *C. cajan*, *M.pruriens*, *C.juncea* e *C.ochroleuca*

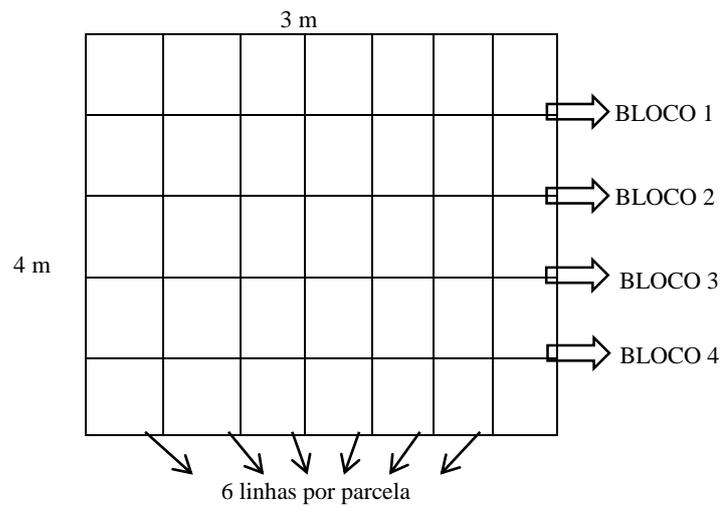


Figura 2- Ilustração da Parcela

3.2 Cobertura do solo

Foi realizado um total de 9 avaliações semanalmente, aos 1, 15, 22, 29, 36, 43, 53, 57 e 68 dias após o plantio, da cobertura do solo proporcionada pelas espécies. As avaliações foram realizadas com auxílio de um gride de 1 x 1m, com 100 interseções (Figura 3). Para isso, o gride foi colocado sobre o estande de plantas e contado o número de interseções onde ocorria contato entre a malha do gride e as plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), considerando parcelas subdivididas no tempo e teste de média para as espécies (Tukey) e análise de regressão para as épocas de avaliação da cobertura do solo. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar.



Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 3- Avaliação da taxa de cobertura do solo utilizando gride.

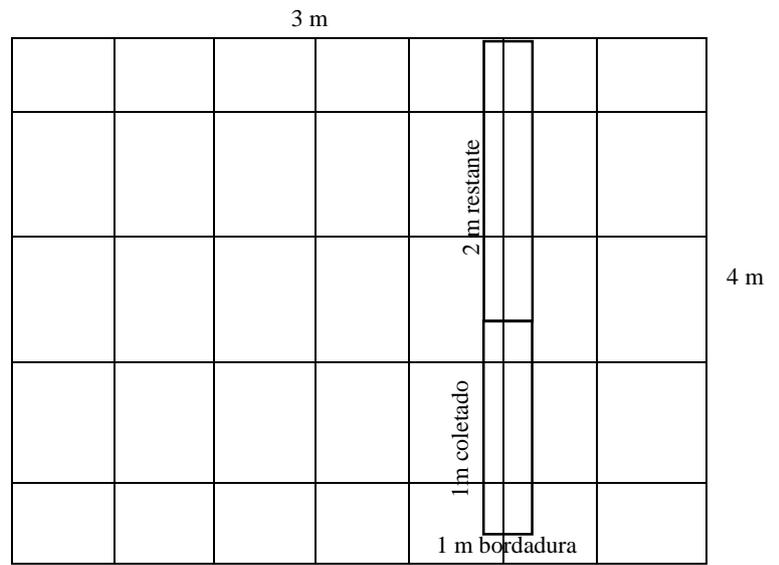
3.3 Avaliação de acúmulo de biomassa e nutrientes

Foram realizadas duas coletas para determinação do acúmulo de biomassa vegetal e de nutrientes. A primeira aos 46 dias após plantio (17.11.2014) e a segunda aos 68 dias após plantio (09.12.2014). Na primeira avaliação todas as plantas presentes em 1 metro linear, da segunda linha de plantio foram coletadas (descartou-se 1 metro linear de bordadura, Figura 4). Na segunda avaliação todas as plantas presentes em 2 metros lineares, no centro de cada parcela, foram coletadas (Figura 5). Após coleta, separou-se folhas de ramos, o material foi secado em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C, por 96 horas e pesado. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey e analisadas conforme Embrapa (2001) para determinação dos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg (Figura 6). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e teste de média (Tukey). Utilizou-se o programa estatístico Sisvar.



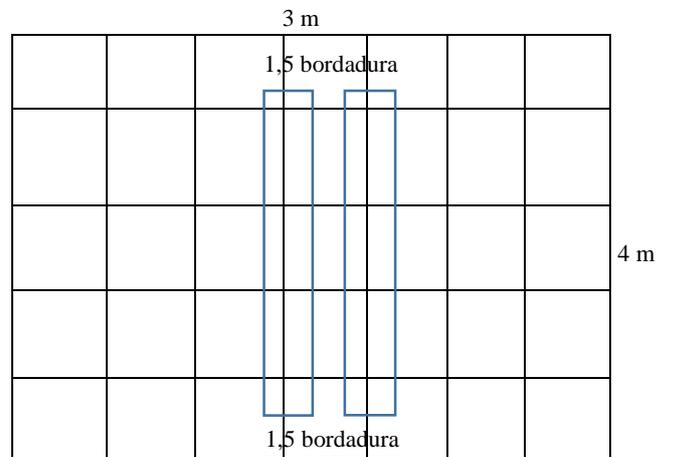
Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 4 - Ilustração da primeira coleta



Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 5 - Demarcação da área útil na parcela e ilustração do procedimento da segunda coleta.





Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 6 - Procedimentos após coleta (A- separação dos compartimentos folhas e ramos, B- material secando na estufa de circulação forçada de ar, C- material sendo pesado, D- material sendo moído para análise de tecido).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies diferiram significativamente quanto à cobertura do solo durante todo o período de avaliação (Figura 7). A *M. pruriens* foi a espécie que apresentou os maiores valores seguida da espécie *C. ochroleuca*. A *M. pruriens* apresentou aos 36 dias após plantio 54,93% de cobertura, e a espécie *C. ochroleuca* apresentou 33,64% de cobertura, valores mais elevados que os observados para as leguminosas *C. juncea* e *C. cajan* (Figura 8).

No período de 29 aos 43 dias após plantio o *C. cajan* teve diminuição na cobertura do solo. Ao final do experimento, observou-se 99,69%; 58,2%; 24,7% e 36,11% de cobertura do solo para *M. pruriens*, *C. ochroleuca*, *C. cajan* e *C. juncea* respectivamente. Foi possível ajustar equações de regressão para as espécies avaliadas: *M. pruriens* $y = -5,57 + 1,65 x$, $R^2 = 98,12\%$;

C. cajan $y = 1,42 + 0,38 x$, $R^2 = 73,62\%$; *C. juncea* $y = 2,36 + 0,54 x$, $R^2 = 90,59\%$ e *C. ochroleuca* $y = -6,04 + 1,04 x$, $R^2 = 93,47\%$.

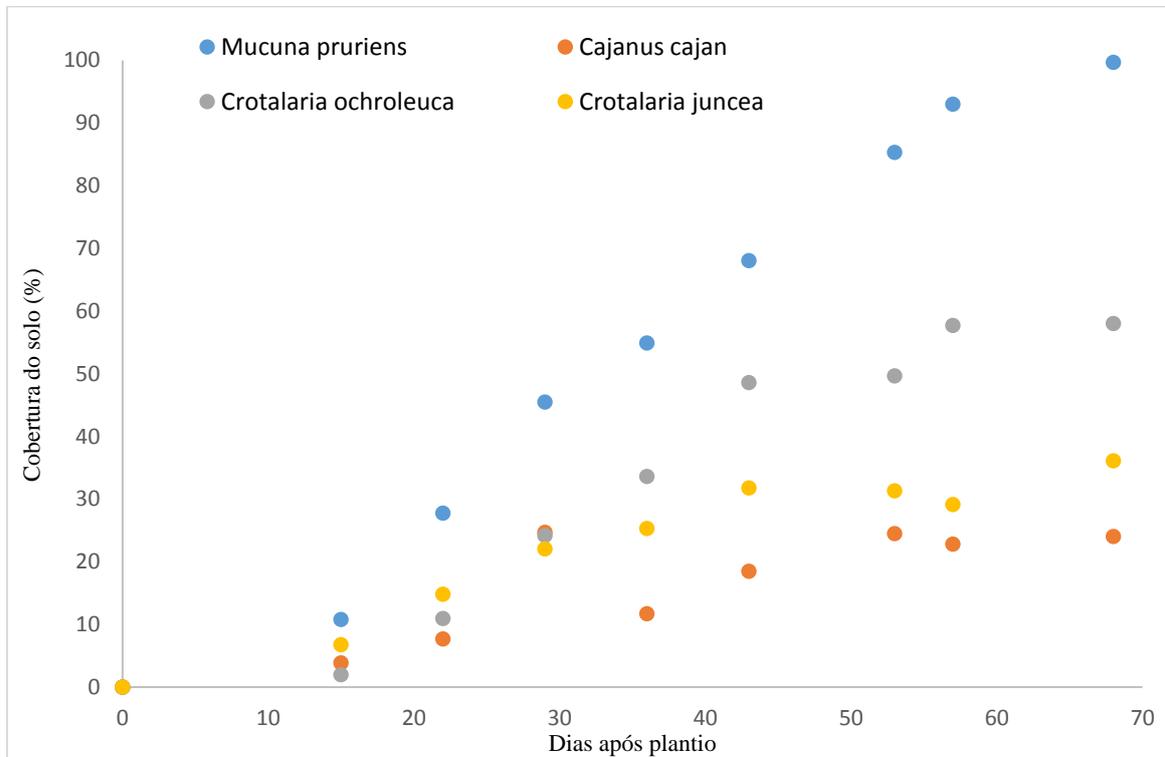
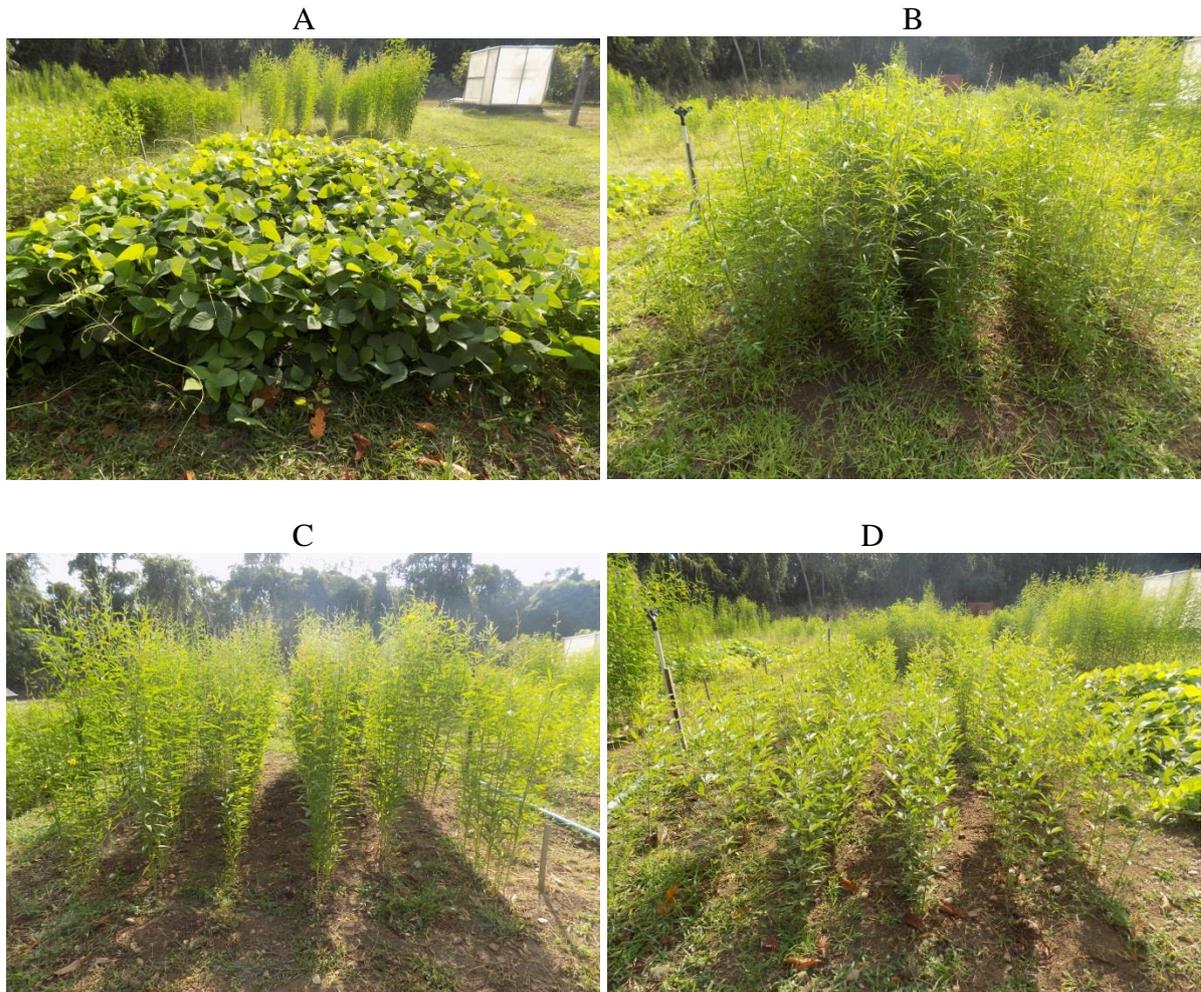


Figura 7- Cobertura do solo proporcionada pelas quatro espécies de leguminosas avaliadas durante 68 dias de cultivo no campo experimental da Embrapa Amapá, Macapá, AP.



Fonte: Daniela Conceição de Jesus Souza

Figura 8- Leguminosas 57 dias após plantio (A- *Mucuna pruriens*, B- *Crotalaria ochroleuca*, C- *Crotalaria juncea*, D- *Cajanus cajan*).

O comportamento da *C. juncea* assemelhou-se ao estudo realizado por Missio et al. (2004) onde apresentou valor baixo comparado com as outras espécies do estudo. Em estudo realizado por Nolla et al.(2009) o *C. cajan* também apresentou uma taxa de cobertura inferior à *M. pruriens*. Já em um estudo realizado por Bordin et al. (2003) a *C. juncea* teve uma cobertura de 60% do solo em 70 dias após sementeira. Segundo Missio et al. (2004) a maior porcentagem de cobertura do solo proporcionada pela *M. pruriens* pode estar associada ao seu hábito de crescimento e ao formato da folha, por ser uma espécie de hábito prostrado tem uma rápida cobertura do solo, diferente da *C. juncea* e o feijão guandu que tem crescimento ereto.

As espécies diferiram significativamente quanto ao acúmulo de massa seca e de nutrientes (Figura 9, Tabela 1). A espécie *C. ochroleuca* apresentou maior acúmulo de massa seca de folhas, ramos e total (Figura 9). A espécie *C. cajan* foi a que apresentou menor produção de biomassa, porém Alcântara et al. (2000) verificaram alta capacidade do *C. cajan* na produção

de biomassa seca. No estudo de Ragozo et al. (2006) o *C. cajan* apresentou o maior teor de matéria seca dos demais tratamentos, onde o autor destaca as qualidades adicionais da leguminosa, como maior facilidade de semeadura, tolerância a solo com baixa fertilidade e melhor relação custo/benefício. A menor produção de biomassa do *C. cajan* em relação às outras espécies pode ser devido ao desenvolvimento inicial lento e ao curto intervalo de tempo avaliado no presente estudo.

A *C. juncea* foi a segunda espécie a ter o maior valor de matéria seca de parte aérea (soma de folhas e ramos), porém para a produção de matéria seca de folhas, a *M. pruriens* teve uma produção superior a *C. juncea*, somente sendo significativo a produção da *C. juncea* na matéria seca de ramos. Esse resultado deve-se ao fato das particularidades de cada leguminosa, a *M. pruriens* apresenta grande quantidade de folhas, já a *C. juncea* é uma espécie de porte ereto com folhas estreitas, porém com uma expressiva dimensão de ramos, isso faz com que seja significativa na composição de matéria seca de parte aérea.

No estudo realizado por Fontanetti et al. (2006) a *C. juncea* teve produção de matéria seca também superior a *M. pruriens*. Os resultados da produção de matéria seca são fortemente dependentes da velocidade de crescimento da leguminosa, visto que as espécies de crescimento mais agressivo e/ou precoce proporcionam uma produção de biomassa mais abundante.

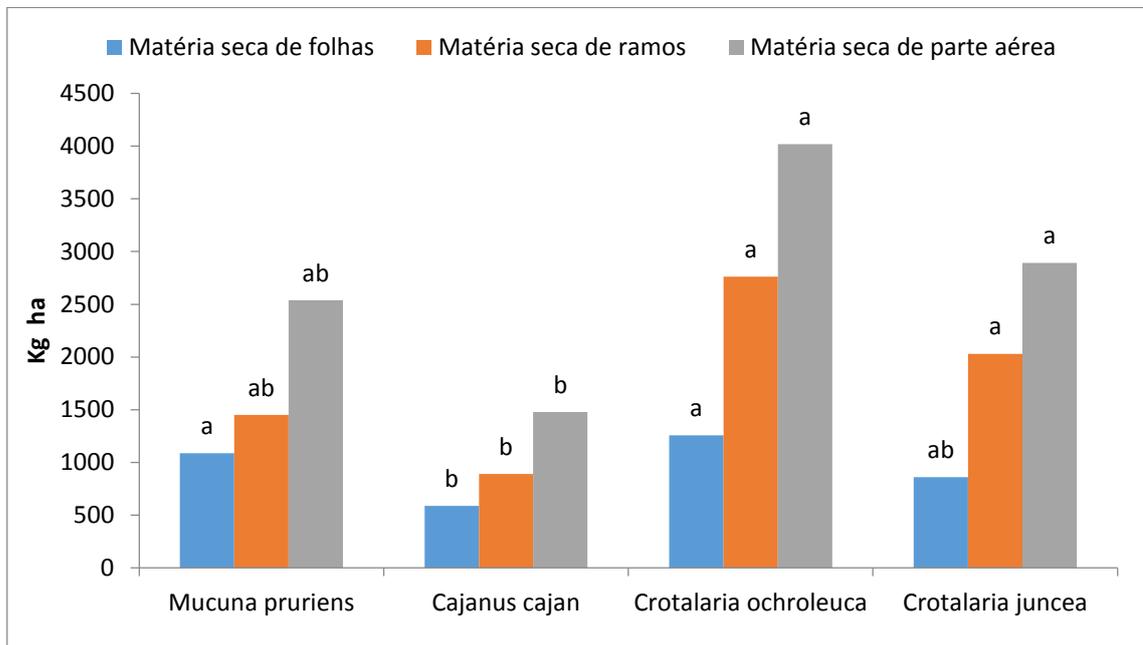


Figura 9 - Massa seca das folhas, ramos e parte aérea aos 68 dias após plantio observados para as quatro espécies de leguminosas avaliadas no campo experimental da Embrapa Amapá, Macapá-AP.

Segundo Favero et al. (2000) a quantidade de nutrientes acumulada é proporcional à quantidade de biomassa produzida. No presente estudo o acúmulo de nutrientes seguiu a mesma tendência no que se refere a produção de biomassa, ou seja, a *C. ochroleuca* foi a espécie que apresentou maior produção de biomassa quanto na absorção de nutrientes na parte aérea, enquanto o *C. cajan* foi a espécie que apresentou os menores valores na produção de matéria seca e com isso menor acúmulo de nutrientes. Para as demais espécies, a *C. juncea* apresentou o segundo maior valor de N, Mg, K e *M. pruriens* apresentou o segundo maior valor para os nutrientes P e Ca (Tabela 1).

No estudo de Silva et al. (2008) obtiveram para a *C. juncea* teores de P e Ca inferiores ao estudo. Os resultados de N e K obtidos pelo *C. cajan* no estudo realizado por Amado et al. (2001) foram superiores ao presente estudo. Queiroz et al. (2007) obtiveram estudando o comportamento de sete leguminosas, maior acúmulo de N, P e K para o guandu, diante disso, apesar do baixo desempenho no presente estudo da leguminosa *C. cajan*, é uma espécie promissora para adubação verde.

A demanda de nitrogênio por algumas culturas é bastante elevada, o que causa alto custo para a produção, devido os preços elevados dos fertilizantes nitrogenados, e a adubação verde, principalmente, que utilizam leguminosas é um eficiente método para adicionar nitrogênio ao solo e reciclar outros nutrientes para as culturas.

A *C. ochroleuca* foi espécie com maior acúmulo de nitrogênio na matéria seca de parte aérea, seguida pela espécie *C. juncea*, com capacidade de acúmulo de grande quantidade em um curto tempo, cerca de 181,06 Kg ha⁻¹ para a *C. ochroleuca* e 103,61 Kg ha⁻¹ para *C. juncea*, isso faz das crotalárias umas das espécies de grande potencial na utilização de adubo verde. No estudo realizado por Silva et al. (2009) onde trabalharam com diferentes leguminosas, a *C. Juncea* apresentou o maior teor de nitrogênio na parte aérea.

A *M. pruriens* acumulou 71,86 Kg ha⁻¹ de N na matéria seca de folhas sendo inferior a *C. ochroleuca* e superior a *C. juncea* que teve como teor de 55,57 Kg ha⁻¹, isso fez com que a *M. pruriens* obtivesse valor de acúmulo de N na parte aérea próximo do valor de acúmulo da espécie *C. juncea*. O *C. cajan* teve seu melhor desempenho no acúmulo de N na matéria seca de folhas com 30,14 Kg ha⁻¹, mesmo assim seu comportamento foi muito inferior comparado com as outras espécies que chegaram a acumular mais de 100 Kg ha⁻¹ (Tabela 1). No estudo realizado por Cavalcante et al. (2012) obtiveram um acúmulo de N da espécie *C. juncea* e *M. pruriens* inferior do presente estudo.

As altas temperaturas e as chuvas que ocorrem durante o verão permitem alta produção de biomassa, ciclagem de nutrientes, incorporação de nitrogênio (EMBRAPA, 2006), sendo assim, a introdução de leguminosas em sistemas de consórcio ou de pré-cultivo pode incorporar quantidades expressivas de nitrogênio na produção da agricultura familiar.

Tabela 1 - Acúmulo de nutrientes observado aos 68 dias após plantio nas folhas, galhos e parte aérea total de quatro leguminosas.

ESPÉCIES	N Kg/ha			Ca Kg/ha			Mg Kg/ha			K Kg/ha			P Kg/ha		
	Folhas	Galhos	Total	Folhas	Galhos	Total	Folhas	Galhos	Total	Folhas	Galhos	Total	Folhas	Galhos	Total
<i>M. pruriens</i>	71,86 ^{ab}	28,55 ^a	100,42 ^{ab}	30,01 ^a	33,2 ^a	63,2 ^a	20 ^{ab}	9,98 ^{ab}	26,6 ^{ab}	16 ^a	45,2 ^a	61,7 ^a	5 ^a	4,9 ^{ab}	10 ^a
<i>C. cajan</i>	30,14 ^b	21,72 ^a	51,87 ^b	11,08 ^a	11,7 ^b	22,8 ^a	9 ^b	4,94 ^b	14 ^b	8,2 ^a	17,7 ^a	25,8 ^a	2,1 ^a	1,9 ^b	3,9 ^a
<i>C. ochroleuca</i>	112,94 ^a	68,12 ^a	181,06 ^a	33,74 ^a	31,6 ^{ab}	65,4 ^a	26 ^a	19,3 ^a	45,5 ^a	26 ^a	62,8 ^a	89 ^a	5,6 ^a	7 ^a	13 ^a
<i>C. juncea</i>	55,57 ^{ab}	48,03 ^a	103,61 ^{ab}	18,97 ^a	23 ^{ab}	42 ^a	17 ^{ab}	10,9 ^{ab}	28,3 ^{ab}	18 ^a	49,1 ^a	66,6 ^a	4,5 ^a	4,5 ^{ab}	9,1 ^a
C.V (%)*	17,56	17,61	12,93	22,58	17,1	15,2	18	22,3	14,4	23	18,3	15,8	45	46	29
Teste Tukey	s	ns	s	ns	s	ns	s	s	s	ns	ns	ns	ns	s	ns

*C.V= coeficiente variância

Apesar da *M. pruriens* ter apresentado o terceiro maior valor de matéria seca na parte aérea, ainda assim conseguiu acumular os nutrientes Ca e P em uma quantidade superior que a leguminosa *C. juncea* que foi a segunda espécie a produzir o maior valor de matéria seca da parte aérea. Segundo Pittelkow et al. (2012) a presença do nutriente na biomassa seca das leguminosas resulta em menor perda por erosão e lixiviação, do que estando diretamente no solo, portanto conhecer a quantidade acumulada é essencial para o manejo dos nutrientes dentro do ciclo de produção para se ter o máximo aproveitamento dos nutrientes.

5. CONCLUSÕES

A espécie *M. pruriens* foi a leguminosa que proporcionou a mais rápida e maior cobertura do solo.

A *C. ochroleuca* foi a espécie que proporcionou os maiores acúmulos de matéria seca e de nutrientes na parte aérea.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A.; Muniz, J. A. **Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2000.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. **Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. **Histórico da adubação verde**. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.241-248, 2002.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. **Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.189-197, 2001.

ANDRADE NETO, R. C. **Efeitos de adubos verdes nas propriedades químicas do solo, crescimento e rendimento do sorgo**. 2007, 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

ASSIS, R. L. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia**. 2006. 89 f. Tese (Doutorado em economia aplicada) – Universidade estadual de Campinas. Seropédica – RJ, 2006.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. **Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta**. Bragantia, Campinas, v.62, n.3, p.417-428, 2003.

CALEGARI, A. **Coberturas verdes em sistemas intensivos de produção**. In: workshop nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária, 2000, Dourados. Anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Agrobiologia, 2000.

CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, M. A. L.; COSTA, L. C. **Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura**. Campina grande, 2012. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 5, p. 521-528.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia. Enfoque científico e estratégico. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. v. 3. Porto Alegre, 2002.

CASTRO, C. M., ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. **Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico**. Pesquisa agropecuária Brasil, Brasília, 2004. v.39, n.8, p.779-785.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro-RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rev. Atual, 2001.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. 306p. Brasília, 2006.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004.

FEIDEN, A. **Agroecologia: introdução e conceitos. In: Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Distrito Federal. Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 51-60.

FORMENTINI, E. A (Org.). **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória- ES, 2008.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAIS, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M.; **Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho**. Horticultura Brasileira, p.146-150, v.24, n.2, 2006.

GUZMÁN, E. S. **Agroecologia e desarrollo rural sustentável**. Curso intensivo em agroecologia: princípios e técnicas ecológicas aplicadas à Agricultura. Palestra Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002.

HECHT, S. B. **A evolução do pensamento agroecológico**. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2002.

LOPES, H. M.; QUEIROZ, O. A.; MOREIRA, L. B. **Características agronômicas e qualidade de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) na maturação.** Revista Universidade Rural. Rio de Janeiro, v.25, n.2, p.24-30, 2005.

LUZZI, N. **O debate agroecológico no Brasil: uma construção a partir de diferentes atores sociais.** 182 f. Tese (Doutorado em ciências) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MATEUS, G. P. **Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes.** Pesquisa e Tecnologia, vol. 3. s. 1, 2006.

MOLTOCARO, R. C. R. **Guandu e micorriza no aproveitamento do fosfato natural pelo arroz em condições da casa-de-vegetação.** 2007. 65p. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo IAC, Campinas, 2007.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; GUEDES, R. E.; COSTA, J. R. **Produção de biomassa de guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2003. 5p.

PAULINO, G. M. **Potencial de leguminosas para adubação verde em consórcio com mangueira e gravioleira sob manejo orgânico.** Tese de doutorado da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes-RJ, 2008.

PITTELKOW, F. K.; SCARAMUZZA, J. F.; WEBER, O. L. S.; MARASCHIN, L.; VALADÃO, F. C. A.; OLIVEIRA, E. S. **Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo.** Revista Agrarian, v5, n.17, p.212-222. Dourados-MT, 2012.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G. **Cultivo de milho no sistema de aléias com leguminosas perenes.** Ciência e Agrotecnologia, v.31, p.1303-1309, 2007.

RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. **Adubação verde em pomar cítrico.** Revis. Bras. Frutic, Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.69-72, 2006.

SAGRILO, E. ; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. ; LIMA, E. F. **Manejo Agroecológico do solo: os Benefícios da Adubação Verde.** EMBRAPA Meio-Norte. Terezinha, 2009.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. **Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria Juncea* – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n.1, p.51-61, 2007.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C.
Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfata. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.44, n.2, p.118-127, fev. 2009.

SOUSA, G. M. M. **Adubação orgânica e densidades de plantas em crotalaria juncea antecedendo arroz.** Mossoró, 2011. 48f. Dissertação (Mestrado em ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

SUZUKI, L. E A. S.; ALVES, M. C. **Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo.** *Bragantia*, v.65, n.1, p.121-127, 2006.