

Crescimento, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes de plantas leguminosas utilizadas como adubo verde

Ibraim Dabo¹; Susana Chuka Blum².

⁽¹⁾Estudante, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará, ibrahim.dabo2@gmail.com. ⁽²⁾Professora, Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará, scblum@unilab.edu.br.

Growth, biomass production and nutrient accumulation of leguminous plants used as green manure

RESUMO - A adubação verde é uma prática agrícola conservacionista utilizada para recuperar os solos degradados, melhorar os solos naturalmente pobres e conservar aqueles produtivos. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, a produção de massa fresca, massa seca e o acúmulo de nutrientes de seis espécies de plantas leguminosas utilizadas como adubo verde. O delineamento experimental adotado foi blocos casualizado com oito tratamentos e três repetições. Foram utilizadas seis espécies de leguminosas: mucuna preta (*Mucuna pruriens*), mucuna cinza (*Mucuna pruriens*), lablab (*Dolichos lablab*), guandu anão (*Cajanus cajan*), crotalária júncea (*Crotalaria juncea*) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), além do solo sem cobertura e solo coberto com palhas proveniente das plantas espontâneas. O crescimento em altura de plantas foram avaliadas aos 26, 33, 54, e 67 dias após a semeadura (DAS). Já aos 67 DAS as plantas foram cortadas e determinadas da massa fresca. Em seguida foram postas para secar em estufa de circulação de ar por 72 horas e determinada a massa seca. Os elementos minerais analisados foram: N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn. Após digestão sulfúrica e nitro-perclórica, foram determinados o teor de macronutrientes e micronutrientes e, a partir da massa seca, calculado o acúmulo de nutrientes por cada uma das espécies. A espécie que produziu maior quantidade de massa seca foi a crotalária júncea. As espécies de leguminosas avaliadas apresentam potencial para uso como adubo verde, nas pequenas propriedades rurais da região do Maciço de Baturité.

PALAVRAS CHAVE: Cobertura de Solo. Nutrição mineral de plantas. Ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT: Green manure is an applied conservationist agricultural practice to recover degraded soils, improve naturally poor soil and conserve those productive.. The objective of this work was to evaluate the growth, fresh mass production, dry mass and nutrient accumulation of six species of leguminous plants used as green manure. The experimental design was randomized blocks with eight treatments and three replicates. Six species of legumes were used: black velvet bean (*Mucuna pruriens*), gray velvet bean (*Mucuna pruriens*), lablab-bean (*Dolichos lablab*), dwarf pigeon (*Cajanus cajan*), brown hemp (*Crotalaria juncea*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*), besides the uncovered soil and soil covered with straws from the spontaneous plants. The species were sown on May 19 and 26, 2018, using the agronomic recommendations for each of them. During growth, ten plants of two central lines of each treatment were measured to determine height at 26, 33, 54, and 67 days after sowing (DAS). At 67 DAS the plants were cut and left on the soil, and the fresh and dry mass was determined.

After sulfuric and nitro-perchloric digestion, the macronutrients and micronutrients were determined and, from the dry mass, the accumulation of nutrients by each species was calculated. The species that produced the greatest amount of dry mass was the crotalaria júncea. The evaluated legume species present potential for use as green manure in the small rural properties of the Baturité Massive region.

KEY WORDS: Soil Coverage. Plant Mineral Nutrition. Nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

O desmatamento e as queimadas da vegetação ocasionam uma série de consequências negativas, como a perda da biodiversidade, degradação do solo, processos erosivos, escoamento superficial, diminuição da água no solo (SILVA *et al.*, 2018). São evidentes os impactos relevantes que esse fenómeno causa na dinâmica da região do nordeste brasileiro, resultando em impactos que muitas vezes geram restrições dos sistemas agrícolas, sendo recorrente a necessidade de intervenções por meios de práticas conservacionistas para manutenção da qualidade do solo (TEODORO *et al.*, 2011).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a degradação do solo é uma das principais causas do declínio da produtividade agrícola globalmente, porém 33% dos solos de todo mundo estão degradados em decorrência de diversos fatores como a erosão, salinização, compactação, acidificação, contaminação e perda de fertilidade, os solos degradados captam menos carbono da atmosfera, interferindo nas mudanças climáticas (FAO, 2015).

A taxa de erosão em solos agrícolas e de pastagem intensiva varia entre cem a mil vezes a taxa de erosão natural e o custos anuais de fertilizante para substituir os nutrientes perdidos pela erosão chega a US-\$ 150 bilhões (EMBRAPA SOLOS, 2016). Uma das práticas recomendadas para recuperação dos solos degradados é a adubação verde, uma alternativa viável na busca da sustentabilidade dos solos agrícolas. A adubação verde consiste no cultivo das plantas que serão posteriormente depositadas sobre o solo, ou incorporadas com a finalidade de assegurar ou aumentar o seu conteúdo de matéria orgânica e nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O potencial da adubação verde como prática conservacionista, é incontestável, e tem sido recomendada por proporcionar benefícios significativos à agricultura (ALMEIDA; CAMARA, 2011). Segundo Filho *et al.* (2014), adubação verde consiste no cultivo de plantas para melhorar as condições do solo e a nutrição das culturas em sucessão, rotação ou consórcio.

No caso do nitrogênio cerca de 60 a 70% encontrado nos restos de plantas de cobertura podendo ser absorvido pela cultura seguinte (OLIVEIRA, 2014). A ação dos adubos verdes no solo promove o controle de nematoides que prejudicam o crescimento das plantas, por atacarem e debilitarem o sistema radicular (FILHO *et al.*, 2014).

As Fabáceas (leguminosas), em relação com bactérias (rizóbios) do solo, apresentam a capacidade de utilizar o N do ar e de transferi-lo às plantas em troca de carboidratos que serão utilizados pelos microrganismos. Essa relação simbiótica acumula N no tecido das leguminosas, que, quando cortadas, vão reciclá-lo no solo e, por meio da decomposição das plantas, fornecem N aos cultivos que vêm em sucessão (FILHO *et al.*, 2014).

Apesar das vantagens de utilização da adubação verde, há poucos estudos para avaliar a eficiência das leguminosas na produção de biomassa e na ciclagem de nutrientes, na região do Maciço de Batutité. Nesse contexto, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento, a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes por plantas leguminosas utilizada como adubo verde.

MATERIAL E MÉTODOS

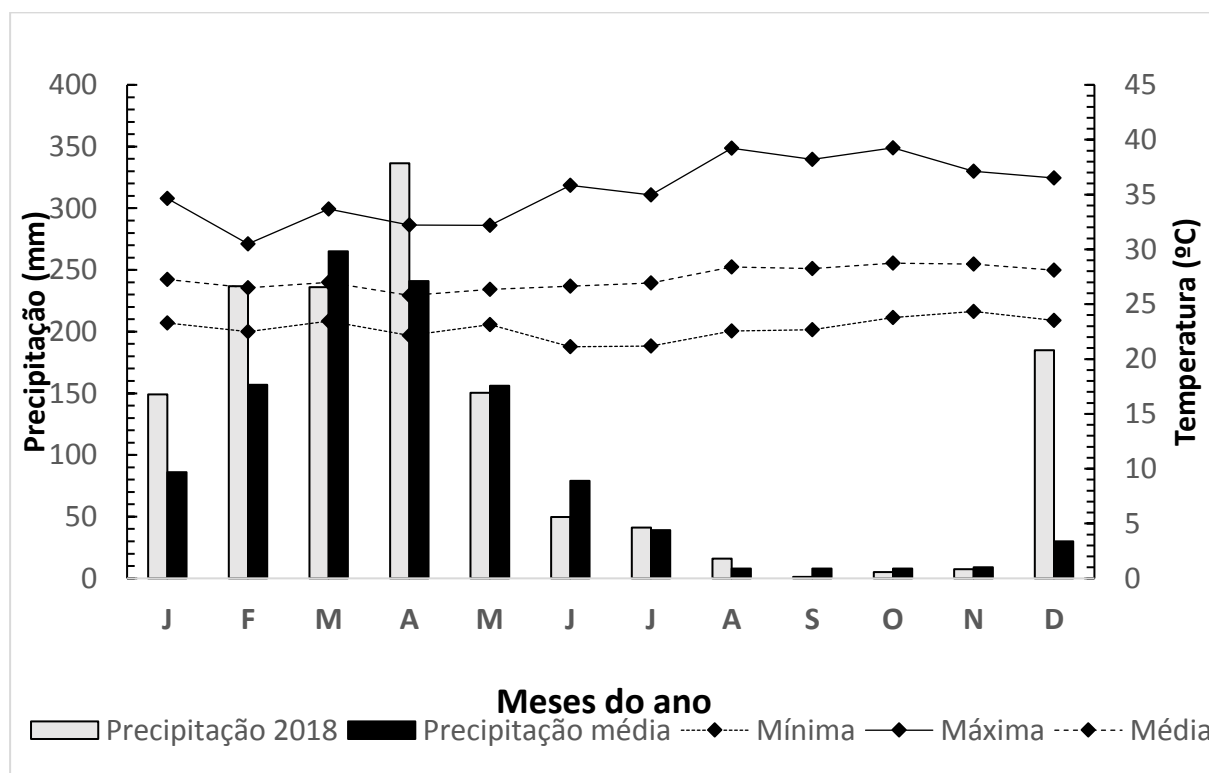
Local de execução

O trabalho foi desenvolvido na área Experimental da fazenda Piroás da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), localizada no município de Redenção-CE, no Maciço de Baturité a uma latitude de 04°9'19.39"S, longitude de 38°47'41.48"O e altitude média de 340 m. As atividades realizadas na fazenda experimental

Piróas com ênfase no desenvolvimento de base ecológica, desenvolvendo projetos e pesquisas científicas, capacitação/treinamento a prática da extensão rural, aproximando assistência técnica à comunidade e possibilitando agricultores da região em conhecer as técnicas rurais para um bom desenvolvimento econômico-social.

O clima do local é classificado como Aw (Tropical úmido) muito quente, com predomínio de chuvas nos meses de dezembro a maio (Figura 1). A precipitação pluviométrica e as temperaturas ocorridas durante o período de condução do experimento encontram-se especificadas na figura 1. Verifica-se que o ano de 2018 foi um ano típico de precipitação pluvial, com médias correspondentes à série histórica.

Figura 1. Precipitação média (mm) e temperatura média mensal (°C) no ano 2018.



O solo da área experimental é classificado como Argissolo. São solos mediamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural, de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosas ou média, com baixos teores de matéria orgânica, apresentam argila de atividade baixa

e saturação por base alta (EMBRAPA, 2006). A sua utilização exige um manejo adequado em a adoção de correção, adubação de práticas conservacionistas para o controle de erosão.

Para conhecimento dos níveis de fertilidade do solo da área, foram realizadas análises químicas das profundidades de 0-20 cm (Tabela 1). A textura da camada de 0-20 cm é franco-arenosa.

Tabela 1: Resultados da análise química do solo da área experimental para a profundidade de 0-20 cm.

Profundidade (cm)	pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CTC	C	P**	V
	-----	-----	-----	-----cmol.kg ⁻¹ -----				-----	g kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	%
0-20	6,5	2,31	0,10	3,00	2,60	0,22	0,42	8,23	8,08	21	72

* pH em água, ** P Assimilável

Delineamento experimental

A área total utilizada para o experimento foi de 192 m². O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram compostos por: solo coberto com palha proveniente de plantas espontâneas (T1), mucuna preta *Mucuna pruriens* (T2), mucuna cinza *Mucuna pruriens* (T3), lablab *Dolicho lablab* (T4), guandum anão *Cajanus cajan* (T5), solo sem cobertura vegetal (T6), crotalária *Crotalaria juncea* (T7) e feijão de porco *Canavalia ensiformis* (T8). A semeadura das plantas foi realizada em maio de 2018, utilizando as recomendações agronômicas para a cada espécie. O espaçamento utilizado entre as linhas de semeadura foi de 50 cm, sendo utilizados 2 a 3 cm de profundidade para a semeadura das plantas. O espaçamento usado para os tratamentos T2, T3 e T8 (mucuna preta, mucuna cinza e feijão de porco) foi de 25 cm; para os tratamentos T5 e T7 (guandu anão e crotalária) foi de 4 cm entre plantas e para o T4 (lablab) o espaçamento usado foi 8 cm.

Como adubação de base utilizou-se húmus de minhoca produzido na Fazenda Piroás na dose de 0,87 kg/linhas de semeadura. A composição está mostrada na tabela 2. Para a produção

do húmus utilizou-se palha de bananeira, esterco bovino e outras fontes de matéria orgânica. A casa de produção continha valas de concreto com 3 m de comprimento. Periodicamente eram adicionadas três camadas de palhas sobre a vala, e uma camada de esterco bovino sobre as camadas de palha, com irrigação diária, para decomposição do material foram adicionadas minhocas. A cada 20 dias o material era revirado até atingir o ponto ideal.

Tabela 2: Análise química do húmus de minhoca.

Parâmetro	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	CE	pH
	-----g kg ⁻¹ -----							mS/cm ⁻¹	-----
	12	0,95	2,18	1,20	1,46	4,25	3,15	2,27	6,27

Variáveis analisados

Nos três blocos foram feitas medições de dez plantas de duas linhas centrais de cada tratamento com trena para determinação da altura. Essas medições foram realizadas aos 26, 33, 54 e 67 dias após a semeadura (DAS). As leguminosas utilizadas como tratamentos apresentam diferentes hábitos de crescimento, o que influenciou na medição. A mucuna preta e a mucuna cinza são plantas anuais, herbáceas e com ramos trepadeiras, e é considerada muito agressiva por enrolar seus ramos em qualquer suporte que esteja próximo, não sendo indicada para utilização em consórcio (Pereira 2009). A crotalária, o feijão-de-porco e o guandu-anão por apresentarem o hábito de crescimento arbustivo ereto, não apresentaram problemas na medição das plantas.

O ponto de colheita para determinação da massa fresca e da massa seca da parte aérea das leguminosas foi no período reprodutivo entre o florescimento e o estágio de grão leitoso, que ocorreu aos 67 dias após o plantio (DAP). A massa fresca foi determinada através da coleta de duas amostras retirada aleatoriamente em cada parcela com utilização de dois quadrados de 0,125 m². A matéria seca foi determinada após a secagem de uma amostra do material em estufa com ventilação forçada de ar a 65° C durante 72 horas até atingir a massa constante, após isso as mesmas foram triturada em moinho tipo Willey para depois serem avaliados os teores de nutrientes.

Análises laboratoriais

As amostras das plantas foram trituradas e pesadas para determinação de carbono orgânico total (COT) pelo método de oxidação via úmida, seguida de titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal com aquecimento externo (MENDONÇA; MATOS, 2005).

O Nitrogênio total (NT) foi determinado por destilação após digestão sulfúrica, seguida de titulação, conforme descrito no manual de Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais (VAN RAIJ *et al.*, 2001). A relação Carbono/Nitrogênio (C/N) a partir dos valores obtidos para teores de COT e NT das amostras.

A determinação do teor dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e dos micronutrientes (Cu, Fe, Zn, e Mn) foram feitas de acordo com o manual de Métodos de Análise de Tecidos Vegetais (EMBRAPA SOLOS, 2000).

Análises estatísticas

Os resultados foram avaliados utilizando-se a análise de variância (ANOVA) seguindo o delineamento de blocos ao acaso com posterior comparação de médias pelo teste de Scott-knott a de 5% de significância. As análises foram feitas utilizando o programa SISVAR (FEREIRA, 2008)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento e produção de massa seca

Em todos os períodos avaliados verificaram-se diferenças estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Aos 26 DAS a crotalaria apresentou maior altura, seguida pelas plantas de mucuna cinza, mucuna preta e feijão de porco (Tabela 1).

Tabela 1. Altura (cm) das plantas leguminosas utilizadas com adubo verde aos 26, 33, 54 e 67 dias após a semeadura (DAS) na fazenda Piróas, Redenção, Ceará.

Tratamentos	26 DAS	33 DAS	54 DAS	67 DAS
Mucuna preta	36,38 b*	50,58 b	208,97 b	193,27 b
Mucuna cinza	39,87 b	56,85 b	217,76 a	187,10 b
Lablab	19,28 c	30,73 c*	99,02 d	94,46 c
Guandu	28,07 c	38,53 c	108,85 c	127,20 b*
Crotalária júncea	65,27 a	98,57 a	209,77 b*	240,44 a
Feijão de porco	33,00 b	49,70 b	90,55 d	116,07 b

*Médias seguidas pela mesma letra; nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

É interessante destacar que estas plantas possuem hábito de crescimento distintos, o que também é importante observar no seu planejamento de uso como adubo verde. A mucuna preta, mucuna cinza e lablab apresentam hábito de crescimento indeterminado (trepadores); já feijão guandu e a crotalária júncea são de hábito arbustivo ereto e o feijão de porco apresenta crescimento herbáceo determinado. Aos 26 e aos 67 DAS a crotalária se destacou entre os tratamentos no seu crescimento, atingindo quase um metro de altura (Tabela 1). Aos 54 e 67 DAS também, foi verificado maior crescimento da crotalária, seguida pelas mucunas. Aos 67 DAS as plantas de mucuna cinza, mucuna preta e lablab atingiram altura média indicada na literatura 0,5-1,0 m. As plantas que apresentaram menores crescimento foram o lablab e o feijão de porco (Tabela 1). A *Crotalaria juncea* L. é uma espécie leguminosa que apresenta característica arbustiva de crescimento ereto e determinado, o seu crescimento na fase inicial é mais rápido em relação às outras espécies de plantas leguminosas utilizadas como adubo verde (SILVA *et al.* 2008). Diversos fatores influenciam no crescimento das plantas, dentre eles pode-se citar a disponibilidade de nutrientes, luz e água. O crescimento das plantas é avaliado principalmente pelo aumento em tamanho ou em massa.

A crotalária, mucuna preta e mucuna cinza apresentaram melhores desenvolvimentos e adaptação ao sistema proposto em relação aos demais tratamentos (Tabela 1). A mucuna preta por ser uma planta anual vegeta bem em regiões tropicais e subtropicais, necessita de climas

quentes, sem ocorrência de geadas, sendo bastante resistente à seca. Desenvolve tanto nos solos arenosos como nos argilosos e intermediários, podendo ainda tolerar solos ácidos, sombreamento, temperaturas elevadas e encharcamento por períodos curtos (EIRAS; COELHO, 2011).

Os resultados de produção de massa fresca e massa seca estão apresentados na tabela 2. As plantas que proporcionaram melhores resultados para a produção de massa fresca foram a crotalária, o feijão de porco e a mucuna cinza (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de massa fresca e massa seca das plantas utilizadas como adubo verde e com cobertura de solo na fazenda Piroás, Redenção, Ceará.

Tratamentos	Massa Fresca (t ha ⁻¹)	Massa Seca (t ha ⁻¹)
Mucuna preta	26,67 c*	4,21 c
Mucuna cinza	42,67 b	6,95 b
Lablab	16,67 d	2,64 c
Guandu anão	32,67 c	7,07 b
Crotalária juncea	60,67 a	15,00 a*
Feijão de porco	51,00 b	8,22 b
Pousio (sem cobertura)	14,33 d*	3,09 c
Palha	16,00 d*	3,08 c

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott.

Quanto à produção de massa seca, a leguminosa com maior destaque foi a crotalária. A crotalária é uma espécie de leguminosa de crescimento rápido, principalmente em condições de alta temperatura, essa espécie é preferida por aumentar a qualidade do solo, por sua habilidade em adicionar rapidamente N e matéria orgânica ao solo (LEAL *et al.*, 2012). Cavalcante *et al.* (2012) observaram que a crotalária juncea apresentou produção de matéria fresca de 13,5 t ha⁻¹, valor inferior em comparação ao deste trabalho.

A massa fresca observada para crotalária neste experimento foi semelhante ao resultado observado por Pereira *et al.* (2017) que foi 66,67 t ha⁻¹. Já o feijão de porco apresentou produção de massa fresca inferior ao resultado observado pelos autores, que foi de 76,09 t ha⁻¹. O trabalho desses autores foi conduzido na safra 2013/2014 na região sul do Brasil e as plantas passaram

mais tempo no campo. A crotalária foi colhida aos 120 DAS e o feijão de porco foi aos 92 DAS tempo suficiente para as plantas acumularem mais fibras.

No cultivo dessas plantas na região do Maciço de Baturité foi observado rápido crescimento na maioria das espécies, que apresentam florescimento e início da emissão das vagens em aproximadamente 60 DAS, praticamente metade do tempo observado no estudo de Pereira *et al.* (2017). O teor de matéria fresca da crotalária e do feijão de porco foram maiores que as mencionadas por Fonanétti (2003). A crotalária apresentou maior produção de fitomassa em relação as outras plantas leguminosas. A elevada produção de fitomassa da leguminosa em curto período de tempo revela que esta espécie encontra-se adaptada às condições ambientais do experimento. Os resultados das leguminosas obtidas nesse trabalho foram superiores aos obtidos no trabalho de Cavalcante *et al.* (2012).

A palha não apresentou diferença significativa com a área do pousio nem com a lablab (Tabela 2). A crotalária juncea apresentou maior produtividade de massa fresca, massa seca (Tabela 2) e maior teor de macronutrientes de alguns nutrientes estudados (C, N, P, Mg e S), seguido por mucuna preta e feijão-de-porco (Tabela 2 e 3), destacando-se dentre as leguminosas estudadas, como a mais promissora em termos de aporte de fitomassa e ciclagem de nutrientes. Carneiro *et al.* (2008) verificaram que a maior fitomassa de uma planta pode ser influenciado pela época de semeadura e, conseqüentemente pela condições do ambiente.

Nesta circunstância, para avaliar a eficiência de uma planta como adubação verde deve-se observar se ela produz grande quantidade de biomassa e se recicla elevada quantidade de nutriente (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Suzuki e Alves (2006), testando diferentes espécies de adubos verdes, observaram que a crotalária destacou-se como espécie de maior potencial para recuperação do solo, maior produção de biomassa seca, o que foi revelado neste trabalho.

A matéria seca acumulada é significativa e expressa o potencial da crotalária para uso como cobertura de solo, pois ela pode proporcionar eficiente cobertura do solo pelos seus

resíduos, proporcionando maior tempo na superfície em relação as outras leguminosas, devido à alta relação C/N do seu material (TEODORO et al., 2011).

Esses resultados demonstram a capacidade de produção de massa fresca e seca da crotalária e como essa planta pode ser utilizada para melhorar a qualidade do solo e para recuperação das áreas degradadas.

Teor e acúmulo de nutrientes nas plantas leguminosas

Na tabela 3 observou-se que houve diferença para os teores de macronutrientes entre os diferentes adubos verde, sendo a crotalária juncea o tratamento que apresentou o maior teor do C e do N. O teor de C nas leguminosas foi superior ao da palha, resultado semelhante foi obtido por Cavalcante *et al.* (2015). Em relação aos teores de N, a crotalária e a mucuna preta não se diferenciaram estatisticamente; esse fato pode se justificado pelo comportamento durante o seu desenvolvimento, visto que elas não floresceram de forma homogênea, o que pode ter influenciado no resultado. Os teores de N alcançados por essas espécies foram inferiores aos obtidos por Teodoro *et al.* (2011), sob condições edafoclimáticas diferentes.

A relação C/N entre espécies vegetais estudadas, sendo que o lablab teve a maior relação C/N em comparação com as demais plantas leguminosas (Tabela 3). Pittelkoe *et al.*, (2012) em trabalho realizado no município de Sorriso – MT com a crotalária obteve o melhor resultado de relação C/N (39), resultado maior do que a obtida neste trabalho. A mucuna cinza teve menor relação C/N, a crotalária, feijão-de-porco e mucuna preta não houve diferença estatística entre essas plantas.

Tabela 3: Relação C/N e teores de macronutrientes nas plantas utilizadas como adubo verde e como cobertura de solo na fazenda Piroás, Redenção, Ceará.

Tratamentos	C/N	g.kg ⁻¹						
		C	N	P	K	Ca	Mg	S
Mucuna preta	17,12 c	584,44 d	34,00 a	2,91 b	15,20 d	14,16 c	3,83 b	2,07 a
Mucuna cinza	13,41 d	369,73 b	27,87 c	2,92 b	10,89 e	11,05 d	3,31 b	1,90 b*

Lablab	27,02 b	673,30 e	24,72 d	2,97 b	17,05 c*	15,21 b	2,72 b	1,43 b
Guandu anão	14,00 d	421,45 c	31,62 b	2,99 b	17,41 c	13,73 c	3,39 b	1,80 b
Crotalária júncea	15,00 c*	463,56 a	31,30 b	3,69 a	12,20 e	20,01 b*	4,61 a	2,01 a
Feijão de porco	16,00 c	425,78 b*	29,28 b*	2,89 b*	19,20 b	25,60 a	3,11 b*	2,28 a
Palha	54,00 a	475,66 f	14,33 e	4,59 a	24,63 a	5,53 e	3,20 b	1,52 b

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O N e o K são nutrientes absorvidos em maior quantidade pelo feijoeiro, soja, milho, arroz e algodão, o que fundamenta a compatibilidade do adubo verde com o cultivo precedente à instalação da maioria das culturas de relevância nacional (Silva *et al.*, 2017). Este resultado indica a capacidade da mucuna preta, crotalária e feijão-de-porco em fixar o nitrogênio atmosférico pela associação simbiótica com bactéria do gênero *Rizobium* (Perin *et al.*, 2004).

A crotalária é a planta que apresentou maior teor de P, e esses resultados foram inferiores aos observados por Pereira *et al.* (2017), que verificaram teor de P de 2,9 g kg⁻¹. Para os demais macronutrientes constatou-se maior teor de K na palha e, maior teor de Ca no feijão-de-porco, o que demonstra a habilidade das diferentes plantas em absorver e acumular os nutrientes de maneira distintas. Este resultado para as leguminosas e para palha estão de acordo com os encontrados por Cavalcante *et al.* (2015) e Aker *et al.* (2018). O feijão-de-porco apresentou o maior teor de Ca, estando acima do observado por Padovan *et al.* (2011) e Cavalcante *et al.*, (2012).

Rodrigues *et al.* (2012), obtiveram teor de Mg superior para a crotalária em relação às demais leguminosas testadas, resultado semelhante ao do trabalho. O maior teor de S foi observado no feijão-de-porco, não houve diferença estatística entre crotalária e a mucuna preta.

Os tratamentos diferiram entre si quanto ao acúmulo de macronutrientes e micronutrientes avaliados na biomassa seca das plantas leguminosas (Tabela 4). Observou-se maior acúmulo de N na crotalária (Tabela 4).

Tabela 4: Acúmulo de macronutrientes (t/ha) nas plantas utilizadas como adubo verde e como cobertura de solo na fazenda Piroás, Redenção, Ceará.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----kg.ha ⁻¹ -----					
Mucuna preta	143,69 d	12,16 d	62,64 e	16,98 e	15,94 c	8,64 d
Mucuna cinza	213,17 c	20,33 c	75,21 c	59,57 c	23,00 b	13,17 c*
Lablab	65,19 e	8,19 d	46,62 d	76,80 b	7,49 d	3,89 e
Guandu anão	234,25 b	21,26 b	122,77 b	40,54 d	23,88 b*	12,81 c
Crotalária júncea	468,51 a	55,33 a	183,02 a*	300,90 a*	69,20 a	30,20 a
Feijão de porco	261,26 b*	23,80 b*	158,06 a	209,59 a	25,58 b	18,80 b
Palha	45,74 f	14,09 d	74,98 c	16,98 e	9,81 d	4,65 e

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A possível explicação para o elevado acúmulo desses nutrientes relaciona-se à maior produtividade de fitomassa obtida por essa espécie (ALMEIDA, 2011; PEREIRA, 2017). Observou-se maior acúmulo de nitrogênio na crotalária júncea com a média de 468,51 g kg⁻¹ em relação às demais (Tabela 5); os valores alcançado por essa espécie foram superior aos obtido por Teodoro et al. (2011). A crotalária júncea se destacou de novo com maior acúmulo de P (55,33g kg⁻¹) e deferindo estatisticamente em relação às demais (Tabela 6), resultado superior ao que foi observado pelo Aker et al. (2018). A crotalária e feijão-de-porco obtiveram maior acúmulo de K (183,02 g kg⁻¹) em relação as demais plantas leguminosas utilizadas como adubo verde (Tabela 5), esse resultado foi maior que os obtidos por Pittelkow et al. (2012). A crotalária apresentou o maior acúmulo de magnésio e enxofre e não diferiu significativamente do feijão-de-porco para cálcio. A alta capacidade de acumular os macronutrientes pelas leguminosas torna-se uma boa alternativa para utilização dessas plantas em sistemas nos quais sejam cultivadas principalmente espécies exigentes nesses nutrientes

Quanto ao Na (Tabela 4), não houve diferença significativa para o seu teor entre os tratamentos.

Com relação ao Cu, a mucuna cinza e a preta apresentaram os maiores teores, esses resultados está de acordo com os apresentados por Pereira et al. (2017). O teor de Zn foi maior na palha (43,50 g kg⁻¹), seguido pela crotalária (25,00 g kg⁻¹) e pela mucuna cinza (24,50 g kg⁻¹). Da mesma forma, Cavalcante et al.(2012) constataram maior teor de Zn na palha. Quanto ao Mn, a palha e a mucuna cinza apresentaram os maiores teores, seguido pela mucuna preta.

Tabela 5. Teores de Na e micronutrientes nas plantas utilizadas como adubo verde e como cobertura de solo na fazenda Piroás, Redenção, Ceará.

Tratamentos	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
Mucuna preta	0,19 a*	18,00 a	885,50 a	20,00 c	80,00 b
Mucuna cinza	0,16 a	22,50 a*	789,50 a*	24,50 b	95,00 a
Lablab	0,22 a	8,67 b	174,67 c	18,67 d	70,67 c
Guandu anão	0,19 a	11,67 b	343,33 b	21,67 c	62,00 d*
Crotalária júncea	0,15 a	10,50 b	148,00 c	25,00 b*	47,00 e
Feijão de porco	0,13 a	8,50 b	132,50 c	15,00 d	53,00 d
Palha	0,70 a	7,50 b	1092,50 a	43,50 a	103,00 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos micronutrientes e Na avaliados (cobre, ferro, zinco e manganês) (Tabela 6) a crotalária júncea destacou-se apresentando maiores resultados. Rodrigues *et al.* (2012) trabalhou com plantas de cobertura, dentre elas a crotalária, guandu, feijão-de-porco e mucuna preta, obtiveram valores de acúmulo de micronutrientes inferiores aos do presente trabalho.

Desta forma, a utilização de adubo verde pode trazer benefícios pelo acúmulo de nutrientes existente na matéria seca dessas plantas, assegurando melhoria do solo e economia em termos de adubação.

Tabela 6: Acúmulo de Na e micronutrientes (kg.ha⁻¹) nas plantas utilizadas como adubo verde e como cobertura de solo na fazenda Piroás, Redenção, Ceará.

Tratamentos	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
Mucuna preta	0,79 c	73,58 b	3907,28 b	84,26 d	335,92 c
Mucuna cinza	1,09 b	155,73 a	5704,15 a*	169,63 b	657,66 a
Lablab	0,54 c	24,20 c	482,87 d	51,37 e	182,53 d
Guandu anão	1,28 b	77,37 b	2356,32 c	159,97 b*	425,74 b
Crotalária júncea	2,29 a*	157,72 a*	2225,40 c	376,25 a	707,98 a*
Feijão de porco	1,07 b	70,11 b	1087,76 d	123,76 c	451,47 b
Palha	2,21 a	22,88 c	3389,03 a	133,59 c	321,00 c

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. A crotalária apresenta maior produção de massa seca, seguida pelo feijão de porco e mucuna cinza.
2. Para as condições do presente estudo, o maior teor e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio são encontrados na crotalária, bem como acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre.
3. O uso de crotalária, feijão-de-porco e mucuna cinza como adubo verde é uma alternativa para agricultura no Maciço de Baturité.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K.; CAMARA, F. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verde de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n.2, p. 56-62, 2011.
- AKER, A.; M.; P, A. M. A. Performance de plantas leguminosas para Sistema plantio direto na região amazona. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 804, 2018.
- BARROS, D. L.; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, v. 29, n.2, p.308-318,2013
- CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; NETO, A. L. S.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; C, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.5, p.521-528, 2012.
- CARVALHO, A.M.; Amabile, R.F. Cerrado: **adubação verde**. Planaltina. DF: Embrapa Cerrados, 2006.

ESPÍNDOLA, J.A.; Guerra, J.G.; Almeida, D.L. de. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42).

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. Ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SP, 2006. 306p.

FILHO, O. F.L.; Ambrosano, E. J.; Rossi, F.; Carlos, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e práticas**. Vol. 2. 51-71p. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR: **um programa para análises e ensino de estatística**. Revista Symposium, v.6, p.36-41, 2008.

LEAL, M. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L.; Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e corte. **Revista Ceres**, v. 59, n.3, p.386-391, 2012.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 336p.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S.; **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de análises**. V.1. 25-221p. 2017

OLIVEIRA, F. L.; GOSCH, C. I. L.; GOSCH, M.S.; MASSAD, M. D.; Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n 4, p.503-508, 2010.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). **Status of World's Soil Resources**.2015. 54p

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Land Degradation Assessment in small Island Developing. Roma, 2017. 1p

PEREIRA, A.P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; CAMERA, N. J.; GOLLE, D.; HORN, R.C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p.799-807, 2017.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verde em cultivo isolado e consociado. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 39, n.1, p.35-40, 2004.

PITTELKOW, F. K.; SCARAMUZZA, J. F.; WEBER, O. L. S.; MARASCHIN, L.; VALDÃO, 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**, v.5, n.17, p.2012-222, 2012.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E.; FILHO, W. V. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.380-385, 2012.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; Análise Química para Avaliação da Fertilidade de solos tropicais, v.2, p.51-201, 2010

SILVA, J. L. C.; VIDAL, C. A. S.; FRITAS, F. R. V. Revista **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v.7, n.2, p.180-191, 2018.

SUZUKI, L. E. A.; 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.